پاسخنامه
شیمی
فصل ٤
دوازدهم


کانون
فرهنگی
آموزش
قلم‌چی

1 – گزینهٔ «۳» *(مینا شراختی‌پور)*

تنها عبارت (ت) نادرست است.

بررسی همهٔ موارد:

عبارت آ) آلاینده‌ها در صبح بیشتر از سایر ساعات شبانه‌روز در هوا وجود دارند.

عبارت ب) $NO_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+O_2(g)$

از واکنش NO_2 با O_2 دو آلایندهٔ اوزون و نیتروژن مونوکسید ایجاد می‌شوند.

عبارت پ) گاز CO میل ترکیبی زیادی با هموگلوبین خون داشته و مقدار آن در میان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو، بیش‌تر از مقدار هیدروکربن‌ها است.

عبارت ت) اغلب آلاینده‌ها بی‌رنگ‌اند. NO_2 آلاینده‌ای قهوه‌ای‌رنگ است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۱ و ۹۲)

---

2 – گزینهٔ «۳» *(حسن عیسی‌زاده)*

عبارت‌های (پ) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت آ) اکسیژن لازم برای سوختن هیدروکربن برابر است با:

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

$$?gO_2=0/2molC_xH_y\times\frac{(x+\frac{y}{4})molO_2}{1molC_xH_y}\times\frac{32gO_2}{1molO_2}$$

$$=(6/4x+1/6y)gO_2$$

عبارت ب) واکنش $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$ در دمای اتاق انجام نمی‌شود و در اثر رعد و برق یا در دمای موتور خودرو انجام می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۱ تا ۹۴)

3 – گزینهٔ «۲» *(فرزاد رضایی)*

مقدار کل آلاینده‌های تولیدی توسط خودرو به‌ازای طی هر کیلومتر برابر است با:

$$5/99+1/67+1/04+0/5=9/2g.km^{-1}$$

$$500km\times 9/2\frac{g}{km}=4600g=4/6kg$$

درصد جرمی C_xH_y در حالت اول:

$$\frac{1/67}{9/2}\times 100\simeq \%18/15$$

درصد جرمی C_xH_y در حالت دوم:

$$\frac{1/67}{8/7}\times 100\simeq \%19/19$$

اختلاف درصد جرمی C_xH_y در دو حالت برابر است با:

$$19/19-18/15=1/04$$

عدد ۱/۰۴ در جدول برای گاز NO گزارش شده است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۹۲)

4 – گزینهٔ «۴» *(محمّد نکو)*

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: سرعت واکنش گاز هیدروژن با اکسیژن در اثر جرقه همانند توری پلاتینی افزایش می‌یابد.

گزینهٔ «۲»: کاتالیزگر انرژی فعالسازی را کاهش داده و میزان تأثیر آن ارتباطی با گرماگیر یا گرماده بودن واکنش ندارد.

گزینهٔ «۳»: ترتیب صحیح مقدار جرمی آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها به‌صورت «$NO<C_xH_y<CO$» است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۲ و ۹۶ تا ۹۸)

---

5 – گزینهٔ «۱» *(رسول عابدینی‌زواره)*

تنها مورد (ب) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

آ) سرعت واکنش (II) در جهت رفت بیش‌تر است، چون انرژی فعال‌سازی آن کمتر است اما ΔH واکنش‌ها با هم برابر نیست (واکنش I گرماده و واکنش II گرماگیر است.)

ب) واکنش I گرماده است ($\Delta H<0$) و انرژی فعال‌سازی آن در جهت برگشت بیشتر است؛ پس در شرایط یکسان سرعت آن در جهت برگشت کمتر است.

پ) با استفاده از کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی کاهش می‌یابد ولی ΔH تغییری نمی‌کند.

ت) سطح انرژی فراورده‌ها در واکنش I پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است؛ پس فراورده‌ها پایدارتر هستند اما در واکنش II سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر از واکنش‌دهنده‌ها است، یعنی فراورده‌ها ناپایدارتر هستند.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۴ تا ۹۷)

6 – گزینهٔ «۳» *(میلاد عزیزی)*

ابتدا محاسبه می‌کنیم به ازای طی مسافت ۶۰ کیلومتر در مدت یک ساعت چند لیتر CO تولید می‌شود:

$$?LCO=60km\times\frac{7gCO}{1km}\times\frac{1molCO}{28gCO}\times\frac{30LCO}{1molCO}=450LCO$$

با توجه به سرعت داده شده، مقدار کربن مونوکسید خروجی از اگزوز خودرو در یک ساعت ($3600s$) را به‌دست می‌آوریم:

$$?LCO=3600s\times\frac{0/025LCO}{1s}=90LCO$$

سپس مقدار CO خروجی را از مقدار CO تولیدی کم کرده تا مقدار CO مصرف شده در مبدل کاتالیستی به‌دست آید:

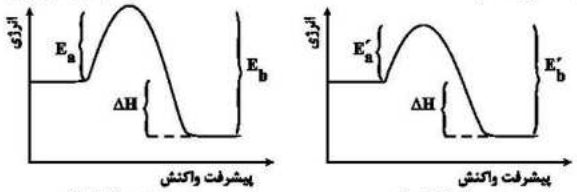
$$450-90=360L$$

$$\text{بازده مبدل کاتالیستی}=\frac{\text{مقدار CO مصرف شده}}{\text{مقدار CO تولیدی}}\times 100=\frac{360}{450}\times 100=80\%$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۸ و ۹۹)

---

7 – گزینهٔ «۲» *(محمدرضا زهره‌وند)*



بدون حضور کاتالیزگر — در حضور کاتالیزگر

$$E_a=\frac{1}{3}E_b \Rightarrow E_b=3E_a \qquad E'_a=\frac{1}{4}E'_b$$

فرض می‌کنیم که پس از بهره‌گیری از کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی در هر دو جهت به اندازهٔ x کاهش می‌یابد.

$$E_a-x=\frac{1}{4}(E_b-x)\Rightarrow E_a-x=\frac{3}{4}E_a-\frac{x}{4}$$

$$\Rightarrow\frac{1}{4}E_a=\frac{3}{4}x\Rightarrow E_a=3x\Rightarrow x=\frac{E_a}{3}$$

$$\text{درصد تغییرات}=\frac{x}{E_a}\times 100=\frac{\frac{E_a}{3}}{E_a}\times 100\simeq\%33/3$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۴ تا ۹۷)

www.mapedu.ir

8 – گزینهٔ «۱» *(رسول عابدینی‌زاده)*

واکنش تعادلی $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ در جهت رفت گرماگیر است؛ بنابراین افزایش دما باعث جابه‌جایی آن در جهت رفت و کاهش دما باعث جابه‌جایی آن در جهت برگشت می‌شود.

افزایش فشار (کاهش حجم) باعث جابه‌جایی آن در جهت برگشت (مقدار مول گاز کمتر) می‌گردد.

افزایش غلظت PCl_5، Cl_2 و PCl_3 به‌ترتیب سبب جابه‌جایی تعادل در جهت جهت رفت، برگشت و برگشت می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۷)

---

9 – گزینهٔ «۱» *(میرمسین حسینی)*

تنها مورد (پ) درست است. بررسی موارد:

آ) چون شمار مول گازی دو طرف معادلهٔ واکنش برابر است، پس با اعمال این تغییر، شمار مول‌های هریک از مواد شرکت‌کننده در تعادل، ثابت می‌ماند.

ب) افزایش فشار بر این سامانه، بی‌تأثیر است و سبب جابه‌جایی تعادل و تغییر در درصد مولی اجزای تعادل نمی‌شود.

پ) در دمای ثابت، با کاهش حجم ظرف (افزایش فشار)، غلظت مولی همهٔ مواد موجود در تعادل افزایش می‌یابد.

ت) تنها عاملی که ثابت تعادل را تغییر می‌دهد دما است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۳ و ۱۰۵)

---

10 – گزینهٔ «۲» *(امیر حاتمیان)*

$$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g)$$

	NH_3	O_2	N_2	H_2O	
غلظت اولیه:	۰/۷	۰/۵	۰	۰	
تغییر غلظت:	$-4x$	$-3x$	$+2x$	$+6x$	$\Rightarrow 2x = 0/2 \Rightarrow x = 0/1$
غلظت تعادلی:	$0/7-4x$	$0/5-3x$	$2x$	$6x$	

$$[NH_3] = \frac{0/7 - 0/4}{1} = 0/3 mol.L^{-1},\ [O_2] = \frac{0/5 - 0/3}{1} = 0/2 mol.L^{-1}$$

$$,[N_2] = \frac{0/2}{1} = 0/2 mol.L^{-1},[H_2O] = \frac{0/6}{1} = 0/6 mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2]^2 \times [H_2O]^6}{[O_2]^3 \times [NH_3]^4} = \frac{(0/2)^2 \times (0/6)^6}{(0/2)^3 \times (0/3)^4} = 28/8 mol.L^{-1}$$

افزودن N_2 موجب افزایش غلظت N_2 در ظرف واکنش شده و در نتیجه تعادل در جهت مصرف N_2 یعنی برگشت جابه‌جا می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

---

11 – گزینهٔ «۲» *(میلاد عزیزی)*

عبارت‌های «آ» و «ب» نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

آ) افزایش دما سبب کاهش مقدار ثابت تعادل در واکنش‌های گرماده می‌شود (فرایند هابر نیز یک واکنش گرماده است.)

ب) غلظت مواد جامد (s) و مایع خالص (l) با تغییر حجم، تغییر نمی‌کند.

پ) در تعادل‌هایی که فاقد مادهٔ گازی‌شکل هستند و نیز در تعادل‌هایی که شمار مول‌های مواد گازی‌شکل در دو طرف واکنش برابر است، افزایش یا کاهش فشار در دمای ثابت، اثری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

ت) افزودن کاتالیزگر به یک سامانهٔ در حال تعادل، سبب جابه‌جایی تعادل نمی‌شود و تنها سرعت انجام واکنش را تغییر می‌دهد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۷)

---

12 – گزینهٔ «۱» *(مسن رهمنی‌کوکنده)*

چون حجم ظرف تعادل یک لیتر است، غلظت مولی معادل مول تعادلی است. ابتدا ثابت تعادل را در تعادل (۱) به‌دست می‌آوریم:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1[H_2]^3} = \frac{(0/14)^2}{(0/07)(0/5)^3} = 2/24 mol^{-2}.L^2$$

از آن‌جایی‌که دما ثابت است، پس ثابت تعادل تغییر نخواهد کرد و افزودن N_2 به تعادل سبب پیشرفت تعادل در جهت رفت می‌شود:

	N_2	+ $3H_2$	$\rightleftharpoons$ $2NH_3$
شروع تغییر	۰/۱۲	۰/۵	۰/۱۴
تغییر مول	$-x$	$-3x$	$+2x$
تعادل(۲)	$0/12-x$	$0/5-3x$	$0/14+2x$

$$0/5 - 3x = 0/47 \Rightarrow 3x = 0/03 \Rightarrow x = 0/01$$

$$\Rightarrow A = 0/14 + 2(0/01) = 0/16 mol, B = 0/12 - 0/01 = 0/11 mol$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

---

13 – گزینهٔ «۱» *(مسین ناصری‌ثانی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: از آنجا که واکنش گرماگیر است، بنابراین با افزایش دما در جهت مصرف گرما (جهت رفت) جابه‌جا می‌شود و مقدار ثابت تعادل آن افزایش می‌یابد.

گزینهٔ «۲»: با توجه به این‌که با کاهش حجم (افزایش فشار)، تعادل در جهت مول‌های گازی کمتر (جهت برگشت) جابه‌جا شده است، بنابراین مجموع ضرایب استوکیومتری A و B از ضریب استوکیومتری C کوچک‌تر خواهد بود.

گزینهٔ «۳»: با انتقال تعادل به ظرف بزرگ‌تر (کاهش فشار) تعادل در جهت مول گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود؛ در نتیجه این تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، اما با تغییر حجم، در دمای ثابت، مقدار ثابت تعادل تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند. (تنها عاملی که مقدار ثابت تعادل را تغییر می‌دهد، دما است.)

www.mapedu.ir

گزینهٔ «۴»: کاهش دما، سرعت واکنش های رفت و برگشت (هر دو) را کاهش می‌دهد، اما به دلیل گرماگیر بودن واکنش، با کاهش دما واکنش در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، پس می‌توان نتیجه گرفت که میزان کاهش سرعت واکنش برگشت از میزان کاهش سرعت واکنش رفت، کمتر است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۷)

---

14 – گزینهٔ «۳» (رضا سلیمانی)

با توجه به دو واکنش، به بررسی هریک از گزینه‌ها می‌پردازیم:

$$I)\ 2SO_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2SO_3(g),\Delta H<0$$

$$II)\ 2HI(g)+S(s)\rightleftharpoons H_2S(g)+I_2(s),\Delta H<0$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: گوگرد یک مادهٔ جامد است و افزایش مقدار آن در سامانهٔ تعادلی نمی‌تواند سبب جابه‌جایی تعادل (II) شود. کاهش حجم ظرف، تعادل (I) را به سمت راست (تعداد مول گازی کم‌تر) جابه‌جا می‌کند.

گزینهٔ «۲»: واکنش (II) در جهت رفت گرماده است، از این رو افزایش دما تعادل را به سمت چپ جابه‌جا می‌کند. افزودن مقدار گاز هیدروژن یدید به تعادل (II) سبب جابه‌جایی تعادل به سمت راست می‌شود.

گزینهٔ «۳»: با افزایش فشار در سامانهٔ تعادلی واکنش (I)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود. همچنین با کاهش دمای سامانهٔ واکنش (II)، تعادل در جهت تولید گرما، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

گزینهٔ «۴»: با کاهش مقدار گاز اکسیژن از سامانهٔ تعادلی واکنش (I)، واکنش به سمت چپ جابه‌جا می‌شود؛ همچنین با افزایش فشار در سامانهٔ تعادلی واکنش (II)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۷)

---

15 – گزینهٔ «۲» (اکبر هنرمند)

موارد اول و دوم درست هستند. بررسی موارد:

مورد اول: با پیشرفت واکنش در جهت رفت، به تدریج سرعت آن کاهش می‌یابد اما چون در این جهت NO_2 تولید می‌شود، شدت رنگ قهوه‌ای مخلوط افزایش می‌یابد.

مورد دوم: از آنجا که این تعادل در جهت رفت گرماگیر است، داریم:

$\Delta H=$ (مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها) − (مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها) >0

$\Rightarrow$ مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده > مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده

مورد سوم: ثابت تعادل تنها تابع دماست و با افزودن مقداری NO_2 تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و تعادل جدیدی ایجاد می‌شود.

مورد چهارم: با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود اما چون همهٔ مواد شرکت‌کننده در واکنش به‌صورت گازی هستند، جرم کل مخلوط گازی ثابت می‌ماند.

مورد پنجم: با افزایش حجم ظرف واکنش، فشار وارد بر تعادل کاهش یافته، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و پیشرفت آن افزایش می‌یابد. از طرفی، با افزایش حجم، فشار مخلوط گازی نیز کاهش پیدا می‌کند.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۷)

---

16 – گزینهٔ «۳» (رضا سلیمانی)

فقط مورد (ا) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

ب) با کاهش دما به $-200^\circ C$، هم آمونیاک (فراورده) و هم نیتروژن (واکنش‌دهنده) به‌صورت مایع درمی‌آیند.

پ) تعادل $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)+Q$، درجهت رفت گرماده بوده و با کاهش دما و افزایش فشار، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، بنابراین برای افزایش مقدار $NH_3(g)$ باید دما را کاهش و فشار را افزایش داد. یعنی درصد مولی آمونیاک با فشار رابطهٔ مستقیم و با دما رابطهٔ عکس دارد.

ت) در دمای $450^\circ C$ و فشار $200atm$ و در حضور کاتالیزگر Fe، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۷ و ۱۰۸)

---

17 – گزینهٔ «۳» (اکبر هنرمند)

ابتدا ضریب a را در معادلهٔ واکنش به‌دست می‌آوریم:

$$K=\frac{[B]}{[A]^a}=\frac{\frac{0/5}{2}}{(\frac{0/2}{2})^a}=25\Rightarrow a=2$$

با کاهش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. (چون تعادل گرماده است.):

$$2A \rightleftharpoons B$$

مول‌های جدید: $0/2-2x$ $\quad$ $0/5+x$

$$[B]-[A]=0/24\Rightarrow\frac{(0/5+x)-(0/2-2x)}{2}=0/24\Rightarrow x=0/06mol$$

$$\begin{cases}[A]=\frac{0/2-2x}{2}=\frac{0/2-0/12}{2}=0/04mol.L^{-1}\\ [B]=\frac{0/5+x}{2}=\frac{0/5+0/06}{2}=0/28mol.L^{-1}\end{cases}$$

$$K_{\text{جدید}}=\frac{[B]}{[A]^2}=\frac{0/28}{(0/04)^2}=175\ mol^{-1}.L$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۰۷)

---

www.mapedu.ir

18 – گزینهٔ «۲» *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی عبارت‌ها:

عبارت‌های (ب) و (ت) درست است.

آ) از واکنش اتن با هیدروژن کلرید، ترکیب کلرواتان به‌دست می‌آید که در افشانه‌های بی‌حس‌کنندهٔ موضعی کاربرد دارد.

ب) از واکنش اتن با آب، اتانول به‌دست می‌آید و از اکسایش اتانول، اتانوییک‌اسید حاصل می‌شود.

پ) اتیل‌استات حلال چسب است که از واکنش اتانول و اتانوییک‌اسید تولید می‌شود.

ت) در دما و فشار بالا، از واکنش پلیمری‌شدن اتن، پلی‌اتن تولید می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۲)

---

19 – گزینهٔ «۳» *(امیر هاتمیان)*

$$C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$$

$$?gHCl = 9/2gC_2H_5OH \times \frac{80}{100} \times \frac{1molC_2H_5OH}{46gC_2H_5OH}$$

$$\times \frac{1molH_2O}{1molC_2H_5OH} \times \frac{18gH_2O}{1molH_2O} = 2/88gH_2O$$

$$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$$

$$?LC_2H_6 = 9/2gC_2H_5OH \times \frac{80}{100} \times \frac{1molC_2H_5OH}{46gC_2H_5OH}$$

$$\times \frac{1molC_2H_4}{1molC_2H_5OH} \times \frac{1molC_2H_6}{1molC_2H_4} \times \frac{22/4LC_2H_6}{1molC_2H_6} = 3/58LC_2H_6$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۲)

---

20 – گزینهٔ «۴» *(رضا سلیمانی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: الکل سازندهٔ پلی‌استر A، همان اتیلن‌گلیکول $(C_2H_6O_2)$ و اسید سازندهٔ پلی‌استر B، همان ترفتالیک‌اسید $(C_8H_6O_4)$ است. این دو ترکیب مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) هستند.

گزینهٔ «۲»: در مولکول اسید سازندهٔ پلی‌استر A، ۸ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول نفتالن $(C_{10}H_8)$ برابر است.

گزینهٔ «۳»: در مولکول الکل سازندهٔ پلی‌استر B، ۱۰ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول پارازایلن (C_8H_{10}) برابر است.

گزینهٔ «۴»: الکل سازندهٔ پلی‌استر B، $C_4H_{10}O_2$ و الکل سازندهٔ پلی‌استر A، $C_2H_6O_2$ است.

$$\text{جرم مولی } C_4H_{10}O_2 = (4\times12)+(10\times1)+(2\times16) = 90g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } C_2H_6O_2 = (2\times12)+(6\times1)+(2\times16) = 62g.mol^{-1}$$

تفاوت جرم مولی این دو ترکیب برابر ۲۸ گرم بر مول بوده و جرم مولی اتان (C_2H_6) برابر ۳۰ گرم بر مول است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

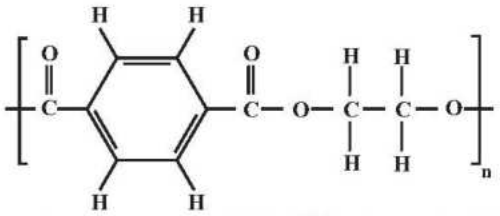
---

21 – گزینهٔ «۲» *(رضا سلیمانی)*

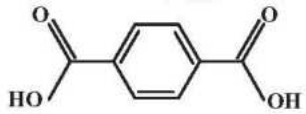
عبارت‌های (آ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) بطری آب از پلیمری (PET) ساخته شده است که در واحد تکرارشونده آن مطابق ساختار روبه‌رو، ۱۰ اتم کربن وجود دارد.



ب) یکی از مونومرهای سازندهٔ PET، ترفتالیک‌اسید که در ساختار خود همانند ساختار واحد تکرارشونده PET یک حلقهٔ بنزن دارد.



(ترفتالیک‌اسید)

پ) فرمول ساختاری واحد تکرارشوندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) به‌صورت بالا است. در ساختار این واحد تکرارشونده، ۵ پیوند دوگانه و ۸ پیوند «کربن – هیدروژن» وجود دارد.

ت) از واکنش یک الکل تک‌عاملی (ROH) و یک اسید آلی تک‌عاملی $(R'\overset{O}{\overset{\|}{C}}OH)$، یک مولکول استر $(R'\overset{O}{\overset{\|}{C}}OR)$ و یک مولکول آب تولید می‌شود.

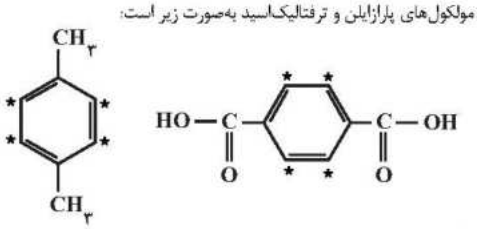
(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

---

22 – گزینهٔ «۲» *(رسول عابدینی‌زواره)*

عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

ساختار مولکول‌های پارازایلن و ترفتالیک‌اسید به‌صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

آ) شمار گروه‌های متیل در پارازایلن = ۲، شمار گروه‌های کربوکسیل در ترفتالیک‌اسید = ۲

ب) شمار پیوندهای دوگانه در پارازایلن = ۳، شمار پیوندهای دوگانه در ترفتالیک‌اسید = ۵

پ) فرمول مولکولی پارازایلن C_8H_{10} و شمار اتم‌ها = ۱۸، فرمول مولکولی ترفتالیک‌اسید $C_8H_6O_4$ و شمار اتم‌ها = ۱۸

ت) در هر دو مولکول، اتم‌های کربن ستاره‌دار عدد اکسایش صفر دارند. (۴ اتم کربن در هر مولکول با عدد اکسایش یکسان)

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

---

23 – گزینهٔ «۴» *(امین نوروزی)*

موارد (ب) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) اتیلن گلیکول یک الکل دو عاملی با فرمول شیمیایی $C_2H_6O_2$ است. چینش اتم‌ها در اطراف اتم‌های کربن موجود در ساختار اتیلن‌گلیکول متقارن نبوده و به هریک از اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکولی این ماده، اتم‌های متفاوتی از ۳ عنصر مختلف متصل شده است پس گشتاور دوقطبی مولکول‌های این ماده بزرگ‌تر از صفر است.

ب) $\underset{-4}{C}H_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + \underset{+2}{C}O$ ($\Delta = +6$)

پ) برای تولید بطری‌های آب، PET را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند. *(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵ و ۱۱۸)*

www.mapedu.ir

24 – گزینهٔ «۳» *(آلبر هنرمند)*

آ) با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات (اکسنده)، باز هم شرایط انجام واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید تأمین نمی‌شود، مگر آن‌که دمای مخلوط افزایش یابد.

ب)

$$A(C_8H_{10}) = \%C = \frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم } C_8H_{10}} \times 100 = \frac{8\times12}{106} \times 100 \simeq \%90/6$$

$$A(C_8H_6O_4) = \%C = \frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم } C_8H_6O_4} \times 100 = \frac{8\times12}{166} \times 100 \simeq \%57/8$$

روش دوم: چون نسبت $\frac{C}{H}$ در C_8H_{10} نسبت به $C_8H_6O_4$ بیشتر است، بنابراین درصد جرمی کربن در پارازایلن بیشتر است.

پ) $(I) C_8H_6O_4 : x + 6(+1) + 2(-2) = 0 \Rightarrow x = -2$

$(II) C_8H_6O_4 : y + 6(+1) + 4(-2) = 0 \Rightarrow y = +2$

ت) $C_8H_6O_4$ شمار پیوندها در $= \frac{\overbrace{(8\times4)}^{C} + \overbrace{(6\times1)}^{H} + \overbrace{(4\times2)}^{O}}{2} = 23$

C_8H_{10} شمار پیوندها در $= \frac{\overbrace{(8\times4)}^{C} + \overbrace{(10\times1)}^{H}}{2} = 21$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۴۳ تا ۱۴۶)

---

25 – گزینهٔ «۳» *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پلی‌اتیلن ترفتالات در شرایط مناسب با CH_3OH واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌گردد.

گزینهٔ «۲»: در میدان‌های گازی، CH_4 به فراوانی یافت می‌شود و بخش قابل توجهی از آن را برای افزایش ایمنی می‌سوزانند.

گزینهٔ «۳»: مونومرهای سازندهٔ PET، اتیلن‌گلیکول و ترفتالیک‌اسید هستند. این دو ماده در نفت خام وجود ندارد.

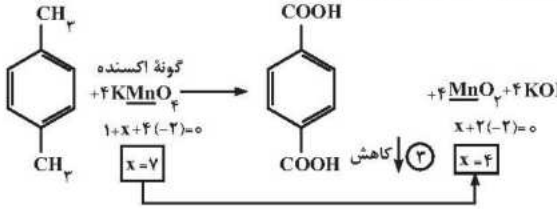
گزینهٔ «۴»: گاز کربن مونوکسید و هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر با هم واکنش داده و متانول را تولید می‌کنند. $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۱۹)

---

26 – گزینهٔ «۳» *(امیر حاتمیان)*

از معادلهٔ موازنه شده واکنش داریم:



$$?mL \text{ محلول} = 8g\,C_8H_6O_4 \times \frac{83}{100} \times \frac{1mol\,C_8H_6O_4}{166g\,C_8H_6O_4} \times \frac{4mol\,KMnO_4}{1mol\,C_8H_6O_4} \times \frac{1000mL \text{ محلول}}{0/4mol\,KMnO_4} = 400mL \text{ محلول}$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۵)

27 – گزینهٔ «۳» *(میلاد عزیزی)*

متانول را می‌توان به ۲ روش مستقیم و غیرمستقیم تهیه کرد که روش غیرمستقیم خود شامل ۲ مرحله است. اما روش مستقیم فقط ۱ مرحله است.

روش غیرمستقیم:
- مرحلهٔ اول: $CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{دمای } 450-550^\circ C]{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$
- مرحلهٔ دوم: $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{دمای } 350^\circ C \text{ و فشار } 300-500 atm]{O_2/\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l)$

روش مستقیم: $CH_4(g) \xrightarrow[\text{کاتالیزگر}]{O_2} CH_3OH(l)$

بررسی عبارت‌ها:

آ) در هر دو روش مستقیم و غیرمستقیم، از متان به عنوان واکنش‌دهنده استفاده می‌شود.

ب) در هر دو روش و در هر سه واکنش از کاتالیزگر استفاده می‌کنیم.

پ) در روش غیرمستقیم، برای تأمین دمای بالا اغلب از سوزاندن سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود که با تولید کربن دی‌اکسید (CO_2) که یک آلاینده است همراه می‌باشد.

ت) گاز متان (CH_4) یک هیدروکربن سیرشده است و واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)

28 – گزینهٔ «۱» *(مسیر ناصری‌ثانی)*

هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که اغلب بی‌رنگ‌اند و نمی‌توان به آسانی وجود آن‌ها را تشخیص داد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: گاز NO_2 رنگ قهوه‌ای دارد و موجب می‌شود هوای آلوده به رنگ قهوه‌ای دیده شود.

گزینهٔ «۳»: با انجام واکنش زیر، مقدار NO_2 کاهش و مقدار O_3 افزایش می‌یابد.

$$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$$

گزینهٔ «۴»: گاز NO واکنش‌پذیری زیادی دارد و با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO_2 تبدیل می‌شود.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۰ تا ۹۲)

---

29 – گزینهٔ «۳» *(حمید زیبی)*

فقط مورد چهارم درست است.

مورد اول) مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف بنزین را کاهش داد.

مورد دوم) O_3 جزو آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو نیست.

مورد سوم) اساس طیف‌سنجی فروسرخ، تفاوت در جذب پرتوهای فروسرخ توسط مواد مختلف است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۰ و ۹۲ تا ۹۳)

www.mapedu.ir

30 – گزینهٔ «۴» *(فخار باقری)*

واکنش مربوط به نمودار (۱)، در جهت برگشت یکی از مراحل تشکیل اوزون در لایهٔ تروپوسفر است.

مرحلهٔ (۱): $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

مرحلهٔ(۲): $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

مرحلهٔ (۳): $NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: این واکنش‌ها به دلیل انرژی فعال‌سازی زیادی که دارند، در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

گزینهٔ «۲»: انرژی فعال‌سازی مربوط به واکنش (۱)، به ازای مصرف ۲ مول $NO(g)$ برابر $381kJ$ است. در نتیجه به ازای مصرف هر مول $NO(g)$ ؛ $190/5kJ$ انرژی فعال‌سازی نیاز است.

گزینهٔ «۳»: در واکنش های گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها بوده و در نتیجه پایداری بیشتری دارند. هر دو واکنش گرماده هستند.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۴ تا ۹۶ و ۹۸)

31 – گزینهٔ «۴» *(حمید زمی)*

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: افزایش دما، سطح انرژی و جنبش واکنش‌دهنده‌ها را افزایش داده و از این راه انرژی فعال‌سازی واکنش‌های شیمیایی را تأمین می‌کند.

گزینهٔ «۲»: کاتالیزگر انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می‌دهد.

گزینهٔ «۳»: کاتالیزگر می‌تواند در واکنش شرکت کند، اما در انتهای واکنش به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند.

گزینهٔ «۴»: فسفر سفید در دمای اتاق با اکسیژن هوا می‌سوزد.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۶ تا ۹۸)

---

32 – گزینهٔ «۲» *(اکبر هنرمند)*

مجموع آلاینده‌ها به ازای یک کیلومتر مسافت $= 6 + 1/6 + 1 = 8/6g$

مجموع آلاینده‌ها به ازای ۲۵ کیلومتر مسافت (برای یک روز) $= 2 \times 10^6$ خودرو

$$\text{آلاینده } 430ton = \frac{25km}{1\ \text{خودرو}} \times \frac{8/6g\ \text{آلاینده}}{1km} \times \frac{1ton\ \text{آلاینده}}{10^6 g\ \text{آلاینده}}$$

مجموع آلاینده‌ها در یک ماه $= 30 \times 430 = 12900ton$ آلاینده

$$\text{جرم مولکول نقطی } C_xH_y \text{ در یک ماه} = 12900ton\ \text{آلاینده} \times \frac{1/6ton\ C_xH_y}{8/6ton\ \text{آلاینده}}$$

$$= 2400ton\ C_xH_y$$

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۹۲)

33 – گزینهٔ «۳» *(رضا سلیمانی)*

افزایش حجم (کاهش فشار) تعادل را به سمت تعداد مول‌های گازی بیش‌تر جابه‌جا می‌کند.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: معادلهٔ واکنش به‌صورت $2A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 5C(g)$ است که تغییر فشار بر جابه‌جایی آن بی‌اثر است.

گزینهٔ «۲»: معادلهٔ واکنش به‌صورت $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$ است که با کاهش فشار، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

گزینهٔ «۳»: معادلهٔ واکنش به‌صورت $3A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 4C(g)$ است که با کاهش فشار، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

گزینهٔ «۴»: معادلهٔ واکنش به‌صورت $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$ است که با کاهش فشار، در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۴)

34 – گزینهٔ «۲» *(امیر حاتمیان)*

موارد ب و پ نادرست است.

نکته: در واکنش های تعادلی (Q) در سمتی از معادله قرار دارد که مول گازی کمتر است.

ا) $N_2O_4(g) + Q \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ با افزایش دما، تعادل در جهت مصرف گرما (Q)، یعنی در جهت رفت جابه‌جا شده و باعث افزایش شدت رنگ قهوه‌ای می‌شود.

ب) $2NH_3(g) + Q \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$: با کاهش دما تعادل در جهت تولید Q و در جهت برگشت جابه‌جا شده و باعث کاهش درصد مولی مولکول‌های ۲ اتمی N_2 و H_2 می‌شود.

پ) کاهش دما در تعادل مورد نظر باعث می شود، تعادل $2Ag_2O(g) + Q \rightleftharpoons 4Ag(s) + O_2(g)$ در جهت تولید Q و در جهت برگشت جابه‌جا شود و فشار گاز موجود در ظرف کاهش می‌یابد.

ت) $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g) + Q$: با کاهش دما تعادل در جهت تولید Q ، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و باعث افزایش مقدار عددی ثابت تعادل می‌شود.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۶)

www.mapedu.ir

35 – گزینهٔ «۲» *(رضا سلیمانی)*

با کاهش حجم، تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر جابه‌جا می‌شود، پس $n > m$ است. همچنین به دلیل این‌که در واکنش‌های تعادلی، Q سمت تعداد مول گازی کمتر قرار می‌گیرد، پس Q سمت واکنش‌دهنده‌ها بوده و در نتیجه، واکنش در جهت رفت، گرماگیر و در جهت برگشت، گرماده است. در اثر کاهش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت، هر دو، کاهش می‌یابند. به علت گرماگیر بودن واکنش رفت، در اثر افزایش دما، مقدار ثابت تعادل (K) افزایش می‌یابد. در واکنش‌های گرماگیر، محتوای انرژی قلهٔ نمودار انرژی – پیشرفت واکنش به محتوای انرژی فراورده‌ها نزدیک‌تر است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۶)

---

36 – گزینهٔ «۲» *(ساجد شیری)*

فرض می‌کنیم a مول CO به مخلوط واکنش اضافه شده است. در این صورت واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. با توجه به این‌که ضرایب گازی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها برابر است، می‌توانیم محاسبات ثابت تعادل را با تعداد مول‌های گازی انجام دهیم.

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

$a + ۰/۱$	$۰/۴$	$۰/۸$	$۰/۲$
$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
$\underbrace{۰/۱ - x + a}_{۰/۲۲۵}$	$۰/۴ - x$	$۰/۸ + x$	$۰/۲ + x$

$$K = \frac{(۰/۸)(۰/۲)}{(۰/۴)(۰/۱)} = ۴ \Rightarrow K = \frac{(۰/۲+x)(۰/۸+x)}{(۰/۲۲۵)(۰/۴-x)} = ۴$$

$$\Rightarrow x^2 + x + ۰/۱۶ = ۰/۳۶ - ۰/۹x$$

$$\Rightarrow x = ۰/۱ mol \Rightarrow ۰/۱ - x + a = ۰/۲۲۵ \Rightarrow a = ۰/۲۲۵ mol CO$$

$$\Rightarrow \text{جرم } CO = ۰/۲۲۵ mol \times ۲۸ \frac{g}{mol} = ۶/۳ g CO$$

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

---

37 – گزینهٔ «۳» *(ارژنگ فاندری)*

عبارت‌های اول، دوم و سوم نادرست هستند.

مورد اول) با اضافه کردن مقداری H_2 به سامانه، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود و در تعادل جدید، نسبت به تعادل اولیه، غلظت NH_3 افزایش، غلظت H_2 افزایش و غلظت N_2 کاهش می‌یابد.

مورد دوم) با کاهش حجم سامانه، تعادل به سمت راست جابه‌جا می‌شود؛ در نتیجه مقدار NH_3 افزایش و مقدار N_2 و H_2 کاهش می‌یابد، اما غلظت هر ۳ گونه افزایش می‌یابد.

مورد سوم) با افزایش دما، سرعت واکنش در هر دو جهت افزایش می‌یابد.

مورد چهارم) مقدار K فقط تابع دما است و با کاهش فشار تعادل به سمت چپ که مول گازی بیش‌تر است، جابه‌جا می‌شود پس شمار مول گازی سامانه افزایش می‌یابد.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۶)

38 – گزینهٔ «۱» *(مسعود جعفری)*

فرض می‌کنیم x گرم از هر گاز وارد ظرف واکنش شده است. با توجه به حجم ظرف و مقدار ثابت تعادل مقدار x را به‌دست می‌آوریم:

$$mol(O_2) = \frac{\text{جرم } O_2}{\text{جرم مولی}} = \frac{x}{۳۲} \;,\; [O_2] = \frac{mol\,O_2}{V} = \frac{\frac{x}{۳۲}}{۲} = \frac{x}{۶۴} mol.L^{-1}$$

$$mol(SO_2) = \frac{\text{جرم } SO_2}{\text{جرم مولی}} = \frac{x}{۶۴} \;,\; [SO_2] = \frac{mol\,SO_2}{V} = \frac{\frac{x}{۶۴}}{۲}$$

$$= \frac{x}{۱۲۸} mol.L^{-1}$$

$$mol(SO_3) = \frac{\text{جرم } SO_3}{\text{جرم مولی}} = \frac{x}{۸۰} \;,\; [SO_3] = \frac{mol\,SO_3}{V} = \frac{\frac{x}{۸۰}}{۲}$$

$$= \frac{x}{۱۶۰} mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[O_2] \times [SO_2]^2}{[SO_3]^2} \Rightarrow ۲۵ = \frac{\frac{x}{۶۴} \times (\frac{x}{۱۲۸})^2}{(\frac{x}{۱۶۰})^2} \Rightarrow ۲۵ = \frac{۲۵x}{۱۰۲۴}$$

$$\Rightarrow x = ۱۰۲۴ g$$

با توجه به مقدار x، غلظت تعادلی گازهای O_2، SO_2 و SO_3 به ترتیب برابر با ۱۶، ۸ و ۶/۴ مول بر لیتر است. پس از تغییر غلظت گاز SO_2، واکنش در جهت رفت جابه‌جا می‌شود تا غلظت گازهای O_2 و SO_2 برابر شود. با توجه به ضرایب استوکیومتری، به‌ازای افزایش y در غلظت گاز O_2، $2y$ به غلظت گاز SO_2 اضافه می‌شود.

$$[SO_2] = [O_2] \Rightarrow ۸ + ۲y = ۱۶ + y \Rightarrow y = ۸ mol.L^{-1}$$

در تعادل جدید: $[SO_2] = [O_2] = ۲۴ mol.L^{-1}$

جرم این دو گاز در تعادل جدید برابر است با:

$$mol O_2 = mol SO_2 = M \times V = ۲۴ mol.L^{-1} \times ۲L = ۴۸ mol$$

$$?g O_2 = ۴۸ mol O_2 \times \frac{۳۲ g O_2}{۱ mol O_2} = ۱۵۳۶ g O_2$$

$$?g SO_2 = ۴۸ mol SO_2 \times \frac{۶۴ g SO_2}{۱ mol SO_2} = ۳۰۷۲ g SO_2$$

$$\text{اختلاف جرم} = ۳۰۷۲ - ۱۵۳۶ = ۱۵۳۶ g$$

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

www.mapedu.ir

39 – گزینهٔ «۳» *(کامران جعفری)*

عبارت درست: فناوری همواره با ساخت یا استفاده از یک وسیله همراه است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۶ تا ۱۱۸)

---

40 – گزینهٔ «۳» *(سیدمسعود هاشمی)*

همهٔ عبارت‌ها نادرست‌اند.

مورد اول) ساختار مربوط به PET است که الکل آن اتیلن‌گلیکول (دو عاملی) است و این الکل مستقیماً از نفت به‌دست نمی‌آید. اتن از نفت خام به‌دست می‌آید و سپس اتن را با پتاسیم پرمنگنات رقیق واکنش داده و دی‌الکل مورد نظر را می‌سازند.

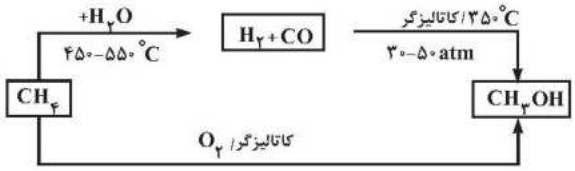
مورد دوم) هر واحد تکرارشونده ۴ عدد اکسیژن دارد که روی هر کدام ۲ جفت الکترون وجود دارد، یعنی در مجموع ۸ جفت (۱۶ عدد) الکترون.

مورد سوم) غلیظ و رقیق (نه برعکس!)

مورد چهارم) در تولید دی‌اسید تغییر عدد اکسایش هر اتم کربن ۶ واحد (از ۳- به ۳+) و در تولید دی‌الکل هر اتم کربن ۱ واحد (از ۲- به ۱-) است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۶)

41 – گزینهٔ «۴» *(رضا سلیمانی)*



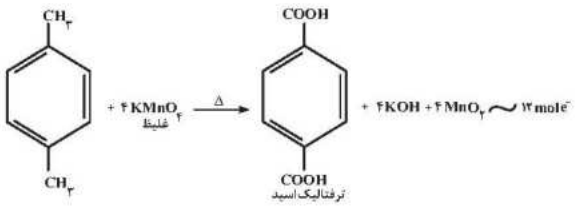
گزینهٔ «۲»: عدد اکسایش کربن در متان در طی واکنش از ۴- به ۲+ می‌رسد.

گزینهٔ «۳»: استفاده از گاز O_2 و کاتالیزگر با کاهش دمای واکنش و کاهش آلودگی همراه است.

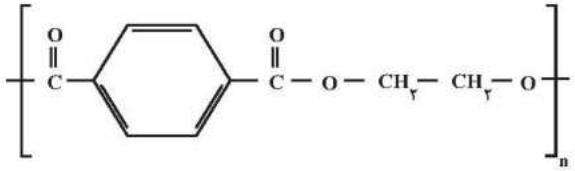
گزینهٔ «۴»: متانول مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۹)

42 – گزینهٔ «۱» *(امیر هاتمیان)*



در واکنش تبدیل ۱ مول پارازایلن به ۱ مول ترفتالیک‌اسید، ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود؛ بنابراین مقدار ترفتالیک‌اسید تولیدی به ازای مبادله ۳۶ مول الکترون برابر ۳ مول است.



$$\text{تعداد کل مولکول‌های ترفتالیک‌اسید} = \frac{۳\times۶\times۱۰^{۲۳}}{۱۸\times۱۰^{۲۳}}$$

$$\text{جرم مولی هر واحد تکرارشونده} = ۱۹۲\,g$$

$$\text{تعداد مولکول اسید شرکت کننده در هر زنجیر پلیمر} = \frac{۱۸\times۱۰^{۲۳}}{۳\times۱۰^{۲۱}} = ۶۰۰$$

$$\text{جرم مولی PET} = ۶۰۰\times۱۹۲ = ۱۱۵۲۰۰\,g.mol^{-۱}$$

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۴ تا ۱۱۵)

www.mapedu.ir

43– گزینهٔ «۳» *(علی کریمی)*

گزینه«۱»: هر چه اندازه ذره های کاتالیزگر ریزتر باشد سطح تماس بیش‌تر می‌شود.

گزینه «۲»: به این دلیل از ۳ نوع کاتالیزگر استفاده می‌شود که ۳ نوع واکنش مختلف داریم.

گزینه «۴»: نماد پالادیم $\mathbf{Pd}$ می‌باشد.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی۳، صفحه‌های ۹۷ تا ۱۰۰)

44–گزینهٔ «۴» *(ارژنگ قاندی)*

عبارت «اول»: درست؛ افزایش دما و اعمال فشار نیاز به صرف انرژی و هزینه است.

عبارت «دوم»: درست؛ کاتالیزگر همانند افزایش دما باعث سریع‌تر شدن واکنش می‌شود. کاتالیزگر بر آنتالپی واکنش تأثیری ندارد.

عبارت «سوم»: درست؛ وجود کربن مونوکسید نشان‌دهندهٔ سوختن ناقص است. از موتور خودرو بعد از سوختن سوخت، کربن مونوکسید خارج می‌شود ولی در مبدل‌ها هیدروکربن‌ها به‌صورت کامل می‌سوزند و محصول نهایی آن آب و کربن‌دی‌اکسید است.

عبارت «چهارم»: درست؛ انرژی فعال‌سازی واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در حضور توری پلاتینی کم‌تر است.

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی۳، صفحه‌های ۹۳ تا ۹۸)

45–گزینهٔ «۲» *(محمدرضا جمشیدی)*

$$\frac{Ea_1}{E'a_1}=\frac{4}{5}\Rightarrow Ea_1=\frac{4}{5}E'a_1\Rightarrow Ea_1-E'a_1=-75$$

$$\Rightarrow\frac{4}{5}E'a_1-E'a_1=-75\Rightarrow-\frac{1}{5}E'a_1=-75\Rightarrow E'a_1=375kJ$$

در حضور کاتالیزگر: $\frac{E'a_2}{Ea_2}=4\Rightarrow E'a_2=4Ea_2$

$$\Rightarrow Ea_2-E'a_2=-75\Rightarrow Ea_2-4Ea_2=-75$$

$$\Rightarrow=-3Ea_2=-75\Rightarrow Ea_2=25kJ$$

در نتیجه: حالت اول: $Ea_1=\frac{4}{5}\times375=300kJ$

حالت دوم: $E'a_2=4\times25=100kJ$

(شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی۳، صفحه‌های ۹۵ تا ۹۷)

46– گزینهٔ «۳» *(حسین ناصری ثانی)*

گزینه «۱»: اگر مقداری گاز Cl_2 از سامانه خارج می‌شد، در آن صورت در لحظهٔ به هم‌خوردن تعادل فقط غلظت گاز کلر کاهش می‌یافت و در آن لحظه، غلظت دو گاز دیگر تغییر نمی‌کرد.

گزینه «۲»: اگر حجم سامانهٔ تعادلی کاهش می‌یافت در آن صورت در لحظهٔ به‌هم‌خوردن تعادل، غلظت همهٔ گونه‌ها افزایش می‌یافت نه کاهش.

گزینه «۳»: با توجه به نمودار در لحظهٔ به‌هم‌خوردن تعادل، غلظت هر سه گونهٔ شرکت کننده در واکنش کاهش یافته است و تعادل اولیه به‌هم‌خورده و واکنش در جهت برگشت جابجا شده است، بنابراین نتیجه می‌گیریم تغییر تحمیل شده بر تعادل، افزایش حجم سامانه (کاهش فشار) بوده که بر اثر آن طبق اصل لوشاتلیه، واکنش در جهت برگشت (مول‌های گازی بیشتر) جابجا شده تا اثر تغییر تحمیل شده را تا حد امکان جبران کند.

گزینه «۴»: در صورت خارج کردن مقداری گاز PCl_5 از سامانه، در لحظهٔ به‌هم‌خوردن تعادل فقط غلظت این گاز کاهش می‌یافت نه غلظت هر سه گاز وغلظت گازهای Cl_2 و PCl_3 تغییر نمی‌کرد.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۶)

47– گزینهٔ «۲» *(امیرمحمّد سعیدی)*

با افزایش فشار دراین واکنش تعادلی، تعادل در جهت تعداد مول گازی کمتر (رفت) جابجا می‌شود. همچنین در صورت وارد کردن مقدار اضافی گاز اکسیژن تعادل در جهت جبران (مصرف) آن جابجا می‌شود (رفت).

توجه شود افزودن کاتالیزگر با کاهش انرژی فعالسازی، سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهد و زمان رسیدن به تعادل را کاهش می‌دهد اما اثر در جابجایی تعادل ندارد. دقت شود به دلیل گرماده بودن این واکنش، با افزایش دما تعادل در جهت مصرف گرما (برگشت) جابجا می‌شود.هم‌چنین افزایش حجم محیط تعادل را در جهت برگشت جابجا می‌کند.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۶)

48– گزینهٔ «۴» *(عباس هنرپو)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: از آنجا که تعادل بر اثر افزایش دما در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود بنابراین واکنش گرماده است و در واکنش گرماده برای آن که ΔH منفی باشد باید در رابطهٔ زیر مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها از مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده کمتر باشد:

(مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها - مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش دهنده‌ها $=\Delta H$)

گزینهٔ «۲»: مطابق اصل لوشاتلیه بر اثر کاهش حجم (افزایش فشار)، تعادل در جهت مول‌های گازی کمتر جابه‌جا می‌شود. از آنجا که این تعادل با افزایش فشار (کاهش حجم) در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود، نتیجه می‌گیریم مجموع

www.mapedu.ir

ضرایب استوکیومتری **a** و **b** از ضریب استوکیومتری **c** کوچکتر خواهد بود.
یعنی: $a+b<c$

گزینه «۳»: در دمای ثابت با انتقال به ظرف بزرگتر (افزایش حجم یا کاهش فشار) این تعادل باید در جهت مول‌های گازی بیشتر یعنی در جهت رفت جابه‌جا شود، اما با تغییر حجم یا فشار ثابت تعادل تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند.

گزینه «۴»: کاهش دما سرعت واکنش‌های رفت و برگشت (هر دو) را کاهش می‌دهد اما به دلیل گرماده بودن واکنش با کاهش دما این تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود، پس می‌توان نتیجه گرفت که میزان کاهش سرعت واکنش برگشت از میزان کاهش سرعت واکنش رفت بیشتر است.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۶)

49– گزینهٔ «۱» *(ارژنگ قاندی)*

$$2A \rightleftharpoons B + 2C(g)$$

y	0	0
$-2x$	x	$2x$
$y-2x$	x	$2x$

در زمان t، غلظت دو مادهٔ A و C برابر با $0/1$ مول برلیتر می‌شود. از طرفی داریم:

$$\begin{cases}[B]=\frac{1}{2}[C]=\frac{1}{2}(0/1)=0/05\,mol.L^{-1}\\ [C]=[A]=0/1\,mol.L^{-1}\end{cases}$$

$$K=\frac{[B]\times[C]^2}{[A]^2}=\frac{0/05\times(0/1)^2}{(0/1)^2}=5\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$\text{غلظت A در زمان t}=y-2x=y-0/1=0/1\rightarrow y=0/2\,mol.L^{-1}$$

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

50– گزینهٔ «۳» *(مسیر ناصری ثانی)*

غلظت اولیهٔ واکنش دهنده‌ها:

$$[NH_3]=\frac{0/3}{2}=0/15\,mol.L^{-1}\quad\text{و}\quad[O_2]=\frac{0/3}{2}=0/15\,mol.L^{-1}$$

غلظت تعادلی گاز نیتروژن: $[N_2]=\frac{0/1}{2}=0/05\,mol.L^{-1}$

$$4NH_3(g)+3O_2(g)\rightleftharpoons 2N_2(g)+6H_2O(g)$$

غلظت اولیه	$0/15$	$0/15$	0	0
تغییر غلظت	$-4x$	$-3x$	$+2x$	$+6x$
غلظت تعادلی	$0/05$	$0/075$	$0/05$	$0/15$

$$2x=0/05\Rightarrow x=0/025$$

$$K=\frac{[N_2]^2[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^3}=\frac{(0/05)^2\times(0/15)^6}{(0/05)^4\times(0/075)^3}=10/8\,mol.L^{-1}$$

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۳)

51– گزینهٔ «۳» *(محمدرضا جمشیدی)*

موارد «ب» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود، اما انرژی فعال‌سازی را کاهش نمی‌دهد.

مورد «ب»: با توجه به اینکه واکنش گرماده است ، با افزایش دما واکنش در جهت برگشت (تولید گاز قهوه‌ای‌رنگ NO_2) جابجا می‌شود.

مورد «پ»: در واکنش‌های تعادلی، کاتالیزگر سرعت واکنش را افزایش می‌دهد ولی سبب تغییر تعادل نمی‌شود.

مورد «ت»: با توجه به اینکه واکنش اول گرماگیر است با کاهش دما تعادل در جهت برگشت جابجا شده و در واکنش دوم با افزایش فشار، تعادل به سمت مول گازی کمتر (در جهت برگشت) جابجا می‌شود.

مورد «ث»: فناوری جداسازی و خالص‌سازی مواد جزء فناوری‌های پیشرفته و گران است.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های۱۰۱ تا ۱۰۹)

52– گزینهٔ «۲» *(مسن عیسی‌زاده)*

به جز مورد «ث» بقیه موارد درست‌اند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: افزایش دما، سبب جابجایی در جهت مصرف گرما یعنی در جهت برگشت می‌شود.

مورد «ب»: افزایش Cl_2 سبب جابجایی در جهت رفت شده و باعث مصرف PCl_3 و تولید PCl_5 می‌شود.

مورد «پ»: به دلیل کوچک بودن مقدار K و همچنین ضعیف بودن اسید.

$$[HA]_{\text{تعادلی}}>[H^+]=[A^-]$$

مورد «ت»: HBr یک اسید قوی است که به طور کامل یونیده می‌شود و با اضافه شدن به تعادل (۲)، غلظت H^+ بیشتر شده و تعادل در جهت برگشت جابجا می‌شود. بنابراین غلظت A^- کاهش و غلظت HA افزایش می‌یابد.

مورد «ث»: افزودن NaA با افزایش غلظت A^- همراه است و سبب جابجایی تعادل در جهت برگشت شده و غلظت HA بیشتر می‌شود.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۵)

53– گزینهٔ «۳» *(علی امینی)*

از آنجایی که در تعادل اولیه مقادیر مولی همهٔ گونه‌ها برابر است، درصد مولی هر یک از فرآورده‌ها برابر ٪۳۳ می‌باشد. در تعادل ثانویه، درصد مولی هر یک از فرآورده‌ها $\frac{75}{2}=\%37.5$ رسیده است؛ لذا تعادل در جهت رفت جابجا شده تا کاهش دما را جبران کند؛ لذا واکنش گرماده $(\Delta H<0)$ می‌باشد.

www.mapedu.ir

$$C(g) \rightleftharpoons D(g) + E(g) + Q \quad ; \quad \Delta H < 0$$

	C	D	E
تعادل اولیه	m	m	m
کاهش دما	$-x$	$+x$	$+x$
تعادل ثانویه	$m-x$	$m+x$	$m+x$

درصد مولی مجموع فرآورده‌ها: $\frac{۲(m+x)}{۲(m+x)+m-x} = \frac{۲m+۲x}{۳m+x}$

$$= \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۳}{۴}$$

$$\Rightarrow ۳(۳m+x) = ۴(۲m+۲x) \Rightarrow ۹m+۳x = ۸m+۸x$$

$$\Rightarrow \underline{m = ۵x}$$

$$K = \frac{[D][E]}{[C]} \begin{cases} K_۱ = \frac{m^۲}{m} = m = ۵x \\ K_۲ = \frac{(m+x)^۲}{m-x} = \frac{(۵x+x)^۲}{۵x-x} \\ = \frac{(۶x)^۲}{۴x} = \frac{۳۶x^۲}{۴x} = ۹x \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = \frac{۹x}{۵x} = ۱/۸$$

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۶)

54– گزینهٔ «۴» *(میلاد شیخ‌الاسلامی)*

$$۲NOCl + O_۲ \rightleftharpoons ۲NO_۲ + Cl_۲$$

	$۲NOCl$	$O_۲$	$۲NO_۲$	$Cl_۲$
مول اولیه	۴	۲	۰	۰
مول تعادلی	$۴-۲x$	$۲-x$	$+۲x$	$+x$

$$\Rightarrow K = \frac{۴x^۲}{۴(۲-x)^۳}$$

برای محاسبهٔ K باید مقدار x را بدست آوریم. طبق گفتهٔ سؤال اختلاف اتم اکسیژن دو طرف برابر $۲۸/۸ \times ۱۰^{۲۳}$ است که آن را به مول تبدیل می‌کنیم:

$$\text{اختلاف O؟mol} = \frac{۲۸/۸ \times ۱۰^{۲۳}}{۶ \times ۱۰^{۲۳}} = ۴/۸\text{mol}$$

مجموع مول اتم O در واکنش‌دهندهٔ تعادلی و فرآوردهٔ تعادلی را بدست می‌آوریم:

$$\text{مول اکسیژن واکنش‌دهنده‌های تعادلی} : (۴-۲x) \times ۱ + (۲-x) \times ۲ = (۸-۴x)\text{mol O}$$

↓ زیروند اکسیژن در $NOCl$ ↓ زیروند اکسیژن در $O_۲$

مول اکسیژن در فرآورده‌های تعادلی:

$$۲x \times ۲ = ۴x$$

↓ زیروند اکسیژن در $NO_۲$

حالا اختلاف مول اکسیژن‌ها را بدست آورده و برابر ۴/۸ قرار می‌دهیم:

$$۴x - (۸-۴x) = ۴/۸ \Rightarrow x = ۱/۶$$

حال ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم (دقت کنید چون مول گازی دو طرف برابر است، حجم ظرف در محاسبات دخیل نیست)

$$K = \frac{۴ \times (۱/۶)^۳}{۴ \times (۰/۴)^۳} = ۶۴$$

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

55– گزینهٔ «۴» *(امین نوروزی)*

گزینه «۱»: چون نقطهٔ جوش آمونیاک نسبت به $N_۲$ و $H_۲$ بالاتر است، در فرایند هابر برای جداسازی آمونیاک تولید شده از مخلوط واکنش از تفاوت آشکار در نقطهٔ جوش آمونیاک با سایر مواد استفاده می‌شود.

گزینه «۲»: در فرایند هابر با کاهش دما، پیشرفت واکنش و بازده افزایش می‌یابد و سرعت انجام واکنش هم با این تغییرات کم می‌شود. برای انجام شدن این واکنش در دمای کم با سرعت بالا از کاتالیزگر Fe استفاده می‌شود.

گزینه «۳»: به ازای تولید هر مول گاز آمونیاک در واکنش تعادلی $N_۲ + ۳H_۲ \rightleftharpoons ۲NH_۳$ مجموعاً ۲ مول واکنش‌دهندهٔ گازی مصرف می‌شود.

$$\underset{۰/۵\text{mol}}{\frac{۱}{۲}N_۲} + \underset{۱/۵\text{mol}}{\frac{۳}{۲}H_۲} \rightleftharpoons \underset{۱\text{mol}}{۱NH_۳}$$

$$\text{واکنش‌دهندهٔ گازی} ۲\text{mol} \times \frac{۲۲/۴\text{L}}{\text{گاز}۱\text{mol}} = \boxed{۴۴/۸\text{L}}$$

گزینه «۴»: فرایند هابر یک واکنش گرماده $(\Delta H < ۰)$ است پس می‌توان گفت با افزایش دمای محیط، درصد پیشرفت واکنش تولید $NH_۳$ در هابر کاهش می‌یابد، $۵۰۰K$ همان $۲۲۷^\circ C$ است و این مقدار از دمای $۲۰۰^\circ C$ بیشتر است.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷)

---

www.mapedu.ir

56– گزینهٔ «۳» *(جوان شاهی‌بیگلیاغی)*

مورد اول و مورد سوم نادرست‌اند. بررسی موارد نادرست:

مورد اول: فنلوری جداسازی و خالص‌سازی مواد از فنلوری‌های گران‌قیمت به‌شمار می‌روند.

مورد سوم: همواره مواد خام را به مواد اولیه تبدیل می‌کنند.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۶۹ تا ۱۱۱)

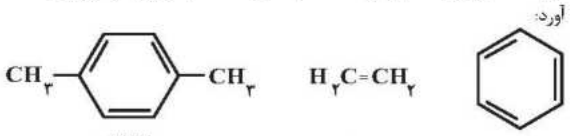
57– گزینهٔ «۳» *(مسیر ناصری‌ثانی)*

گزینهٔ «۱»: فرمول مولکولی واحد تکرارشوندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات $-(C_{10}H_8O_4)_n-$ است و دارای ۱۰ اتم کربن است.

گزینهٔ «۲»: از واکنش گاز اتن با هیدروژن کلرید، کلرواتان به‌دست می‌آید که در افشانهٔ بی‌حس‌کنندهٔ موضعی به‌کار می‌رود.

گزینهٔ «۳»: اغلب (نه همه) مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند. گروه‌هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می‌کنند. تولید یک ماده جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد. شیمی‌دان‌ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش‌های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده‌ای نو برای کاربردی معین سنتز می‌کنند. در این فرایندها، شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می‌کنند.

گزینهٔ «۴»: بررسی‌ها نشان می‌دهند که از تقطیر نفت خام می‌توان مواد زیر را به‌دست آورد:

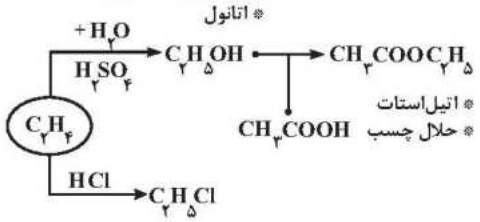


بنزن — اتن — پارازایلن

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۴)

58– گزینهٔ «۲» *(جوان شاهی‌بیگلیاغی)*

مورد اول نادرست است. بررسی تمامی موارد:



مورد اول: در اتیل‌استات ۴ اتم کربن وجود دارد.

مورد دوم: کلرواتان یک ترکیب سیر شده‌است و اختلاف تعداد اتم‌های هیدروژن آن با اتیل‌استات برابر $۳(=۵-۸)$ است.

مورد سوم: از اتانول به عنوان ضدعفونی کننده استفاده می‌شود.

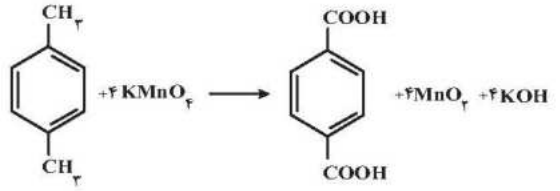
(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۲ و ۱۱۴)

59– گزینهٔ «۱» *(امیر هاتمیان)*

موارد الف، ب و ت درستاند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. مطابق متن کتاب درسی صفحهٔ ۱۱۵ درست است.



ب) درست

$$KMnO_4 \longrightarrow MnO_2$$

$$1+x+4(-2)=0 \qquad x+2(-2)=0$$

$$x=7 \xrightarrow[\text{۳ درجه کاهش}]{} x=4$$

پ) نادرست. پتاسیم پرمنگنات (اکسنده) مورد استفاده در این واکنش به‌صورت غلیظ و در شرایط مناسب واکنش می‌دهد.

ت) درست. مجموع ضرایب مواد موجود در فراورده برابر $۹(=۱+۴+۴) \Leftarrow$ است.

(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۴، ۱۱۵ و ۱۱۶)

60– گزینهٔ «۳» *(عبدالرضا رارغواه)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: میان مولکول‌های ترفتالیک‌اسید به علت حضور گروه‌های عاملی کربوکسیل امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی وجود دارد اما میان مولکول‌های پارازایلن، پیوندهای هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

گزینهٔ «۲»: گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد. زیرا هیدروکربنی سیرشده است و از آلکان‌ها به‌شمار می‌آید.

گزینهٔ «۳»: معادله کلی روش تهیه غیرمستقیم متان به متانول به‌صورت زیر بوده و به ازای مصرف هر مول متان، یک مول گاز H_2 تولید می‌شود.

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CH_3OH + H_2$$

گزینهٔ «۴»: در واکنش بنزن با سولفوریک‌اسید و سدیم هیدروکسید، علاوه بر C_6H_5OH، سایر مواد یعنی H_2O و Na_2SO_3 حاصل می‌شود که نقش پسماند را دارند. از این رو مناسب نیست.

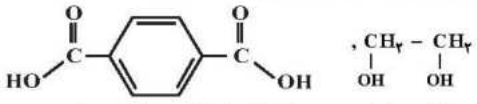
(شیمی،راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۵، ۱۱۸ و ۱۱۹)

61– گزینهٔ «۲» *(مسن رهمتی‌کوکنده)*

موارد (پ)، (ت) و (ث) درست است.

بررسی موارد:

آ) فرمول دی‌اسید و دی‌الکل تشکیل‌دهندهٔ این پلیمر به صورت:



دی‌اسید ۸ جفت الکترون ناپیوندی و دی‌الکل ۴ جفت الکترون ناپیوندی دارد.

ب) هیچ‌یک از مونومرهای آن از تقطیر نفت خام به‌دست نمی‌آیند.

پ)

$$\text{دی‌اسید } C_8H_6O_4 = 8(12)+6+4(16) = 166\,g.mol^{-1}$$

$$\text{دی‌الکل } C_2H_6O_2 = 2(12)+6+2(16) = 62\,g.mol^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{تفاوت} = 166-62 = 104\,g.mol^{-1}$$

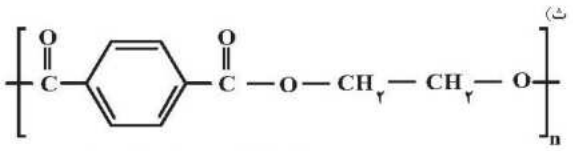
ت)

$$\text{دی‌اسید: } 8x+6+4(-2)=0 \Rightarrow 8x=+2 \qquad \text{دی‌الکل: } 2x+6+2(-2)=0 \Rightarrow 2x=-2$$

$$\Rightarrow \text{تفاوت مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن} = 4$$

www.mapedu.ir

(ث)



$\xrightarrow{\text{فرمول هر واحد}} = C_{10}H_8O_4$

$\xrightarrow{\text{جرم مولی}} = 10(12)+8+4(16) = 192\,g.mol^{-1}$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۴۳ تا ۱۴۶)

62– گزینهٔ «۲» (امیرمحمد سعیدی)

واکنش پلیمری شدن ترفتالیک‌اسید با اتیلن‌گلیکول از نوع اکسایش – کاهش نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: گونهٔ اکسنده استفاده شده در واکنش اکسایش اتن به اتیلن‌گلیکول، همانند گونهٔ اکسنده استفاده شده در واکنش اکسایش پارازایلن به ترفتالیک‌اسید می‌تواند معادل با محلول پتاسیم پرمنگنات باشد.

گزینهٔ «۳»: در واکنش تولید اتیلن‌گلیکول همانند واکنش تولید ترفتالیک‌اسید، عدد اکسایش دو اتم کربن موجود در واکنش‌دهنده‌ها افزایش می‌یابد.

گزینهٔ «۴»: مولکول‌های A (اتن) و B (پارازایلن) همانند نفتالن از کنار هم قرارگیری اتم‌های H و C تشکیل شده‌اند.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۵ و ۱۱۶)

63– گزینهٔ «۳» (امیر هاتمیان)

عبارت‌های الف، ب و پ نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

الف) امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از انواع پلاستیک‌ها در جهان تولید می‌شود.

ب) PET همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود.

پ) متانول مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

ت) مطابق متن کتاب درسی صفحهٔ ۱۱۸ درست است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۸)

64– گزینهٔ «۳» (جوان شاهی‌بیگلیاغی)

در صنعت از واکنش گاز CO (کربن مونوکسید) با H_2 می‌توان متانول را تهیه کرد:

$$CO + H_2 \xrightarrow[30-50\,atm]{\text{کاتالیزگر } 350^\circ C} CH_3OH$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)

65– گزینهٔ «۱» (کامران بخشی)

$$(I)\ C_8H_{10} \xrightarrow{KMnO_4} C_8H_6O_4$$

$$21/2\,g\,C_8H_{10} \times \frac{1\,mol\,C_8H_{10}}{106\,g\,C_8H_{10}} \times \frac{1\,mol\,C_8H_6O_4}{1\,mol\,C_8H_{10}}$$

$$\times \frac{166\,g\,C_8H_6O_4}{1\,mol\,C_8H_6O_4} = 33/2\,g$$

$$\text{بازده} \Rightarrow 60 = \frac{\text{مقدار عملی}}{33/2} \times 100 \Rightarrow \text{مقدار عملی فراورده} = 19/92\,g$$

$$(II)\ nC_8H_6O_4 + nC_2H_6O_2 \rightarrow PET$$

با توجه به اینکه واکنش‌دهنده‌ها با مول برابر مصرف می‌شوند:

$$19/92\,g\,C_8H_6O_4 \times \frac{1\,mol\,C_8H_6O_4}{166\,g\,C_8H_6O_4} \times \frac{1\,mol\,C_2H_6O_2}{1\,mol\,C_8H_6O_4}$$

$$\times \frac{6/02\times10^{23}\,C_2H_6O_2}{1\,mol\,C_2H_6O_2} \simeq 7/2\times10^{22}\,C_2H_6O_2$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ و ۱۱۴)

66– گزینهٔ «۲» (کامران بخشی)

گزینه «۱»، «۳» و «۴» براساس متن کتاب درسی، درست هستند.

براساس متن کتاب (صفحهٔ ۹۸) واکنش‌های I و II در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۰، ۹۶، ۹۸ و ۹۹)

67– گزینهٔ «۴» (سروش عباری)

گازهای a، b و c به ترتیب معادل با گازهای NO، NO_2 و O_2 هستند. همهٔ عبارت‌های داده شده درست‌اند.

بررسی موارد:

مورد «أ»: گازهای O_2 و NO از واکنش میان گاز NO_2 با گاز اکسیژن در هواکره در حضور نور خورشید طبق معادلهٔ زیر تولید می‌شوند:

$$NO_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g)+O_2(g)$$

مورد «ب»: مولکول‌های گازهای O_2 و SO_2 به دلیل وجود جفت‌الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی، دارای ساختار خمیده هستند. همچنین می‌دانیم که SO_2 و NO_2 اکسیدهای اسیدی محسوب می‌شوند که با انحلال در آب باران، باعث ایجاد باران اسیدی می‌شوند.

مورد «پ»: دو مولکول اکسیژن و اوزون آلوتروپ یکدیگر هستند به طوری که واکنش‌پذیری، چگالی و نقطهٔ جوش اوزون از اکسیژن بیشتر است.

مورد «ت»: رنگ قهوه‌ای شهرهای آلوده، به خاطر وجود مولکول‌های گاز NO_2 در هوای این شهرهاست. دقت کنید که گاز NO بی‌رنگ است و اکسید قهوه‌ای‌رنگ نیتروژن، NO_2 است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۹۲)

68– گزینهٔ «۳» (رویا رضوانی)

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: نمودار مربوط به واکنش گرماگیر است و علامت آنتالپی آن مخالف آنتالپی واکنش گرماده اکسایش گلوکز است.

گزینهٔ «۲»: این واکنش گرماگیر بوده و مطابق با نمودار سؤال است.

گزینهٔ «۳»: با افزایش دما انرژی مواد واکنش‌دهنده و فراورده افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش در هر دو جهت افزایش می‌یابد.

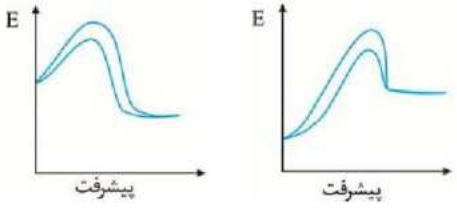
گزینهٔ «۴»: کاتالیزگر آنتالپی واکنش را تغییر نمی‌دهد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۹۳ تا ۹۸)

69– گزینهٔ «۳» (آرمین بابایی سمیرمی)

استفاده از کاتالیزگر باعث می‌شود انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت به یک اندازه کاهش یابند پس میزان کاهش هر کدام برابر است با: $\frac{300-260}{2} = 20\,kJ$

از آنجا که درصد تغییرات انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بیشتر از واکنش برگشت است پس واکنش گرماده است.



$$0/8E_a = E_a - 20 \rightarrow E_a = 100\,kJ$$

$$0/9E'_a = E'_a - 20 \rightarrow E'_a = 200\,kJ$$

$$E'_a - E_a = 100\,kJ$$

www.mapedu.ir

70– گزینهٔ «۱» *(هدی عیسی‌زاده)*

همهٔ موارد درست‌اند:

بررسی موارد:

مورد «الف»: در تعادل (g) تعداد مول‌های گازی در دو جهت برابر است. بنابراین تغییر حجم سبب جابجایی و تغییر تعداد مول نمی‌شود. اما غلظت موارد تغییر می‌کند.

مورد «ب»: با افزودن PCl_5، مقدار این ماده بیشتر می‌شود و تعادل در جهت رفت جابجا شده و تعداد مول‌های Cl_2 و P_4 بیشتر می‌شود. مول PCl_5 نیز در تعادل جدید، بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود.

مورد «پ»: تعادل موردنظر گرماگیر است. افزایش دما سبب جابجایی تعادل در جهت رفت شده و باعث مصرف PCl_5 می‌شود و مقدار K نیز افزایش می‌یابد.

مورد «ت»: کاهش دما سبب جابجایی در جهت برگشت می‌شود و از طرفی کاهش حجم (افزایش فشار) نیز سبب جابجایی تعادل در جهت مول‌های گازی کم‌تر (برگشت) می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۶)

71– گزینهٔ «۱» *(اسلام طالبی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با کاهش حجم (افزایش فشار) غلظت همهٔ مواد شرکت‌کننده در تعادل افزایش می‌یابد.

گزینه «۲»: در لحظهٔ اعمال تغییر، سرعت واکنش رفت و برگشت هر دو زیاد می‌شود (به یک نسبت نه) افزایش سرعت در جهت برگشت، بیشتر است.

گزینه «۳»: با کاهش حجم (افزایش فشار) تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کمتر (در جهت برگشت) جابجا می‌شود پس در جهت تولید $N_2O_4(g)$ جابجا می‌شود.

گزینه «۴»: با کاهش حجم به علت افزایش غلظت، رنگ قهوه‌ای مخلوط تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه است.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۶)

72– گزینهٔ «۳» *(ارژنگ فائدی)*

فقط مورد «ت» درست است.

بررسی موارد:

مورد «الف»: با اضافه کردن مقداری H_2 به سامانهٔ تعادل به سمت راست جابجا می‌شود و در تعادل جدید نسبت به تعادل اولیه غلظت NH_3 افزایش، غلظت H_2 افزایش و غلظت N_2 کاهش می‌یابد.

مورد «ب»: با کاهش حجم سامانه با تعادل به سمت راست جابجا می‌شود و در نتیجه مقدار NH_3 افزایش و مقدار N_2 و H_2 کاهش می‌یابد اما غلظت هر ۳ گونه افزایش می‌یابد.

مورد «پ»: با افزایش دما سرعت واکنش در هر دو جهت افزایش می‌یابد.

مورد «ت»: مقدار K فقط تابع دما است و با کاهش فشار، تعادل به سمت چپ که مول گازی بیشتر است جابجا می‌شود؛ پس شمار مول گازی سامانه افزایش می‌یابد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۶)

73– گزینهٔ «۳» *(امین نوروزی)*

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$$

مقدار مول در ابتدای ظرف $\rightarrow$ $4mol$ $2mol$ $3mol$

یعنی $4+2+3=9$، ۹ مول گاز وجود دارد که در لحظهٔ تعادل به $8mol$ رسیده است پس واکنش به سمت تعداد مول گازی کمتر یعنی جهت برگشت جابجا می‌شود. اگر مقدار x مول گاز N_2 مصرف شود مقدار NH_3 و N_2 و H_2 در حالت تعادل به صورت زیر است:

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$$

$4+2x$ $\quad 2-x$ $\quad 3-3x$

برگشت

$$4+2x+2-x+3-3x=8 \Rightarrow \boxed{x=0/5}$$

$$K=\frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2}=\frac{(\frac{2-0/5}{0/4})(\frac{3-1/5}{0/4})^3}{(\frac{4+1}{0/4})^2}\simeq 1/27 mol^2.L^{-2}$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

74– گزینهٔ «۲» *(آرمین بابایی‌سمیرمی)*

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)+O_2(g)$$

$$K=\frac{[NO]^2[O_2]}{[NO_2]^2}$$

مقدار اولیه گاز NO_2 را x مول در نظر می‌گیریم:

طبق فرض سؤال:

	NO_2	NO	O_2
مقدار اولیه	x	0	0
تغییرات	$-2y$	$+2y$	$+y$
مقدار نهایی	$x-2y$	$2y$	y

$$\rightarrow x-2y=2y+y \rightarrow x=5y$$

$$\rightarrow [NO_2]=(\frac{3y}{11}) \text{ و } [O_2]=(\frac{y}{11}) \text{ و } [NO]=(\frac{2y}{11})$$

$$\rightarrow 0/04=\frac{(\frac{2y}{11})^2(\frac{y}{11})}{(\frac{3y}{11})^2}$$

$$\rightarrow \frac{4y}{99}=0/04 \rightarrow y\simeq 1mol$$

$$\rightarrow NO_2 \text{ مول اولیه}=5y=5mol$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

75– گزینهٔ «۴» *(حسین ناصری ثانی)*

بررسی موارد:

مورد «الف»: با افزایش فشار تعادل در جهت رفت (مول‌های گازی کمتر) جابجا می‌شود اما مقدار ثابت تعادل آن ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کند.

مورد «ب»: با افزودن $0/2$ مول گاز اکسیژن به سامانهٔ تعادلی، غلظت این گاز بیشتر شده و طبق اصل لوشاتلیه تعادل در جهت رفت (مصرف گاز اکسیژن) جابجا می‌شود و تعادل جدیدی برقرار می‌شود ولی مقدار ثابت تعادل آن تغییر نمی‌کند.

مورد «پ»: با انتقال به ظرف بزرگ‌تر (کاهش فشار)، تعادل مطابق اصل لوشاتلیه در جهت برگشت (مول‌های گازی بیشتر) جابجا می‌شود اما مقدار ثابت تعادل آن ثابت می‌ماند.

مورد «ت»: با توجه به اینکه واکنش گرماده است، با افزایش دما طبق اصل لوشاتلیه واکنش در جهت مصرف گرما (در جهت برگشت) جابجا می‌شود. با جابجایی واکنش در جهت برگشت، مقدار ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۲ تا ۱۰۶)

---

www.mapedu.ir

76- گزینهٔ «۱» (سروش عباری)

گام «اول»: ابتدا غلظت تعادلی گازهای شرکت‌کننده در تعادل را به دست آورده سپس ثابت تعادل (K) واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$$

$$[SO_3]=2mol.L^{-1}, [SO_2]=2mol.L^{-1}, [O_2]=0/5mol.L^{-1}$$

$$\rightarrow K=\frac{(0/5)^1\times(2)^2}{(2)^3}=0/5mol.L^{-1}$$

گام «دوم»: با افزایش حجم ظرف و کاهش فشار، طبق اصل لوشاتلیه، تعادل باید درجهت شمار مول‌های گازی بیشتر (رفت) پیش برود. هم‌چنین با افزودن SO_3 تعادل در جهت مصرف این ماده (رفت) پیش می‌رود. در تعادل اولیه، ۴ مول گاز SO_2، در ظرف وجود دارد و در تعادل نهایی، شمار مول‌های گاز SO_2 برابر است با:

$$384gSO_2\times\frac{1molSO_2}{64gSO_2}=6molSO_2$$

بنابراین در طی جابجایی تعادل، ۲ مول گاز SO_2 تولید شده است؛ پس می‌توان گفت که جابجایی تعادل، ۱ مول گاز O_2 تولید و شمار مول‌های این ماده در ظرف به ۲ مول می‌رسد و ۲ مول گاز SO_3 مصرف می‌شود و شمار مول‌های این ماده به x می‌رسد. حال در تعادل جدید، ابتدا غلظت تعادلی مواد را محاسبه و سپس مقدار x را محاسبه می‌کنیم:

$$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$$

$$[SO_3]=\frac{x}{4}, [SO_2]=1/5, [O_2]=0/5$$

$$\rightarrow K=\frac{(1/5)^2\times 0/5}{(\frac{x}{4})^2}\rightarrow 0/5=\frac{(1/5)^2\times 0/5}{(\frac{x}{4})^2}\rightarrow \frac{x}{4}=1/5mol.L^{-1}\rightarrow x=6mol$$

۴ مول گاز SO_3 در ابتدا در تعادل اول وجود داشت که با جابجا شدن تعادل، ۲ مول گاز SO_3 مصرف می‌شود پس از ۶ مول SO_3 تعادل نهایی، ۲ مول از قبل وجود داشته و ۴ مول SO_3 اضافه شده است که جرم آن برابر است با:

$$4molSO_3\times\frac{80gSO_3}{1molSO_3}=320gSO_3$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۵)

77- گزینهٔ «۲» (مسعود طبرسا)

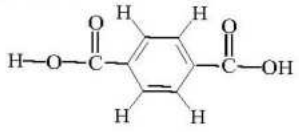
فقط عبارت «ب» نادرست است.

آمونیاک ۲۸ درصد مولی از مخلوط را در روش هابر تشکیل می‌دهد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۷)

78- گزینهٔ «۴» (گلاره یعقوبی)

پلیمر PET از ترفتالیک‌اسید



و اتیلن گلیکول تولید می‌شود (HO⌒OH)که اسید سازندهٔ آن $C_8H_6O_4$ می‌باشد و تعداد ۲۳ پیوند کووالانسی دارد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۹)

79- گزینهٔ «۳» (عبدالرضا ارغوانه)

عبارت‌های «آ»، «پ» و «ت» نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت «آ»: گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود و هر اتم کربن یک درجه اکسایش می‌یابد

$$C_2H_4=0\Rightarrow 2C+4H=0\Rightarrow C=-2$$

$$C_2H_6O_2=0\Rightarrow 2C+6H+2O=0\Rightarrow 2C+6-4=0\Rightarrow C=-1$$

عبارت «پ»: با افزایش دما، شرایط برای تولید ترفتالیک‌اسید تأمین می‌شود اما به دلیل زیاد بودن انرژی فعال‌سازی واکنش، هم‌چنان بازده واکنش مطلوب نخواهد بود.

عبارت «پ»: از اکسایش پارازایلن در مجاورت پتاسیم‌پرمنگنات، اتم‌های کربن حلقهٔ بنزن بدون تغییر مانده اما هر گروه متیل ۶ درجه اکسایش می‌یابد. از این‌رو در مجموع ۱۲ درجه اکسایش خواهد یافت.

عبارت «ت»: پس از شست‌وشو و تمیز کردن مواد پلاستیکی با سه روش می‌توان آن‌ها را بازیافت کرد.

۱- ذوب کردن

۲- خرد کردن به تکه‌های کوچک (پرک)

۳- تبدیل به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۱۸)

80- گزینهٔ «۱» (مسیر ناصری‌کانی)

موارد «آ»، «پ» و «ت» درست و «ب» نادرست است.

بررسی موارد:

مورد «آ»: مواد واکنش‌دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند، از این‌رو نخست باید آن‌ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد.

مورد «ب»: عدد اکسایش هیدروژن از «صفر» به «+۱» افزایش می‌یابد، بنابراین هیدروژن ضمن انجام این واکنش اکسایش یافته و نقش کاهنده را دارد.

مورد «پ»: عدد اکسایش اتم کربن از «+۲» به «−۲» می‌رسد، بنابراین چهار واحد تغییر می‌کند.

مورد «ت»: واکنش‌دهنده‌های این واکنش را می‌توان از واکنش زیر تهیه کرد:

$$CH_4(g)+H_2O(g)\rightarrow CO(g)+3H_2(g)$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)

81- گزینهٔ «۳» (هسن رهمتی کوکنده)

در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند. معادلهٔ شیمیایی این واکنش به صورت زیر است:

$$CO(g)+2H_2(g)\xrightarrow[30-50atm]{350^\circ C\ \text{کاتالیزگر}}CH_3OH(l)$$

مواد واکنش‌دهنده برای این واکنش در دسترس نیستند از این‌رو نخست باید آن‌ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد. برای تهیه گازهای کربن‌مونوکسید و هیدروژن می‌توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد.

$$CH_4(g)+H_2O(g)\xrightarrow[450-550^\circ C]{\text{کاتالیزگر}}CO(g)+3H_2(g)$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)

---

www.mapedu.ir


گروه آموزشی

1 - کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) هوای آلوده بوی بدی داشته و به فرایند فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها سرعت می‌بخشد.

۲) در مبدل کاتالیستی، با کمک انواعی از فلزها، انرژی فعال‌سازی برخی از واکنش‌های شیمیایی کاهش می‌یابد.

۳) در روش‌های گوناگون طیف‌سنجی، از برهمکنش میان پرتوهای الکترومغناطیسی و مواد مختلف استفاده می‌شود.

۴) همه اکسیدهای نافلزی موجود در هوای آلوده، با انحلال در آب محلولی ایجاد می‌کنند که کاغذ pH در آن قرمز می‌شود.

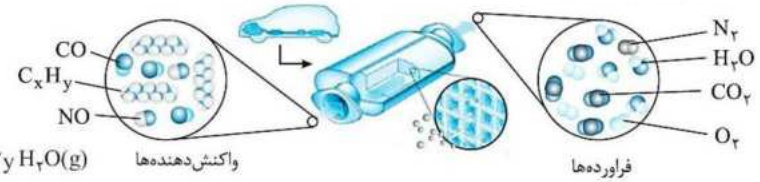
پاسخ: گزینه ٤ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰٤)

برخی از اکسیدهای نافلزی خارج شده از اگزوز خودروها مثل گازهای کربن مونوکسید و نیتروژن مونوکسید، طی انحلال در آب با مولکول‌های H_2O واکنش نداده و به همین خاطر، تغییری در غلظت یون هیدروژن و pH محلول ایجاد نمی‌کنند. به عبارت دیگر، این دسته از اکسیدهای نافلزی از جمله اسیدهای آرنیوس به شمار نمی‌روند. در نقطه مقابل، برخی از اکسیدهای نافلزی تولید شده در موتور خودروها از جمله گاز کربن دی‌اکسید، با آب واکنش داده و محلول‌هایی با خاصیت اسیدی را ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

۱) به دلیل وجود آلاینده‌های مختلف، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره‌ی شهر را زشت می‌کند، فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید انواع بیماری‌های تنفسی ازجمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

۲) مبدل‌های کاتالیستی، در مسیر اگزوز خودروها قرار می‌گیرند. با کمک عناصر فلزی پلاتین، پالادیم و رودیم موجود در این مبدل‌ها، انرژی فعال‌سازی برخی از واکنش‌های شیمیایی که منجر به حذف آلاینده‌های حاصل از حرکت خودروها می‌شوند، کاهش می‌یابد. تصویر زیر، نمایی از این مبدل‌ها و واکنش‌های انجام شده در آن‌ها را نشان می‌دهد:



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

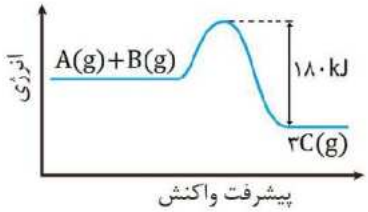
$2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$:حذف گاز نیتروژن مونوکسید

$4C_xH_y(g) + (4x+y)O_2(g) \rightarrow 4xCO_2(g) + 2yH_2O(g)$:حذف هیدروکربن‌ها

۳) در روش‌های گوناگون طیف‌سنجی، از برهمکنش میان پرتوهای الکترومغناطیسی مختلف با مواد گوناگون استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در روش طیف‌سنجی فروسرخ از برهمکنش پرتوهای فروسرخ(پرتوهایی با طول موج بلندتر از ۷۰۰ نانومتر) با مواد مختلف استفاده شده و طی این فرایند، غلظت مواد یا نوع گروه‌های عاملی موجود در برخی مواد تشخیص داده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

2 - با توجه به نمودار مقابل، اگر انرژی فعال‌سازی واکنش $A(g) + B(g) \rightarrow 3C(g)$ برابر با ۶۰ کیلوژول باشد، به ازای تولید شدن ۲۲۴ میلی‌لیتر فراورده در شرایط STP، چند ژول گرما در این واکنش مبادله می‌شود؟



۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰

۳) ۶۰۰ ۴) ۸۰۰

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مساله ـ ۱۲۰٤)

برای آغاز هر واکنش شیمیایی، مقدار معینی از انرژی لازم است که به آن انرژی فعال‌سازی واکنش می‌گویند. انرژی فعال‌سازی واکنش با نماد Ea نشان داده می‌شود. یکی از روش‌های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها است. جالب اینکه واکنش‌های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند. تغییر آنتالپی یک واکنش شیمیایی، برابر با تفاضل انرژی فعال‌سازی واکنش در جهت رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش در جهت برگشت است. در قدم اول، باید تغییر آنتالپی واکنش مورد نظر را محاسبه کنیم.

$$\Delta H = \text{انرژی فعال‌سازی} - ۱۸۰ \Rightarrow \Delta H = ۶۰ - ۱۸۰ = -۱۲۰\ kJ$$

با توجه به مقدار تغییر آنتالپی واکنش، مقدار گرمای مبادله شده را محاسبه می‌کنیم.

$$?\ kJ\ \text{انرژی} = ۲۲۴\ mL\ C \times \frac{۱\ L\ C}{۱۰۰۰\ mL\ C} \times \frac{۱\ mol\ C}{۲۲/۴\ L\ C} \times \frac{۱۲۰\ kJ\ \text{انرژی}}{۳\ mol\ C} = ۰/۴\ kJ \sim ۴۰۰J$$

هرچه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن واکنش کمتر است. به عنوان مثال، چون انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن فسفر سفید کمتر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است، یک نمونه از این ماده برخلاف گاز هیدروژن در دمای اتاق می‌سوزد.

www.mapedu.ir

3- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک، یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری در کشاورزی است.

۲) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، از ابتدای کار تا زمان برقراری تعادل، سرعت واکنش برگشت افزایش پیدا می‌کند.

۳) فراوان‌ترین گاز سازنده هواکره از ذرات ناقطبی ساخته شده و به طور مستقیم توسط گیاهان قابل جذب نیست.

۴) یکای ثابت تعادل واکنش تولید گاز آمونیاک با استفاده از گازهای هیدروژن و نیتروژن، معادل با $mol^{۲}.L^{-۲}$ است.

پاسخ: گزینه ٤ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰٤)

یکای ثابت تعادل برای واکنش‌های مختلف، متفاوت از یکدیگر است و به تفاوت میان شمار مول‌های گازی و محلول موجود در دو طرف واکنش بستگی دارد. در این رابطه، داریم: تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت چپ واکنش-تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت راست واکنش$= \Delta n$

یکای K واکنش $= (mol.L^{-۱})^{\Delta n}$

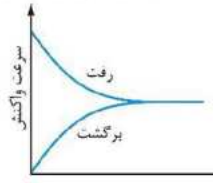
با توجه به توضیحات داده شده، یکای ثابت تعادل واکنش $۳H_۲(g) + N_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$، معادل با $L^{۲}.mol^{-۲}$ است.

نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم. از طرف دیگر، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن برگشت‌پذیر است و به صورت تعادلی انجام می‌شود؛ پس کل گازهای نیتروژن و هیدروژن واردشده به محفظه واکنش، به فراورده تبدیل نمی‌شوند. هابر به دنبال شرایطی بود که در آن، واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند و واکنش به میزان بیشتری پیشرفت کند. 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.

بررسی سایر عبارت‌ها:

۱) بهترین راه حل برای تامین غذای مردم جهان، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است. در این راستا، شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود. یکی از این کودها، آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود. اوره نیز نوع دیگری از کودهای شیمیایی است که نیتروژن را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد.

۲) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، از ابتدای کار تا زمان برقراری تعادل، به تدریج غلظت فراورده‌های واکنش کلی(واکنش‌دهنده‌های مورد نیاز برای انجام شدن واکنش برگشت) افزایش یافته و بر این اساس، سرعت واکنش برگشت نیز در این واکنش‌ها به مرور افزایش پیدا می‌کند. سرانجام با برابر شدن سرعت واکنش‌های رفت و برگشت، تعادل برقرار می‌شود. نمودار زیر روند تغییر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را نشان می‌دهد:



۳) 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 برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. تصویر زیر، روند مبادله گازهای مختلف را بین هواکره و زیست‌کره نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، نیتروژن مورد نیاز گیاهان توسط باکتری‌های موجود در خاک جذب و تثبیت خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

4- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) گیاهان برای رشد افزون بر گاز $CO_۲$ و آب، به برخی از عناصر نیز نیاز دارند که همه آن‌ها متعلق به دسته p هستند.

ب) از تغییر فشار سامانه می‌توان برای افزایش پیشرفت واکنش $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$ استفاده کرد.

پ) افزایش حجم در یک تعادل گازی با $K = ۴ \times ۱۰^{-۵} mol.L^{-۱}$، موجب جابه‌جایی این تعادل در جهت رفت می‌شود.

ت) در تعادل $CaSO_۴(s) \rightleftharpoons CaO(s) + SO_۲(g)$ با خروج گاز $SO_۲$ از ظرف، جرم CaO تولید شده افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) گیاهان برای رشد به گاز CO_2، آب و برخی از انواع عناصر مختلف نیاز دارند. 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. بجز نیتروژن، گیاهان برای رشد خود به عناصر دیگری از جمله گوگرد، فسفر و پتاسیم نیز نیاز دارند. برخی از این عناصر از جمله پتاسیم، متعلق به دسته p جدول دوره‌ای نیستند.

ب) تغییر فشار، فقط بر تعادل‌هایی تاثیر دارد که حداقل یک جزء گازی در میان مواد واکنش‌دهنده و یا فراورده آن‌ها وجود داشته باشد و علاوه بر آن، شمار مول‌های گازی در دو سمت معادله آن‌ها برابر نباشد. چون در تعادل مورد نظر هیچ ماده‌ی گازی وجود ندارد، از تغییر فشار نمی‌توان برای جابه‌جایی این تعادل استفاده کرد.

پ) در تعادلی با $K = ۰/۰۰۰۴ mol.L^{-1}$، با توجه به مقیاس(یکا) ثابت تعادل، شمار مول‌های گازی فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت در سمت راست این واکنش، مجموع ضرایب مواد گازی به اندازه یک واحد بیشتر از سمت چپ خواهد بود. در این حالت، با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

ت) تعادل برقرار شده به صورت $CaSO_4(s) \rightleftharpoons CaO(s) + SO_2(g)$ است. با خارج کردن گاز SO_2 از ظرف، تعادل به سمت رفت(به سمت تولید گاز گوگرد تری‌اکسید) جابه‌جا شده و جرم کلسیم اکسید موجود در ظرف افزایش می‌یابد.

www.biomaze.ir

5- مقدار ۳۸۶ گرم کلسیم کربنات را وارد یک ظرف ۲ لیتری می‌کنیم تا تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش برابر با ۳۲۰ گرم باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش چقدر بوده و درصد جرمی کلسیم اکسید در بین مواد جامد موجود در ظرف برابر با چند درصد می‌شود؟

($Ca = ۴۰$ و $O = ۱۶$ و $C = ۱۲ : g.mol^{-1}$)

۱) ۱/۵ – ۲۶/۲۵ ۲) ۰/۷۵ – ۲۶/۲۵ ۳) ۱/۵ – ۵۲/۵ ۴) ۰/۷۵ – ۵۲/۵

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

کاهش جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش، بخاطر تولید شدن گاز کربن دی‌اکسید در این ظرف است. بر این اساس، می‌توان گفت از ابتدای کار تا لحظه‌ی برقرار شدن تعادل، ۶۶ گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید شده است؛ چراکه جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه ۶۶ گرم کاهش پیدا کرده است. ابتدا غلظت این گاز را محاسبه کرده و در قدم بعد، مقدار ثابت تعادل واکنش را بدست می‌آوریم.

$$?\,mol\,CO_2 = ۶۶\,g\,CO_2 \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۴۴\,g\,CO_2} = ۱/۵\,mol\,CO_2 \Longrightarrow [CO_2] = \frac{\text{مول } CO_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{۱/۵\,mol\,CO_2}{۲\,L} = ۰/۷۵\,mol.L^{-1}$$

$$K = [CO_2] = ۰/۷۵\,mol.L^{-1}$$

طی این فرایند، ۱/۵ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شده است، پس مقدار کلسیم اکسید تولید شده نیز برابر با ۱/۵ مول(معادل با ۸۴ گرم کلسیم اکسید) خواهد بود. بر این اساس، داریم:

$$\text{درصد جرمی کلسیم اکسید} = \frac{\text{جرم کلسیم اکسید}}{\text{جرم نهایی مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۸۴}{۳۲۰} \times ۱۰۰ = \text{درصد } ۲۶/۲۵$$

گروه آموزشی ماز

6- نمونه‌ای از گاز N_2 که شامل $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۴}$ مولکول می‌شود را به همراه ۶ گرم H_2 را وارد یک ظرف سربسته ۳ لیتری می‌کنیم تا تعادل مربوط به تولید گاز آمونیاک برقرار شود. اگر در حالت تعادل ۲۰٪ از حجم مخلوط تعادلی از آمونیاک تشکیل شده باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش در دمای موردنظر بر حسب $mol^{-2}.L^2$ کدام است؟ ($N = ۱۴ , H = ۱ : g.mol^{-1}$)

معادله واکنش موازنه شود $N_2(g) + H_2(g) \leftrightharpoons NH_3(g)$

۱) $\frac{۱۵}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۱۶}{۱۵}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

معادله واکنش انجام شده به صورت $N_2(g) + ۳H_2(g) \leftrightharpoons ۲NH_3(g)$ است. با توجه به واکنش تولید آمونیاک، اگر $۲x$ مول NH_3 تولید شود، مقدار N_2 و H_2 در حالت تعادل برابر خواهد بود با:

$$\text{مقدار مول } H_2 \text{ در تعادل} = \frac{۶}{۲} - ۳x = (۳ - ۳x)mol$$

$$\text{مقدار مول } N_2 \text{ در تعادل} = \frac{۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۴}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} - x = (۳ - x)mol$$

www.mapedu.ir

از طرفی درصد حجمی یک گاز در یک مخلوط گازی برابر است با:

$$\text{درصد حجمی گاز} = \frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم کل}} \times ۱۰۰$$

با توجه به قانون آووگادرو($\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{n_۱}{n_۲}$)، درصد حجمی هر گاز معادل با درصد مولی آن گاز در مخلوط خواهد بود. بر این اساس، در رابطه با درصد حجمی گازهای موجود در مخزن می‌توان نوشت:

$$\text{درصد حجمی گاز آمونیاک} = \frac{n_{NH_۳}}{n_{NH_۳} + n_{N_۲} + n_{H_۲}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۲۰ = \frac{۲x}{۲x + (۳ - x) + (۳ - ۳x)} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow ۰/۲ \times \underbrace{[۲x + (۳ - x) + (۳ - ۳x)]}_{۶-۲x} = ۲x \Rightarrow ۱/۲ = ۰/۴\,x + ۲\,x \Rightarrow x = \frac{۱/۲}{۲/۴} = ۰/۵\ mol$$

در نتیجه ثابت تعادل این واکنش برابر است با:

$$K = \frac{(۲x)^۲}{(۳ - x) \times (۳ - ۳x)^۳} \times (\frac{۱}{V})^{۲-۴} = \frac{۱^۲}{۲/۵ \times (۱/۵)^۳} \times (\frac{۱}{۳})^{-۲} = \frac{۳^۲}{۲/۵ \times ۳^۳ \times ۵^۳ \times ۱۰^{-۳}} = \frac{۱۶}{۱۵} mol^{-۲}.L^۲$$

توجه داریم که برای محاسبه ثابت تعادل واکنش، می‌توانستیم ابتدا غلظت هر ماده را محاسبه کرده و اعداد حاصل را در رابطه K قرار بدهیم.

در صنعت کشاورزی، به منظور فراهم‌ساختن نیتروژن مورد نیاز برای رشد گیاهان، آمونیاک را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. این ترکیب شیمیایی براساس معادله $N_۲(g) + ۳H_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)\ ;\ \Delta H = -۹۲\ kJ$ از واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن تولید می‌شود. فریتس هابر به دنبال شرایطی بود که در آن بیشترین مقدار آمونیاک(پیشرفت بالای فرایند تولید آمونیاک)، در کوتاه‌ترین زمان ممکن تولید شود. او برای رسیدن به این هدف، دست به دامن عوامل مؤثر بر تعادل‌های شیمیایی شد و با دستکاری هر یک از این عوامل، سعی در یافتن شرایط بهینه برای انجام‌شدن واکنش تولید آمونیاک کرد.

www.biomaze.ir

7- کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) در تعادل $۲NO_۲(g) \rightleftharpoons N_۲O_۴(g)$، پس از افزودن $N_۲O_۴$ به سامانه، سرعت واکنش رفت به تدریج افزایش پیدا می‌کند.

۲) در دمای ۲۵^oC و فشار $۱atm$، با ایجاد جرقه در مخلوطی از نیتروژن و هیدروژن، این گازها با یکدیگر واکنش می‌دهند.

۳) با افزودن آمونیاک به تعادل $NH_۴HS(s) \rightleftharpoons H_۲S(g) + NH_۳(g)$، غلظت گاز $H_۲S$ به تدریج افزایش می‌یابد.

۴) با افزودن کاتالیزگر مناسب به سامانه یک واکنش تعادلی، مقدار ثابت تعادل آن واکنش افزایش پیدا خواهد کرد.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

با افزودن گاز $N_۲O_۴$ به سامانه تعادلی $۲NO_۲(g) \rightleftharpoons N_۲O_۴(g)$، واکنش در جهت برگشت(در جهتی که منجر به مصرف گاز $N_۲O_۴$ می‌شود) به پیش رانده می‌شود. با انجام شدن واکنش برگشت، غلظت گاز $NO_۲$ به تدریج افزایش یافته و به همین خاطر، سرعت واکنش رفت نیز به تدریج افزایش پیدا می‌کند. در نهایت مجددا سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر شده و تعادل برقرار می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در دمای اتاق، با ایجاد جرقه در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن، انرژی فعال‌سازی(E_a) واکنش تامین نشده و این گازها با یکدیگر واکنش نمی‌دهند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و در دمای اتاق با گاز هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه واکنش نمی‌دهد؛ بنابراین از واکنش گازهای هیدروژن و نیتروژن در دما و شرایط اتاق نمی‌توانیم برای تولید آمونیاک استفاده کنیم.

۳) براساس اصل لوشاتلیه، در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را مصرف کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. در نقطه مقابل، در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را تولید کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. با افزودن آمونیاک به سامانه تعادلی $NH_۴HS(s) \rightleftharpoons H_۲S(g) + NH_۳(g)$، این تعادل در جهت برگشت(در جهت مصرف گاز آمونیاک) جابه‌جا شده و غلظت گاز $H_۲S$ در ظرف واکنش به تدریج کاهش می‌یابد.

۴) با افزودن کاتالیزگر مناسب به مخلوط واکنش، سرعت انجام‌شدن آن واکنش شیمیایی افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر، به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند؛ در حالی که با افزودن چند قطره محلول پتاسیم یدید به سامانه واکنش، سرعت کلی واکنش و سرعت تولید گاز اکسیژن به مقدار زیادی افزایش پیدا می‌کند. در سایر واکنش‌های شیمیایی نیز همانند واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید، با افزودن کاتالیزگر به مخلوط واکنش، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند. هرچند که کاتالیزگر سرعت برقرار شدن تعادل را بیشتر کرده و مدت زمان مورد نیاز را کاهش می‌دهد، اما توجه داریم که افزودن کاتالیزگر به سامانه‌ی واکنش، تاثیری در مقدار ثابت تعادل و مقدار نهایی فراورده تولید شده ندارد.

www.mapedu.ir

8- در شرایط مشخص، ۰/۲ مول از هر یک از گازهای NO_2 و O_2 در یک ظرف سربسته ۲ لیتری با هم مخلوط می‌شوند تا تعادل شیمیایی: $NO_2(g) + O_2(g) \leftrightharpoons NO(g) + O_2(g)\ ;\ K = 4$ برقرار شود. پس از برقراری تعادل، جرم گاز اوزون برابر با چند گرم شده و بازده درصدی واکنش چقدر است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید: $g.mol^{-1}$: $O = 16\ ,\ N = 14$)

۱) ۶۶/۶ - ۳/۲ ۲) ۷۵ - ۳/۲ ۳) ۶۶/۶ - ۶/۴ ۴) ۷۵ - ۶/۴

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

تغییر غلظت گونه‌ها در حالت تعادل به صورت زیر است:

	$NO_2(g)$	+ $O_2(g)$	$\rightleftharpoons$ $NO(g)$	+ $O_2(g)$
غلظت اولیه:	$\frac{0/2}{2}$	$\frac{0/2}{2}$	0	0
غلظت تعادلی:	$0/1 - x$	$0/1 - x$	x	x

در نتیجه رابطهٔ ثابت تعادل این واکنش به صورت زیر است:

$$K = \frac{[NO][O_2]}{[NO_2][O_2]} = \frac{x^2}{(0/1 - x)^2} = 4 \Rightarrow x^2 = 4 \times (0/01 - 0/2x + x^2) \Rightarrow x^2 = 0/04 - 0/8x + 4x^2 \Rightarrow$$
$$3x^2 - 0/8x + 0/04 = 0$$

البته، برای بدست آوردن مقدار x در معادله بالا، می‌توانستیم همان ابتدا از دو طرف معادله $\frac{x^2}{(0/1-x)^2} = 4$ جذر بگیریم و ادامه مراحل را پیش ببریم. در قدم بعد، معادله ایجاد شده را حل می‌کنیم:

$$x = \frac{0/8 \pm \sqrt{(0/8)^2 - 4 \times 3 \times (0/04)}}{2 \times 3} = \frac{0/8 \pm \sqrt{0/16}}{6} = \frac{0/8 \pm 0/4}{6} \Longrightarrow \begin{cases} x_1 = 0/2 \\ x_2 = \frac{0/4}{6} \end{cases}$$

توجه داریم که مقدار x_1 مورد قبول نیست زیرا در این حالت، مقادیر غلظت واکنش‌دهنده‌ها منفی می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت تنها مقدار مولفه قابل قبول در این معادله برابر با $\frac{0/4}{6}$ است. در ادامه جرم نیتروژن مونوکسید و بازدهٔ درصدی واکنش را بدست می‌آوریم:

$$\text{جرم اوزون} = \text{غلظت} \times \text{حجم ظرف} \times \text{جرم مولی گاز} = \frac{0/4}{6} \times 2 \times 48 = 6/4\ g$$

$$\text{بازدهٔ درصدی واکنش} = \frac{\text{غلظت مصرف شده از } NO_2}{\text{غلظت اولیه } NO_2} \times 100 = \frac{\frac{0/4}{6}}{0/1} \times 100 = \frac{\frac{1}{15}}{0/1} \times 100 = \frac{1000}{15} = \frac{200}{3} \simeq 67\%$$

www.biomaze.ir

9- بازده واکنش تولید آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن، در کدام‌یک از مخزن‌های زیر در مقایسه با سایر مخازن بیشتر است؟

مخزن	دما	محتویات وارد شده به مخزن	حجم مخزن
A	340 K	۶ مول گاز N_2 و ۹ مول گاز H_2	۴ لیتر
B	90 °C	۶ مول گاز N_2 و ۹ مول گاز H_2	۴ لیتر
C	340 K	۱/۵ مول گاز N_2 و ۴/۵ مول گاز H_2 و یک ورقه‌ی آهنی	۱۰ لیتر
D	90 °C	۱/۵ مول گاز N_2 و ۴/۵ مول گاز H_2 و یک ورقه‌ی آهنی	۱۰ لیتر

۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

همانطور که می‌دانیم، وجود و یا عدم وجود کاتالیزگر، هیچ تاثیر بر میزان پیشرفت واکنش‌های تعادلی نداشته و هیچ تغییری در مقدار نهایی فراورده‌ی تولید شده ایجاد نمی‌کند. در واقع، افزودن کاتالیزگر(ورقه‌ی آهن) فقط سرعت برقراری تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$ را افزایش می‌دهد، اما تاثیری بر مقدار نهایی گاز آمونیاک تولید شده ندارد. بجز کاتالیزگر، باید تاثیر دما و مقدار اولیه‌ی واکنش‌دهنده‌ها را نیز بررسی کنیم. چون واکنش تولید آمونیاک گرماده است، با افزایش دمای محیط واکنش، پیشرفت واکنش نیز کمتر می‌شود؛ پس می‌توان گفت پیشرفت واکنش در دمای ۳۴۰ کلوین(معادل با دمای ۶۷°C)، بیشتر از میزان پیشرفت واکنش در دمای ۹۰°C است.

در ظرف‌های A و B، مقدار ۶ مول گاز N_2 و ۹ مول گاز H_2 وارد ۴ لیتر فضا شده‌اند؛ درحالی که در ظرف‌های C و D، مقدار ۱/۵ مول گاز N_2 و ۴/۵ مول گاز H_2 وارد ۱۰ لیتر فضا شده‌اند، پس می‌توان گفت به طور کلی فشار گازها در ظرف‌های A و B بیشتر از دو ظرف دیگر است. از طرفی، فرایند هابر در فشارها بالاتر، با بازدهی بالاتری انجام می‌شود. با توجه به توضیحات داده شده، در ظرف A هم دما پایین‌تر است، هم فشار گازها بالاتر است؛ پس می‌توان گفت بازدهی واکنش تولید آمونیاک در این ظرف در مقایسه با سایر ظرف‌ها بیشتر می‌شود.

گروه آموزشی ماز

www.mapedu.ir

10 - کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در واکنش تعادلی $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$، تغییر فشار محیط تاثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد.

۲) با افزایش دما در تعادل $Q + HCOOH(aq) \rightleftharpoons HCOO^-(aq) + H^+(aq)$، مقدار pH محلول کمتر خواهد شد.

۳) اگر غلظت یک ماده در سامانه تعادلی کاهش یابد، تعادل در جهت تولید آن ماده تا حدی پیش می‌رود که به تعادل اولیه برسد.

۴) با ورود ۱ مول گاز N_2O_4 به ظرف ۱ لیتری، تعادل $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ,K = 2$ با حضور ۱ مول NO_2 برقرار می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و مساله ـ ۱۲۰۴)

براساس اصل لوشاتلیه، در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را مصرف کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل(یک تعادل جدید، نه تعادل اولیه) برسد. در نقطه مقابل، در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را تولید کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل(یک تعادل جدید، نه تعادل اولیه) برسد. توجه داریم که در این جابه‌جایی، مقدار K ثابت باقی می‌ماند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همانطور که گفتیم، برای آن‌که تغییر حجم بر جابه‌جایی یک تعادل شیمیایی مؤثر باشد، باید حداقل یکی از اجزای شرکت‌کننده در واکنش گازی‌شکل باشد و تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش نیز برابر نباشند. در واکنش $NiO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Ni(s) + CO_2(g)$، تعداد مول‌های گازی در دو سمت معادله یکسان است، پس تغییر فشار بر جابه‌جایی این تعادل تاثیری ندارد.

۲) معادله تعادل مربوط به یونش فورمیک اسید به صورت $Q + HCOOH(aq) \rightleftharpoons HCOO^-(aq) + H^+(aq)$ است. با افزایش دما، تعادل مورد نظر در جهت مصرف گرما(در جهت رفت) جابه‌جا شده و غلظت یون‌های حاصل از یونش اسید در محلول افزایش پیدا می‌کند. با افزایش غلظت یون هیدروژن در محلول مورد نظر، pH این محلول به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

۴) معادله واکنش تعادلی برقرار شده به صورت مقابل است:

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ,K = 2$$

واکنش پس از ورود ۱ مول N_2O_4 به ظرف ۱ لیتری آغاز شده است، پس غلظت اولیه این گاز برابر با ۱ مول بر لیتر می‌شود. برای برقرار شدن تعادل، مقداری از گاز N_2O_4 تجزیه می‌شود. جدول زیر، روند تغییرات غلظت این گاز را نشان می‌دهد:

	$N_2O_4(g)$	$\rightleftharpoons$	$2NO_2(g)$
غلظت اولیه	۱		۰
تغییر غلظت	$-x$		$+2x$
غلظت در تعادل برقرار شده	$1-x$		$2x$

در رابطه با تعادل برقرار شده، داریم:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Longrightarrow 2 = \frac{(2x)^2}{(1-x)} \Longrightarrow 4x^2 = 2 - 2x \Longrightarrow 4x^2 + 2x - 2 = 0 \Longrightarrow x = \begin{cases} \text{غیرقابل قبول } -1 \\ \text{قابل قبول } 0/5 \end{cases}$$

در معادله درجه دوم $4x^2 + 2x - 2 = 0$، مقدار دلتا برابر با ۳۶ بدست می‌آید، پس مقدار ریشه‌های معادله برابر با ۱- و ۰/۵ می‌شوند. توجه داریم که در حالت $x = -1$ مقدار غلظت گاز N_2O_4 در حالت تعادل برابر با ۲ مولار و غلظت گاز NO_2 نیز معادل با ۲- مولار بدست می‌آید و مشخص است که چنین حالتی غیرمنطقی و غیرقابل‌قبول است. با توجه به مقدار مولفه x، غلظت تعادلی گاز قهوه‌ای‌رنگ NO_2 در ظرف واکنش برابر با ۱ مول بر لیتر می‌شود.

اگر یک معادله درجه دوم به صورت $ax^2 + bx - c = 0$ داشته باشیم، مقدار دلتا در این معادله و مقدار ریشه‌های معادله با استفاده از روابط ریاضی زیر بدست می‌آیند:

$$\Delta = b^2 - 4ac$$
$$x_1\ ,x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

اگر در یک معادله درجه دوم، $a + b + c = 0$ باشد، مقدار ریشه‌های معادله برابر با ۱ و $\frac{c}{a}$ می‌شود. در چنین حالتی دیگر نیاز به محاسبه دلتا نداریم. به طریق مشابه، اگر در یک معادله درجه دوم، $a - b + c = 0$ باشد، مقدار ریشه‌های معادله برابر با ۱- و $\frac{-c}{a}$ می‌شود. برای حل معادله این سوال، می‌توانستیم از این رابطه استفاده کنیم.

www.biomaze.ir

11 - مقدار ۱۲۸ گرم گاز SO_2 را وارد ظرفی به حجم ۴ لیتر می‌کنیم تا تعادل $2SO_2(g) \leftrightarrows 2SO_2(g) + O_2(g)$ برقرار شود. اگر در لحظهٔ برقراری تعادل فقط ۲۰٪ از گاز گوگرد تری اکسید در ظرف باقی مانده باشد، غلظت O_2 در حالت تعادل برحسب مول بر لیتر چقدر بوده و ثابت تعادل این واکنش کدام است؟ $(S = 32\ ,O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) $2/56mol.L^{-1}$ ـ $0/16$

۲) $2/56mol.L^{-1}$ ـ $0/32$

۳) $5/12mol.L^{-1}$ ـ $0/16$

۴) $5/12mol.L^{-1}$ ـ $0/32$

www.mapedu.ir

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

در ابتدای این فرایند، ۱/۶ مول گاز گوگرد تری‌اکسید وارد ظرف واکنش شده است. از آنجا که ۸۰ درصد SO_3 تجزیه شده و ۲۰٪ از آن در ظرف باقی مانده است، بنابراین داریم:

$$\text{مول } SO_3 \text{ تجزیه شده} = ۱/۶ \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۱/۲۸\ mol$$

بر این اساس، در طول واکنش ۱/۲۸ مول گاز SO_3 تجزیه شده و به ترتیب ۱/۲۸ مول گاز SO_2 و ۰/۶۴ مول گاز اکسیژن تولید شده است. با توجه به توضیحات داده شده، غلظت‌های تعادلی مواد موجود در ظرف واکنش برابر است با:

$$[SO_2] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{۱/۲۸}{۴} = ۰/۳۲\ mol.L^{-۱} \qquad [SO_3] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{۱/۶ - ۱/۲۸}{۴} = ۰/۰۸\ mol.L^{-۱}$$

$$[O_2] = \frac{\text{مول}}{\text{حجم ظرف}} = \frac{\frac{۱/۲۸}{۲}}{۴} = ۰/۱۶\ mol.L^{-۱}$$

در نهایت ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[SO_2]^۲[O_2]}{[SO_3]^۲} = \frac{(۰/۳۲)^۲ \times (۰/۱۶)}{(۰/۰۸)^۲} = \frac{(۱۰^{-۴} \times ۲^{۱۰}) \times (۱۰^{-۲} \times ۲^۴)}{(۱۰^{-۴} \times ۲^۶)} = ۲^۸ \times ۱۰^{-۲} = ۲/۵۶\ mol.L^{-۱}$$

با توجه به محاسبات بالا، ثابت تعادل این واکنش برابر با ۲/۵۶ مول بر لیتر است.

گروه آموزشی ماز

12 ـ تعادل $۲NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)\ ,\ K = ۸\ L.mol^{-۱}$، با حضور ۰/۵ مول گاز NO_2 و ۹۲ گرم گاز N_2O_4 در یک ظرف سربسته برقرار شده است. پس از وارد کردن ۲۹۹ گرم گاز NO_2 به ظرف واکنش و برقراری مجدد تعادل، مجموعا چند مولکول گازی در ظرف واکنش وجود خواهد داشت؟ $(O = ۱۶ \text{ و } N = ۱۴ :\ g.mol^{-۱})$

۱) $۳/۶۱۲\times۱۰^{۲۴}$ ۲) $۲/۴۰۸\times۱۰^{۲۴}$ ۳) $۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}$ ۴) $۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۴}$

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

معادله واکنش تعادلی انجام شده به صورت مقابل است:

$$۲NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$$

حجم ظرف واکنش را برابر با V لیتر در نظر گرفته و بر این اساس، در قدم اول غلظت تعادلی گازها را در ظرف اولیه محاسبه می‌کنیم:

$$[NO_2] = \frac{\text{مول } NO_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{۰/۵}{V}\ mol.L^{-۱}$$

$$[N_2O_4] = \frac{\text{مول } N_2O_4}{\text{حجم ظرف}} = \frac{۱}{V}\ mol.L^{-۱}$$

بر این اساس، حجم ظرف واکنش مورد نظر را در شرایط داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^۲} = \frac{\frac{۱}{V}}{(\frac{۰/۵}{V})^۲} = ۸\ L.mol^{-۱} \Longrightarrow V = ۲\ L$$

با توجه به حجم ظرف واکنش، غلظت اولیه گازهای NO_2 و N_2O_4 به ترتیب برابر با ۰/۲۵ و ۰/۵ مول بر لیتر بوده است. در قدم بعد، مقدار مول گاز NO_2 وارد شده به ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ NO_2 = ۲۹۹\ g\ NO_2 \times \frac{۱\ mol\ NO_2}{۴۶\ g\ NO_2} = ۶/۵\ mol$$

حجم ظرف واکنش برابر با ۲ لیتر است، پس با افزودن ۶/۵ مول گاز NO_2 به ظرف واکنش، غلظت این گاز به اندازه $\frac{۶/۵}{۲} = ۳/۲۵$ مول بر لیتر افزایش پیدا می‌کند. غلظت اولیه تعادلی این گاز برابر با ۰/۲۵ مول بر لیتر بوده پس در لحظه اعمال تغییر، غلظت این گاز برابر با ۳/۵ مول بر لیتر می‌شود. با افزودن گاز NO_2 به ظرف واکنش، تعادل در جهت رفت جابه‌جا خواهد. بر این اساس، می‌توان جدول زیر را در رابطه با این واکنش رسم کرد:

	$۲NO_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$N_2O_4(g)$
غلظت در تعادل اولیه	۰/۲۵		۰/۵
مقدار غلظت اضافه شده	+۳/۲۵		-
تغییر غلظت تا برقراری تعادل جدید	$-۲x$		$+x$
غلظت در تعادل جدید	$۳/۵ - ۲x$		$۰/۵ + x$

www.mapedu.ir

می‌دانیم که با افزودن یا حذف کردن مواد، تغییری در مقدار ثابت تعادل ایجاد نمی‌شود. بر این اساس، با توجه به مقدار ثابت تعادل این واکنش که برابر با ۸ لیتر بر مول است، مقدار x را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} \Longrightarrow 8 = \frac{0/5 + x}{(3/5 - 2x)^2} \Longrightarrow 0/5 + x = 8 \times (4x^2 - 7x + 12/25) \Longrightarrow 32x^2 - 113x + 97/5 = 0 \Rightarrow$$

$$x = \begin{cases} 2/03 \text{ غیرقابل قبول} \\ 1/5 \text{ قابل قبول} \end{cases}$$

توجه داریم که مقدار x در معادله بالا هرگز نمی‌تواند بزرگ‌تر از ۱/۷۵ شود، چون در این صورت مقدار گاز NO_2 در تعادل جدید برقرار شده منفی می‌شود که این مقدار غیر قابل قبول است. با توجه به محاسبات انجام شده، جدول مربوط به تغییر غلظت گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش به صورت زیر می‌شود:

	$2NO_2(g)$	⇌	$N_2O_4(g)$	مجموع
غلظت در تعادل اولیه	۰/۲۵		۰/۵	۰/۷۵
غلظت در تعادل جدید	۰/۵		۲	۲/۵

حجم ظرف واکنش برابر با ۲ لیتر بوده و مجموع غلظت مولی گازهای موجود در ظرف واکنش برابر با ۲/۵ مول بر لیتر است، پس می‌توان گفت در حالت تعادل جدید، مجموعا ۵ مول ماده گازی در ظرف وجود دارد. بر این اساس، داریم:

$$?\ \text{تعداد مولکول گازی} = 5\ mol\ \text{گاز} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ \text{تعداد مولکول گازی}}{1\ mol\ \text{گاز}} = 3/01 \times 10^{24}\ \text{مولکول}$$

www.biomaze.ir

13- اگر تعادل $Q + 2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$، با حضور ۳۲ گرم اکسیژن و جرم برابر از گازهای SO_2 و SO_2 در یک ظرف ۲۵۰ میلی‌لیتری برقرار شده باشد، مقدار ثابت تعادل این واکنش برابر با ..... مول بر لیتر شده و در صورت ..... تفاوت غلظت گازهای SO_2 و SO_2 موجود در ظرف واکنش کاهش می‌یابد. $(O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۶/۲۵ – خارج کردن مقداری O_2 از سامانه واکنش
۲) ۶/۲۵ – وارد کردن مقداری O_2 به سامانه واکنش
۳) ۱۲/۵ - افزایش دمای سامانه واکنش
۴) ۱۲/۵ – کاهش دمای سامانه واکنش

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله و مفهومی ـ ۱۲۰۴)

جرم هر یک از گازهای SO_2 و SO_2 موجود در ظرف واکنش را برابر با x گرم در نظر گرفته و غلظت هر گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ mol\ SO_2 = x\ g\ SO_2 \times \frac{1\ mol\ SO_2}{64\ g\ SO_2} = \frac{x}{64}\ mol \quad \Rightarrow [SO_2] = \frac{\text{مول } SO_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{\frac{x}{64}\ mol\ SO_2}{0/25\ L} = \frac{x}{16}\ mol.L^{-1}$$

$$?\ mol\ SO_3 = x\ g\ SO_3 \times \frac{1\ mol\ SO_3}{80\ g\ SO_3} = \frac{x}{80}\ mol \quad \Rightarrow [SO_3] = \frac{\text{مول } SO_3}{\text{حجم ظرف}} = \frac{\frac{x}{80}\ mol\ SO_3}{0/25\ L} = \frac{x}{20}\ mol.L^{-1}$$

با توجه به اطلاعات سوال، می‌توان گفت در تعادل اولیه ۱ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته است. بر این اساس، در قدم بعد غلظت گاز اکسیژن موجود در ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$[O_2] = \frac{\text{مول } O_2}{\text{حجم ظرف}} = \frac{1\ mol\ O_2}{0/25\ L} = 4\ mol.L^{-1}$$

با توجه به غلظت مواد موجود در ظرف واکنش، مقدار ثابت تعادل این واکنش را بدست می‌آوریم:

$$K = \frac{[SO_2]^2 \times [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{\left(\frac{x}{16}\right)^2 \times 4}{\left(\frac{x}{20}\right)^2} = 6/25\ mol.L^{-1}$$

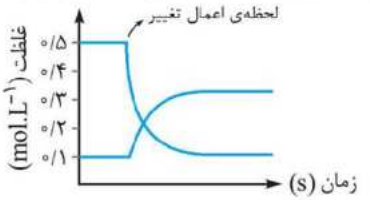
در تعادل اولیه، غلظت گاز SO_2 در ظرف واکنش بیشتر از غلظت گاز SO_2 است. اگر تغییر در جهتی باشد که تعادل مورد نظر به سمت برگشت جابه‌جا شود، تفاوت غلظت گازهای SO_2 و SO_2 در ظرف واکنش نیز کاهش پیدا می‌کند. وارد کردن گاز اکسیژن به ظرف واکنش و کاهش دما، از جمله عواملی هستند که تعادل را در جهت برگشت جابه‌جا می‌کنند.

گروه آموزشی ماز

www.mapedu.ir

14 - نمودار مقابل را در نظر بگیرید:

این نمودار، روند تغییر غلظت دو مورد از مواد شرکت‌کننده در واکنش تعادلی $2NO_2(g) + Q \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$ را نشان می‌دهد. این نمودار می‌تواند مربوط به چه تعداد از تغییرات زیر باشد؟



آ) افزودن گاز NO به سامانه‌ی واکنش

ب) افزایش حجم ظرف واکنش

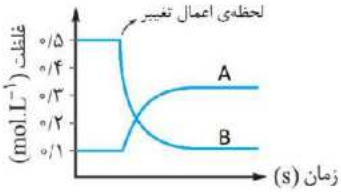
پ) خارج کردن گاز اکسیژن از ظرف واکنش

ت) افزایش دمای سامانه‌ی واکنش

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

نمودار داده شده به صورت زیر است:



چون مقدار تغییر غلظت ماده‌ی A، نصف مقدار تغییر غلظت ماده‌ی B بوده است و غلظت یکی از این مواد روند افزایشی و غلظت دیگری روند کاهشی داشته است؛ پس می‌توان گفت ماده‌ی A معادل با گاز اکسیژن(فراورده‌ای از واکنش با ضریب یک) بوده و ماده‌ی B نیز معادل با گاز NO_2(واکنش‌دهنده‌ای از واکنش با ضریب دو) است. چون غلظت گاز اکسیژن در تعادل $2NO_2(g) + Q \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$ افزایش پیدا کرده است؛ پس می‌توان گفت تغییر ایجاد شده تعادل را در جهت رفت جابه‌جا کرده است. از میان تغییرات گفته شده، فقط افزایش دمای ظرف واکنش می‌تواند روند تغییر غلظت مواد را مطابق با نمودار داده شده تغییر بدهد. توجه داریم که خارج کردن گاز اکسیژن از ظرف واکنش نیز تعادل را در جهت رفت جابه‌جا می‌کند، اما این تغییر در لحظه اعمال خود باید غلظت گاز اکسیژن در ظرف واکنش را به صورت ناگهانی کاهش بدهد، درحالی که در نمودار داده شده چنین اتفاقی رخ نداده است.

www.biomaze.ir

15 - کدام موارد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) در واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + Q$، با افزایش دمای گازها، سرعت واکنش تولید گاز SO_3 کاهش می‌یابد.

ب) در تعادل $HF(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + H^+(aq)$، پس از انحلال مقداری سود در محلول، غلظت مولی F^- افزایش می‌یابد.

پ) اگر یک واکنش تعادلی با افزایش دما در جهت رفت جابه‌جا شود، با انجام شدن آن واکنش پایداری مواد افزایش می‌یابد.

ت) در دستگاه استفاده شده برای انجام فرایند هابر، گازهای H_2 و N_2 واکنش نداده به محفظه واکنش بازگردانده می‌شوند.

۱) آ و پ ۲) آ و ت ۳) ب و پ ۴) ب و ت

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

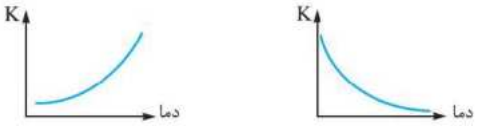
آ) واکنش $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + Q$، گرماده بوده و درصورت افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. توجه داریم که با افزایش دما، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به طور هم‌زمان افزایش پیدا می‌کند، اما مقدار افزایش سرعت برای واکنش برگشت بیشتر بوده و به همین خاطر است که تعادل در حالت کلی به سمت برگشت جابه‌جا می‌شود.

با افزایش دمای یک سامانه در حال تعادل، واکنش در جهت مصرف گرما(Q) پیش می‌رود تا دمای سامانه را مجدداً کاهش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار فراورده‌ها افزایش پیدا می‌کند. در نقطه مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با افزایش دما در جهت برگشت پیش رفته و مقدار واکنش‌دهنده‌ها افزایش می‌یابد. با کاهش دمای یک سامانه در حال تعادل، واکنش در جهت تولید گرما پیش می‌رود تا دمای سامانه را دوباره افزایش دهد. اگر این واکنش گرماگیر باشد، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار واکنش‌دهنده‌ها افزایش پیدا می‌کند. در نقطه مقابل، اگر این واکنش گرماده باشد، با کاهش دما در جهت رفت پیش می‌رود و مقدار فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

ب) 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، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی تعادل به سمت رفت، غلظت مولی یون F^- افزایش می‌یابد.

www.mapedu.ir

پ) واکنش‌های تعادلی گرماگیر($\Delta H > 0$)، با افزایش دما در جهت مصرف گرما(در جهت رفت) جابه‌جا می‌شوند. با انجام شدن واکنش‌های گرماگیر، سطح انرژی مواد افزایش یافته و پایداری آن‌ها کاهش می‌یابد. نمودارهای زیر، روند تغییر ثابت تعادل واکنش‌های گرماگیر(نمودار سمت چپ) و گرماده(نمودار سمت راست) را بر حسب تغییر دما نشان می‌دهد:



ت) تصویر زیر، شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش 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.

www.mapedu.ir

16 - کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) فناوری تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک، دستاوردی از دانش شیمی بوده و راه انجام جراحی‌ها را هموار کرده است.
۲) اوره یکی از کودهای شیمیایی محلول در آب به شمار رفته و در ساختار آن، ۸ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است.
۳) هوای آلوده به فرایند پوسیدگی خودروها سرعت بخشیده و محتوی گازهای آلاینده‌ای است که همه آن‌ها بوی‌بدی دارند.
۴) در یک خودرو در حال حرکت، شمار مولکول‌های CO خارج شده از اگزوز بیشتر از شمار مولکول‌های گاز NO است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با انجام رفتارهای نادرست، گازهای آلاینده وارد هوا شده و دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. گازهای SO_2، NO_2، نیتروژن مونوکسید، کربن مونوکسید، اوزون، مواد آلی فرار و ذرات معلق، از جمله گازهای آلاینده‌ی موجود در هوای آلوده هستند. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهر را زشت می‌کند، به فرایند فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم و سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود. توجه داریم که همه گازهای موجود در هوای آلوده الزاما بوی بدی ندارند. برای مثال، گاز کربن مونوکسید یک گاز بی‌بو است. ساختار مولکولی این گاز به صورت زیر است:

$$:C \equiv O:$$

کربن مونوکسید گازی بی‌رنگ، بی بو و بسیار سمّی است. چگالی این گاز کمتر از هوا بوده و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوریکه این گاز به سرعت در همه‌ی فضای اتاق پخش می‌شود. از آنجا که میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر گاز اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت فرد شده و سامانه‌ی عصبی او را فلج می‌کند و قدرت هرگونه اقدامی را از آن می‌گیرد. در چنین شرایطی، به فرد مسموم احساس خفگی دست داده و او سرانجام می‌میرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

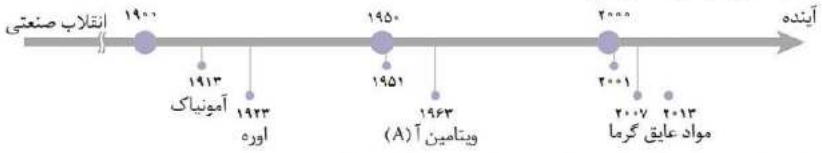
۱) دانش شیمی و فناوری‌های آن، نقش پررنگی در گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است. نمودار زیر، برخی از فناوری‌های مهم شیمیایی و نتایج حاصل از آن‌ها را نشان می‌دهد:

شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک ← هموارشدن راه برای انجام جراحی‌های گوناگون
شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب ← تأمین غذای جهان
مبدل‌های کاتالیستی ← کاهش‌دادن آلودگی‌های ناشی از مصرف بنزین
صنایع الکترونیک ← گسترش فناوری تولید صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی
تصفیه آب ← جلوگیری از گسترش انواع بیماری‌ها از جمله وبا
تولید بنزین ← سرعت‌دادن به فرایند حمل‌ونقل در جهان
تولید پلاستیک ← دگرگون‌کردن صنعت تولید پوشاک و صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی

۲) اوره $(CO(NH_2)_2)$ از جمله کودهای شیمیایی است که به خاک افزوده می‌شود. مشخصات اوره به صورت زیر است:

نام ماده	فرمول شیمیایی	ساختار	نوع ماده	حلال مناسب
اوره	$CO(NH_2)_2$	$O=C(NH_2)_2$	مولکول قطبی	حلال قطبی (آب)

توجه داریم که فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب مثل آمونیاک و اوره، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد. نمودار زیر، زمان دستیابی بشر به فناوری تولید این مواد را نشان می‌دهد:



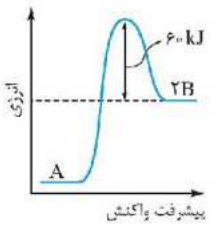
۴) جدول زیر مقدار آلاینده‌های خارج شده از اگزوز خودروها را در شرایط مختلف نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل کاتالیستی	۵/۹۹	۱/۶۷	۱/۰۴
	در حضور مبدل کاتالیستی	۰/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۴

با توجه به این جدول، جرم گاز NO تولید شده در یک خودرو در حال حرکت، کمتر از جرم گاز CO تولید شده است. از طرفی، جرم مولی گاز نیتروژن مونوکسید نیز بیشتر از جرم مولی گاز کربن مونوکسید است. بر این اساس، می‌توان گفت در یک خودرو در حال حرکت، شمار مولکول‌های CO خارج شده از اگزوز قطعا بیشتر از شمار مولکول‌های گاز NO است.

www.mapedu.ir

17 - 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؟



$I)\ B + C \rightarrow 2D \quad ; \Delta H = -45kJ$
$II)\ B + D \rightarrow 2C \quad ; \Delta H = +82kJ$
$III)\ A \rightarrow D + C \quad ; \Delta H = +117kJ$

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۱۴۰

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

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 واکنش شیمیایی $A \longrightarrow 2B$ 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) $B + C \rightarrow 2D \quad . \Delta H = -45kJ$

$\xrightarrow{\times(-1)} 2D \rightarrow B + C \quad . \Delta H = +45kJ$

۲) $B + D \rightarrow 2C \quad . \Delta H = +82kJ$

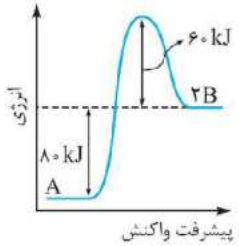
$\xrightarrow{\times(-1)} 2C \rightarrow B + D \quad . \Delta H = -82kJ$

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) $A \rightarrow D + C \quad . \Delta H = +117kJ$

بنابراین آنتالپی واکنش $A \longrightarrow 2B$ برابر است با: $\Delta H = 45 + (-82) + 117 = 80\,kJ$

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:

$E_a = 80 + 60 = 140\,kJ$

بنابراین انرژی فعال‌سازی واکنش $A \longrightarrow 2B$ برابر با ۱۴۰ کیلوژول است.

گروه آموزشی ماز

18 - جدول زیر، اطلاعات مربوط به نوعی آلاینده خارج شده از اگزوز خودرو در حضور و غیاب مبدل کاتالیستی را نشان می‌دهد:

فرمول شیمیایی آلاینده		NO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای طی یک کیلومتر	در غیاب مبدل	۱/۰۴
	در حضور مبدل	۰/۰۴

اگر این خودرو روزانه $60km$ مسافت را طی کند، گاز N_2 تولید شده در مبدل کاتالیستی این خودرو در طول یک هفته، در واکنش تولید چند گرم گاز آمونیاک بر اساس فرایند هابر مصرف می‌شود؟ ($H = 1 : g.mol^{-1}$ و $N = 14$ و $O = 16$)

۱) ۱۱۹ ۲) ۲۳۸ ۳) ۳۵۷ ۴) ۴۷۶

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش شیمیایی انجام‌شده در مبدل کاتالیستی به صورت زیر است:

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

بر اثر پیمایش هر کیلومتر از مسیر توسط خودرو مورد نظر، مقدار $1 = 0/04 - 1/04$ گرم آلاینده NO توسط مبدل کاتالیستی تجزیه می‌شود.

www.mapedu.ir

در صورتی که این خودرو، روزانه ۶۰ کیلومتر مسافت طی کند، مقدار گاز N_2 تولیدشده در مبدل کاتالیستی این خودرو در طول یک هفته برابر است با:

$$?\,g\,N_2 = 7\,day \times \frac{60\,km}{1\,day} \times \frac{1\,g\,NO}{1\,km} \times \frac{1\,mol\,NO}{30\,g\,NO} \times \frac{1\,mol\,N_2}{2\,mol\,NO} \times \frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2} = 196\,g$$

بنابراین مقدار گاز نیتروژن تولیدشده در مبدل کاتالیستی این خودرو در طول یک هفته برابر با ۱۹۶ گرم است. اکنون باید ببینیم بر اثر مصرف این مقدار گاز نیتروژن در فرایند هابر، چند گرم آمونیاک تولید می‌شود. معادله موازنه‌شده فرایند هابر به صورت زیر است:

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

بر این اساس، داریم:

$$?\,g\,NH_3 = 196\,g\,N_2 \times \frac{1\,mol\ N_2}{28\,g\,N_2} \times \frac{2\,mol\,NH_3}{1\,mol\ N_2} \times \frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} = 238\,g$$

به منظور محاسبه‌ی جرم آمونیاک تولیدشده از روش تناسب، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\left[\frac{\text{گرم گاز نیتروژن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] = \left[\frac{\text{گرم گاز آمونیاک}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] \Rightarrow \frac{196}{1 \times 28} = \frac{x}{2 \times 17} \Rightarrow x = 238\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم در این فرایند، ۲۳۸ گرم آمونیاک تولید می‌شود. توجه داریم که از کاتالیزگرها در واکنش‌های بسیاری استفاده می‌شود. به عنوان مثال، با استفاده از کاتالیزگرها در مبدل‌های کاتالیستی، می‌توانیم برای کاهش یا حذف آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها استفاده کنیم. این کاتالیزگرها به دو صورت متفاوت در خودروهای بنزینی و خودروهای دیزلی استفاده می‌شوند. 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.

گروه آموزشی ماز

19 - کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) جسمی که طول موج‌های ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر را جذب و سایر پرتوها را بازتاب می‌کند، به رنگ قرمز دیده می‌شود.
۲) با زدن یک جرقه در مخزنی از گازهای H_2 و O_2 که حاوی مقدار پودر روی است، یک واکنش انفجاری رخ می‌دهد.
۳) در موتور خودروها، انرژی فعال‌سازی واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن فراهم شده و مقداری گاز NO تولید می‌شود.
۴) امواج رادیویی نسبت به پرتوهای فروسرخ کم‌انرژی‌تر بوده و از برهم‌کنش آن‌ها می‌توان برای تشخیص مواد استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

هرگاه یک نمونه ماده در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی قرار گیرد، با توجه به ساختار ماده سازنده خود، ممکن است گستره معینی از آنها را جذب کرده و پرتوهای باقی‌مانده را بازتاب کند یا عبور دهد. ترکیب گفته شده در صورت سوال، پرتوهای مرئی قرمز رنگ(پرتوهایی با طول موج ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر) را جذب کرده و سایر پرتوهای مرئی را بازتاب کرده است. چون پرتوهای قرمز رنگ توسط این جسم جذب شده و به چشم بیننده نمی‌رسند، به همین خاطر جسم مورد نظر به رنگ قرمز دیده نمی‌شود.

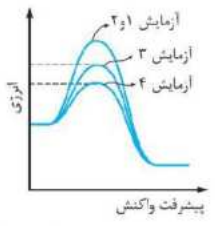
بررسی سایر گزینه‌ها:

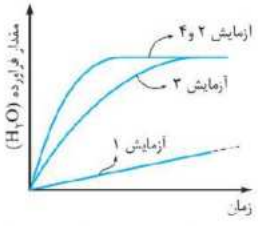
۲) مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن را در غیاب کاتالیزگر می‌توان برای مدت طولانی نگه داشت. در این شرایط، هیچ واکنشی انجام نشده و مخلوط موردنظر به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند؛ چراکه انرژی فعال‌سازی این واکنش خیلی بزرگ است. مستقل از حضور کاتالیزگر روی در مخلوط گازی، با ایجاد جرقه در مخلوط واکنش، انرژی فعال‌سازی آن تأمین شده و گازهای مورد نظر با سرعت خیلی بالایی با یکدیگر واکنش می‌دهند. معادله واکنش شیمیایی انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:

$$O_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

سرعت انجام این واکنش در شرایط گفته شده، به حدی زیاد است که این واکنش اصطلاحا به صورت انفجاری انجام می‌شود. تصویر زیر، شرایط مختلف واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را نشان می‌دهد:

آزمایش	شرایط آزمایش	سرعت واکنش	ΔH واکنش
۱	بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز	$-572\,kJ$
۲	ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری	$-572\,kJ$
۳	در حضور پودر روی	سریع	$-572\,kJ$
۴	در حضور توری پلاتینی	انفجاری	$-572\,kJ$

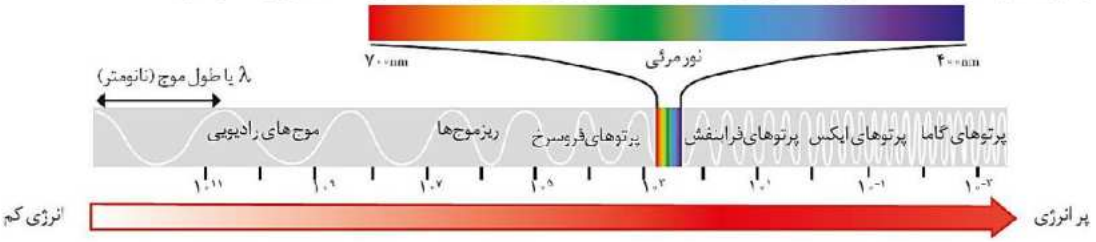




با توجه به تصویر فوق، فلز روی در مقایسه با فلز پلاتین، انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن H_2 را به مقدار کمتری کاهش می‌دهد. به همین خاطر، واکنش مورد نظر در حضور فلز روی، با سرعت کمتری انجام می‌شود.

۳) گاز NO یکی از آلاینده‌های موجود در هوا است که براساس معادله $O_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید می‌شود. این واکنش، انرژی فعال‌سازی بالایی داشته و به همین خاطر، گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، به طور معمول با گاز اکسیژن وارد واکنش نمی‌شود. شرایط مورد نیاز برای انجام‌شدن واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن، فقط در دماهای بسیار بالا(مثل شرایط موجود در موتور خودروها و شرایط ایجادشده به هنگام رعدوبرق) فراهم می‌شود.

۴) پرتوهای فروسرخ و امواج رادیویی، از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی هستند. توجه داریم که مقدار طول موج امواج رادیویی نسبت به پرتوهای فروسرخ بلندتر بوده و انرژی این امواج نسبت به پرتوهای فروسرخ کمتر است. تصویر زیر، انواع پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:



همانطور که گفتیم، امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بسیار بلند هستند. امواج رادیویی، همانند سایر پرتوهای الکترومغناطیسی، با مولکول‌ها و گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها برهمکنش خواهند داشت. در واقع مولکول‌ها طول موج‌های خاصی از این پرتوها را جذب کرده و طول موج‌های خاصی از آن‌ها را نیز بازتاب می‌کنند. با توجه به الگوی جذب و بازتاب پرتوها، شیمی‌دان‌ها می‌توانند ساختار مواد و نوع گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها را تشخیص بدهند. به این فرایند، اصطلاحا طیف‌سنجی گفته می‌شود. یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی و مواد مختلف به کار می‌رود، طیف سنجی فروسرخ نام دارد. از این روش می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد. دستگاه MRI، نمونه‌ای از کاربردهای طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

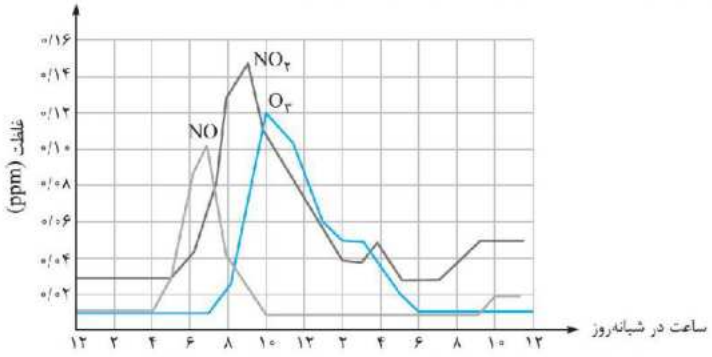
گروه آموزشی ماز

20 - از میان گازهای اکسیژن، نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید، گازی که حداکثر غلظت آن در هوای شهرهای آلوده بیشتر از سایر گازها است، همانند مولکول ..... ساختار ..... داشته و عدد اکسایش اتم مرکزی در آن، مشابه عدد اکسایش اتم مرکزی در مولکول ..... است.

۱) هیدروژن سولفید – خمیده – گوگرد دی‌اکسید
۲) کربونیل سولفید – خطی – کربن دی‌اکسید
۳) کربن دی‌اکسید – خطی – گوگرد تری‌اکسید
۴) گوگرد دی‌اکسید – خمیده – اکسیژن دی‌فلوئورید

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

نمودار زیر، روند تغییر غلظت سه مورد از گازهای آلاینده موجود در هواکره را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، حداکثر غلظت گاز NO_2 در هوای شهرهای بزرگ بیشتر از حداکثر غلظت گاز اوزون در هوا بوده و حداکثر غلظت گاز اوزون نیز بیشتر از حداکثر غلظت گاز NO است. گازهای NO و NO_2، از جمله گونه‌های رادیکال آزاد موجود در هوای آلوده هستند که باعث ایجاد بیماری‌های تنفسی می‌شوند. ساختار مولکولی گاز NO_2 به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=\dot{N}-\ddot{O}:$$

چون روی اتم مرکزی این مولکول یک عدد الکترون ناپیوندی وجود دارد، این مولکول ساختار خمیده پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن روی یک خط راست قرار نمی‌گیرند. ساختار مولکول گوگرد دی‌اکسید و هیدروژن سولفید نیز به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=\ddot{S}-\ddot{O}: \qquad H-\ddot{S}-H$$

چون روی اتم مرکزی این دو مولکول نیز تعدادی الکترون ناپیوندی وجود دارد، این مولکول‌ها هم ساختار خمیده پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن‌ها نیز روی یک خط راست قرار نمی‌گیرند.

www.mapedu.ir

ساختار مولکولی کربن دی‌اکسید و کربونیل سولفید(SCO) نیز به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=C=\ddot{O} \qquad \ddot{S}=C=\ddot{O}$$

چون روی اتم مرکزی این دو مولکول هیچ الکترون ناپیوندی وجود ندارد، این مولکول‌ها ساختار خطی پیدا کرده و اتم‌های سازنده آن‌ها روی یک خط راست قرار می‌گیرند. در قدم بعد، عدد اکسایش اتم نیتروژن در مولکول NO_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$NO_2 : N \text{ عدد اکسایش اتم} + 2 \times (-2) = 0 \Longrightarrow N \text{ عدد اکسایش اتم} = +4$$

در قدم بعد، عدد اکسایش اتم مرکزی را گوگرد دی‌اکسید و اکسیژن دی‌فلوئورید محاسبه می‌کنیم.

$$SO_2 : S \text{ عدد اکسایش اتم} + 2 \times (-2) = 0 \Longrightarrow S \text{ عدد اکسایش اتم} = +4$$

$$OF_2 : O \text{ عدد اکسایش اتم} + 2 \times (-1) = 0 \Longrightarrow O \text{ عدد اکسایش اتم} = +2$$

گروه آموزشی ماز

21 - کدام‌یک از مطالب زیر، درست است؟

۱) اگر $|\Delta H|$ یک واکنش گرماگیر و یک واکنش گرماده برابر باشد، E_a واکنش گرماگیر قطعا بیشتر از واکنش دیگر است.

۲) در دمای اتاق، یک نمونه فسفر سفید، برخلاف مقداری گاز هیدروژن، طی یک فرایند گرماده شروع به سوختن می‌کند.

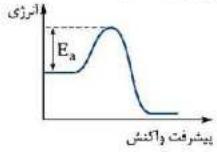
۳) با استفاده از کاتالیزگر در واکنش هیدروژن‌دار شدن ۱۰ گرم اتن، مقدار انرژی آزاد شده در این واکنش کاهش می‌یابد.

۴) چون کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کنند، جرم آن‌ها در طول مدت زمان واکنش ثابت باقی می‌ماند.

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

برای مقایسه سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی مختلف، می‌توانیم مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. در این حالت، هر واکنشی که انرژی فعال‌سازی کم‌تری داشته باشد، در شرایط آسان‌تر و با سرعت متوسط بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال، فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و دمای اتاق می‌سوزد؛ چراکه انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن این ماده، کوچک‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است. نمودارهای زیر، مربوط به واکنش سوختن هیدروژن و فسفر سفید هستند:

واکنش سوختن گاز هیدروژن:



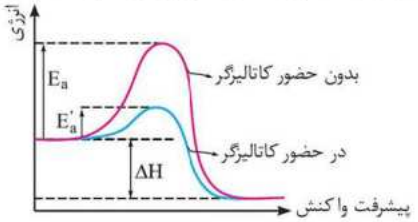
واکنش سوختن فسفر سفید:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش‌های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده(واکنش‌هایی با ΔH منفی) یا گرماگیر(واکنش‌هایی با ΔH مثبت) باشند، برای آغاز شدن به مقداری انرژی نیاز دارند که با نماد E_a نشان داده شده و به آن انرژی فعال‌سازی گفته می‌شود. با دانستن اینکه یک سری واکنش گرماده هستند یا گرماگیر، نمی‌توانیم مقدار انرژی فعال‌سازی آن واکنش‌ها را با هم مقایسه کنیم. مقدار انرژی فعال‌سازی هر یک از این واکنش‌ها می‌تواند برابر، کمتر و یا حتی بیشتر از مقدار انرژی فعال‌سازی سایر واکنش‌ها باشد.

۳) کاتالیزگرهای استفاده شده در واکنش‌های شیمیایی مختلف، مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش انجام شده را کاهش داده و موجب افزایش سرعت انجام شدن آن می‌شوند، اما تاثیری در مقدار ΔH آن واکنش و یا مقدار کل انرژی مبادله شده در واکنش ندارند. توجه داریم که مقدار کل انرژی مبادله شده در یک واکنش، فقط به مقدار واکنش‌دهنده‌های مصرف شده و مقدار ΔH واکنش بستگی دارد. در واقع می‌توان گفت کاتالیزگرها هیچ تأثیری بر روی مقدار نهایی فراورده‌های واکنش، مقدار کل انرژی مبادله شده در واکنش، مقدار ΔH واکنش و سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ندارند و فقط با کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها، سرعت انجام شدن آن‌ها را افزایش می‌دهند. برای مثال، نمودار زیر تاثیر کاتالیزگر بر مقدار انرژی فعال‌سازی یک واکنش را نشان می‌دهد:



۴) کاتالیزگرها در واکنش‌های شیمیایی شرکت کرده و با تغییر مسیر انجام واکنش و کاهش مقدار انرژی فعال‌سازی، سرعت این واکنش‌ها را افزایش می‌دهند، اما توجه داریم که این مواد در پایان واکنش، در ظرف واکنش باقی می‌مانند. از این رو می‌توان کاتالیزگرها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، با کاهش مقدار انرژی مصرفی در این صنایع، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود.

22- تعادل $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ;\ K = 6/4 \times 10^{-2}$، با حضور ۱۲۰ گرم گاز SO_3 و جرم برابر از گازهای SO_2 و O_2 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؟

$(S = 32 \text{ و } O = 16 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 :\ g.mol^{-1})$

۱) ۱/۶ ۲) ۴/۸ ۳) ۳/۲ ۴) ۹/۶

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

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

$$?\,mol\,SO_3 = 120\ g\,SO_3 \times \frac{1\ mol\ SO_3}{80\ g\ SO_3} = 1/5\ mol$$

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:

$$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$$

شمار مول در لحظه‌ی تعادل : $1/5 \quad x \quad 2x$

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

$$K = \frac{(n_C)^c \times (n_D)^d}{(n_A)^a \times (n_B)^b} \times \left(\frac{1}{V}\right)^{\Delta n} \quad \text{و} \quad \Delta n = (c+d) - (a+b)$$

دقت کنید که در محاسبه‌ی Δn صرفا 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:

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

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:

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

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

23- 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

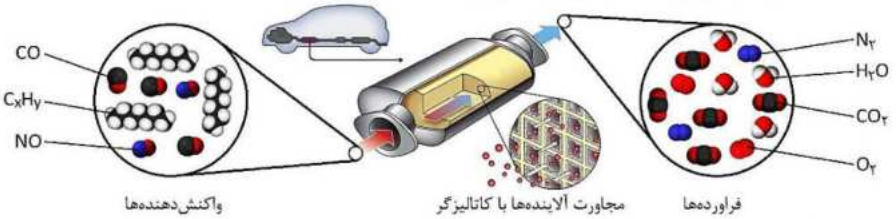
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (آ) و (ت) درست هستند.

بررسی 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:

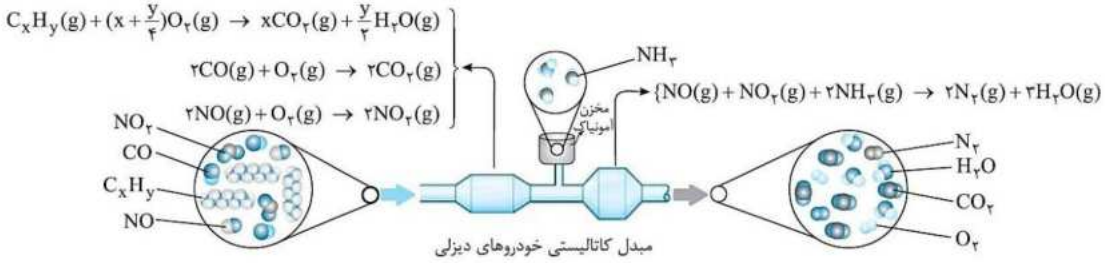
حذف گاز کربن مونوکسید (CO): $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

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:



در این مبدل‌های کاتالیستی، اکسیدهای نیتروژن(گازهایی 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

24 - کدام‌یک از مطالب زیر، نادرست است؟

۱) یکای ثابت تعادل واکنش انجام شده در فرایند هابر، مشابه واکنش $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ نیست.

۲) اتم نیتروژن، در ساختار مولکول کولار یافت شده و گیاهان، این عنصر ضروری برای رشد خود را از خاک جذب می‌کنند.

۳) کاتالیزگر استفاده‌شده در فرایند هابر، دارای ۶ الکترون ظرفیتی بوده و در ترکیب‌های خود، اعداد اکسایش متنوعی دارد.

۴) پس از افزودن گاز ناقطبی کلر به ظرف تعادل $Cl_2(g) + PCl_3(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$، غلظت گاز PCl_3 کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

تیغه‌ی آهنی، کاتالیزگر واکنش تولید آمونیاک در فرایند هابر است. با قرار دادن کاتالیزگر در ظرف واکنش، سرعت واکنش انجام شده افزایش پیدا کرده و بر این اساس، سرعت برقرار شدن تعادل بیشتر شده و زمان مورد نیاز برای انجام شدن این فرایند نیز کاهش پیدا می‌کند. آرایش الکترونی اتم آهن($_{۲۶}Fe$) به صورت زیر است:

$$_{۲۶}Fe : [Ar]۳d^{۶}۴s^{۲}$$

توجه داریم که هر اتم آهن در ساختار خود دارای ۶ الکترون در زیرلایه $۳d$(زیرلایه‌ای با $l = ۲$) و ۲ الکترون در زیرلایه $۴s$(زیرلایه‌ای با $l = ۰$) است، پس می‌توان گفت هر اتم آهن مجموعا دارای ۸ الکترون ظرفیتی خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

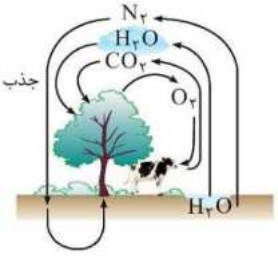
۱) یکای ثابت تعادل برای واکنش‌های مختلف، متفاوت از یکدیگر است و به تفاوت میان شمار مول‌های گازی و محلول موجود در دو طرف واکنش بستگی دارد. در این رابطه، داریم:

تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت چپ واکنش-تعداد مول‌های گازی و محلول در سمت راست واکنش$= \Delta n$

یکای K واکنش $= (mol.L^{-۱})^{\Delta n}$

با توجه به توضیحات داده شده، یکای ثابت تعادل واکنش $۳H_۲(g) + N_۲(g) \rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$، معادل با $L^۲.mol^{-۲}$ است. این در حالی است که یکای ثابت تعادل واکنش $CaCO_۳(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_۲(g)$ معادل با $mol.L^{-۱}$ می‌شود.

۲) 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 برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند. تصویر زیر، روند مبادله گازهای مختلف را بین هواکره و زیست‌کره نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، نیتروژن مورد نیاز گیاهان توسط باکتری‌های موجود در خاک جذب و تثبیت خواهد شد. توجه داریم که کولار نیز نوعی پلی‌آمید بوده و در ساختار خود حاوی اتم نیتروژن خواهد بود.

۴) کلر، از مولکول‌های دواتمی جورهسته تشکیل شده است. پس از افزودن مقداری گاز ناقطبی کلر به ظرف تعادل $Cl_۲(g) + PCl_۳(g) \rightleftharpoons PCl_۵(g)$، تعادل مورد نظر در جهت مصرف این ماده(در جهت رفت) جابه‌جا شده و بر این اساس، مقداری گاز $PCl_۳$ مصرف می‌شود. با مصرف گاز $PCl_۳$ در ظرف واکنش، غلظت این گاز کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

25- تعادل گازی $K = ۱۶$; $۲HBr(g) \rightleftharpoons H_۲(g) + Br_۲(g)$، با ورود ۱/۸ مول گاز هیدروژن برمید به یک مخزن ۲ لیتری برقرار شده است. در لحظه برقراری تعادل، تفاوت جرم گاز هیدروژن و بخار برم موجود در ظرف واکنش برابر با چند گرم می‌شود؟

($H = ۱$ و $Br = ۸۰ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۲۶/۴ ۲) ۶۳/۲ ۳) ۱۲۱/۶ ۴) ۶۰/۸

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$۲HBr(g) \rightleftharpoons H_۲(g) + Br_۲(g)$$

	HBr	$H_۲$	$Br_۲$
شمار مول اولیه :	۱/۸	۰	۰
شمار مول در لحظه برقراری تعادل :	۱/۸ − ۲x	x	x

با توجه به اینکه در این واکنش، مجموع ضرایب فراورده‌های گازی با مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌های گازی برابر است، ثابت تعادل این واکنش مستقل از حجم ظرف بوده و در محاسبات، می‌توانیم آن را نادیده بگیریم. در واقع، می‌توانیم در محاسبات خود مقدار مول تعادلی مواد را به جای غلظت تعادلی آن‌ها قرار بدهیم.

بنابراین ثابت تعادل واکنش را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$K=\frac{(n_{H_2})\times(n_{Br_2})}{(n_{HBr})^2}=\frac{x^2}{(1/8-2x)^2}=16 \xrightarrow{\text{جذر از طرفین}} \frac{x}{(1/8-2x)}=\pm 4 \Rightarrow \begin{cases} x_1=0/8 \\ x_2=\frac{7/2}{7} \end{cases}$$

توجه داریم که پاسخ x_2 برای ما قابل قبول نیست؛ زیرا در این حالت شمار مول‌های گاز هیدروژن برمید در حالت تعادل منفی می‌شود و همانطور که می‌دانیم، غلظت یک ماده در حالت تعادل نمی‌تواند منفی باشد. بنابراین شمار مول‌های گاز هیدروژن و برم تولیدشده برابر با ۰/۸ مول و شمار مول‌های گاز هیدروژن برمید باقیمانده نیز برابر با ۰/۲ مول خواهد بود. از این رو، تفاوت جرم گازهای تولیدشده را محاسبه می‌کنیم. توجه داریم که جرم هر گاز از حاصل‌ضرب تعداد مول آن در جرم مولی گاز موردنظر به‌دست می‌آید. بر این اساس، داریم:

$$\text{تفاوت جرم} = \text{جرم برم} - \text{جرم هیدروژن} = (0/8\times 160)-(0/8\times 2)=126/4$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم تفاوت جرم گاز هیدروژن و بخار برم موجود در ظرف واکنش برابر با ۱۲۶/۴ گرم است.

گروه آموزشی ماز

26- تعادل $CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$، با ورود ۴ مول گاز متان و ۷۲ گرم بخار آب به یک ظرف ۲ لیتری آغاز شده است. اگر درصد پیشرفت این واکنش برابر با ۲۵٪ باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر با چند $mol^2.L^{-2}$ بوده و درصد حجمی گاز کربن مونوکسید در مخلوط گازی نهایی چقدر می‌شود؟ ($H=1:g.mol^{-1}$ و $C=12$ و $O=16$)

۱) ۱/۵ – ۲۰ ۲) ۱/۵ – ۱۰ ۳) ۰/۷۵ – ۲۰ ۴) ۰/۷۵ – ۱۰

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$$

مقدار اولیه‌ی متان برابر با ۴ مول و مقدار اولیه‌ی بخارآب برابر با ۷۲ گرم(معادل با ۴ مول) است. ابتدا با استفاده از درصد پیشرفت واکنش، شمار مول‌های این دو گاز را در لحظه‌ی تعادل بدست می‌آوریم:

$$\text{درصد پیشرفت واکنش}=\frac{\text{تعداد مول مصرف‌شده}}{\text{تعداد مول اولیه}}\times 100 \Rightarrow 25=\frac{x}{4}\times 100 \Rightarrow x=1\ mol$$

بنابراین از هر کدام از گازهای متان و بخارآب ۱ مول مصرف‌شده است، پس شمار مول‌های این دو گاز در هنگام تعادل برابر با ۳ مول است. شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده در تعادل و روند تغییرات مقدار مول مواد به صورت زیر است:

واکنش	$CH_4(g)$	+ $H_2O(g)$	⇌ $CO(g)$	+ $3H_2(g)$
مقدار اولیه(mol)	۴	۴	۰	۰
تغییر مقدار(mol)	-۱	-۱	+۱	+۳
مقدار تعادلی(mol)	۳	۳	۱	۳

اکنون با توجه به مقدار هر کدام از شرکت‌کننده‌ها در حالت تعادل و با توجه به اینکه حجم سامانه در حالت تعادل برابر با ۲ لیتر است، ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K=\frac{[CO]\times[H_2]^3}{[CH_4]\times[H_2O]}=\frac{(\frac{1}{2})\times(\frac{3}{2})^3}{(\frac{3}{2})\times(\frac{3}{2})}=0/75\ mol^2.L^{-2}$$

پس ثابت تعادل این واکنش برابر با $0/75\ mol^2.L^{-2}$ می‌شود. در قدم بعد، به حل قسمت دوم سوال می‌پردازیم. درصد حجمی یک گاز مشخص در یک مخلوط گازی برابر است با:

$$\text{درصد حجمی گاز}=\frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم کل گازها}}\times 100=\frac{\text{مول گاز}}{\text{مجموع مول کل گازها}}\times 100$$

با توجه به قانون آووگادرو که به صورت $\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}$ بیان می‌شود، می‌توان نوشت:

$$\text{درصد حجمی کربن مونوکسید}=\frac{n_{CO}}{n_{CO}+n_{CH_4}+n_{H_2O}+n_{H_2}}\times 100=\frac{1}{1+3+3+3}\times 100=10\%$$

در نتیجه، درصد حجمی گاز کربن مونوکسید در مخلوط گازی نهایی برابر با ۱۰ درصد است.

گروه آموزشی ماز

27 - تعادل $MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)\ ;\ K = 0/02 mol.L^{-1}$ در یک مخزن ۱۵ لیتری برقرار شده است. اگر حجم ظرف واکنش را ۴ برابر کرده و با افزایش دمای محیط، مقدار ثابت تعادل واکنش را ۱/۵ برابر کنیم، مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه چند گرم تغییر خواهد کرد؟ $(Mg = 24 \text{ و } O = 16 \text{ و } C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۲ ۲) ۸۸ ۳) ۴۴ ۴) ۶۶

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g)$$

در این واکنش، گاز کربن‌دی‌اکسید در سمت فراورده‌ها وجود دارد و کاهش جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش نیز به علت تولید این گاز است. بنابراین برای محاسبه‌ی تغییرات جرم مواد جامد موجود در ظرف، کافیست مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید را قبل و بعد از افزایش حجم ظرف و تغییر دمای محیط حساب کنیم. برای این منظور، ابتدا باید مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید را در شرایطی که ثابت تعادل برابر با ۰/۰۲ مول بر لیتر و حجم ظرف برابر با ۱۵ لیتر است، بدست بیاوریم. توجه داریم که ثابت تعادل این واکنش، فقط معادل با غلظت گاز کربن‌دی‌اکسید بوده و با استفاده از رابطه کلی $K = [CO_2]$ قابل محاسبه است. بر این اساس، داریم:

$$K = [CO_2] = 0/02\, mol.L^{-1} \Rightarrow n_{CO_2} = [CO_2] \times V = 0/02 \times 15 = 0/3\, mol$$

پس مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید اولیه برابر با ۰/۳ مول است. با افزایش دما در این واکنش، ثابت تعادل افزایش یافته و تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. همچنین با ۴ برابر کردن حجم ظرف، مقدار حجم ظرف مورد نظر به ۶۰ لیتر می‌رسد. بنابراین مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید را در شرایطی که ثابت تعادل برابر با ۰/۰۳ مول بر لیتر و حجم ظرف برابر با ۶۰ لیتر است، محاسبه می‌کنیم.

$$K = [CO_2] = 0/03\, mol.L^{-1} \Rightarrow n_{CO_2} = [CO_2] \times V = 0/03 \times 60 = 1/8\, mol$$

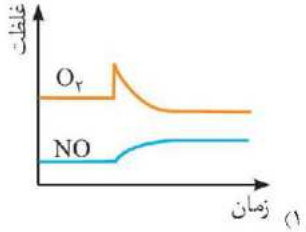
در نتیجه مقدار گاز کربن‌دی‌اکسید به اندازه ۱/۵ مول افزایش یافته و از ۰/۳ مول اولیه به ۱/۸ مول در تعادل نهایی رسیده است. در نهایت مقدار افزایش جرم این گاز را حساب می‌کنیم:

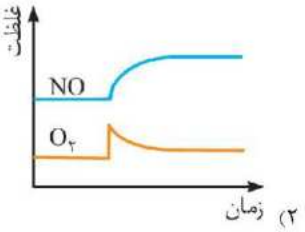
$$?\, g\, CO_2 = 1/5\, mol\, CO_2 \times \frac{44\, g\, CO_2}{1\, mol\, CO_2} = 66\, g$$

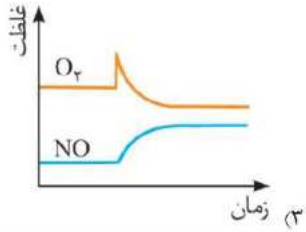
با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم مجموع جرم مواد جامد موجود در ظرف واکنش به اندازه ۶۶ گرم کاهش می‌یابد.

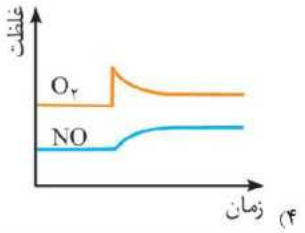
گروه آموزشی ماز

28 - 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)

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

29- کدام‌یک از مطالب زیر، در رابطه با تعادل $CH_3OH(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2H_2(g)$ که پس از وارد شدن مقداری بخار متانول به یک سیلندر با پیستون متحرک برقرار شده، نادرست است؟

۱) پس از افزودن مقداری گاز آرگون به ظرف واکنش، جرم گاز قطبی کربن مونوکسید در ظرف مورد نظر افزایش می‌یابد.

۲) در طول انجام برقرار شدن این تعادل شیمیایی، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش پیدا کرده است.

۳) با قرار دادن چند وزنه روی پیستون موجود در سیلندر، سرعت واکنش برگشت برخلاف واکنش رفت افزایش می‌یابد.

۴) غلظت تعادلی گاز هیدروژن در ظرف واکنش، ۲ برابر غلظت تعادلی گاز کربن مونوکسید در این ظرف است.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

معادله واکنش انجام شده به صورت مقابل است: $CH_3OH(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2H_2(g)$

با توجه به فرض سوال، در ابتدای این فرایند مقداری بخار متانول وارد ظرف شده و در فرایند تجزیه شرکت کرده است. با تجزیه بخار متانول، مقداری گاز هیدروژن و کربن مونوکسید در ظرف تولید شده و همزمان با افزایش غلظت این گازها در ظرف واکنش، غلظت بخار متانول کاهش پیدا می‌کند. توجه داریم که به ازای مصرف هر مول بخار متانول در این واکنش تعادلی، ۳ مول فراورده گازی تولید شده و بر این اساس، می‌توان گفت با پیشرفت واکنش مورد نظر مجموع تعداد مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش پیدا کرده است. چون واکنش در یک سیلندر با پیستون متحرک در حال انجام بوده و فشار در این سیلندر ثابت است، با افزایش شمار مول‌های گازی موجود در ظرف، حجم ظرف نیز طبق رابطه کلی قانون گازها افزایش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پس از افزودن مقداری گاز آرگون به ظرف واکنش، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش یافته و با توجه به رابطه $PV = nRT$، حجم ظرف با بالا رفتن پیستون افزایش پیدا می‌کند. با افزایش حجم ظرف، تعادل در جهت رفت(در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر) جابه‌جا شده و در نتیجه آن، جرم گاز قطبی کربن مونوکسید در ظرف مورد نظر افزایش می‌یابد.

۲) چون مجموع ضرایب فراورده‌ها در معادله این واکنش بیشتر از ضریب واکنش‌دهنده است، در طول انجام برقرار شدن این تعادل شیمیایی، مجموع شمار مول‌های گازی موجود در ظرف افزایش پیدا می‌کند.

۳) پس از قرار دادن چند وزنه روی پیستون موجود در سیلندر، فشار بر روی پیستون بیشتر شده و این پیستون به سمت پایین حرکت می‌کند. با توجه به رابطه کلی قانون گازها که معادله آن به صورت $PV = nRT$ است، می‌توان گفت با افزایش فشار روی پیستون، حجم مخلوط گازی کاهش پیدا می‌کند. با کاهش حجم مخلوط گازی، غلظت همه گازهای شرکت‌کننده در تعادل افزایش یافته و بر این اساس، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت به صورت همزمان افزایش پیدا می‌کند. توجه داریم که طی این فرایند، واکنش در جهت شمار مول‌های گازی کمتر(در جهت برگشت) جابه‌جا می‌شود، پس می‌توان گفت میزان افزایش سرعت واکنش برگشت بیشتر از میزان افزایش سرعت واکنش رفت است.

۴) چون ضریب گاز هیدروژن ۲ برابر ضریب گاز کربن مونوکسید بوده و در ابتدای این فرایند نیز فقط بخار متانول وارد ظرف واکنش شده است، غلظت تعادلی گاز هیدروژن در ظرف واکنش، ۲ برابر غلظت تعادلی گاز کربن مونوکسید در این ظرف است.

گروه آموزشی ماز

30- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) طبق یافته‌های هابر، افزایش دمای سامانه و یا افزایش فشار، باعث افزایش درصد پیشرفت فرایند تولید آمونیاک می‌شود.

ب) خارج کردن گاز اوزون از ظرف واکنش، همانند کاهش دما، ثابت تعادل واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ را کاهش می‌دهد.

پ) افزایش دما در تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$، همانند افزودن گاز N_2O_4 به سامانه، رنگ مخلوط را پررنگ می‌کند.

ت) در تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$، سرعت تولید گازهای SO_3 و O_2 از نگاه میکروسکوپی برابر است.

ث) از افزایش فشار، می‌توان برای افزایش میزان پیشرفت در واکنش $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

فقط عبارت (پ) درست است.

بررسی موارد:

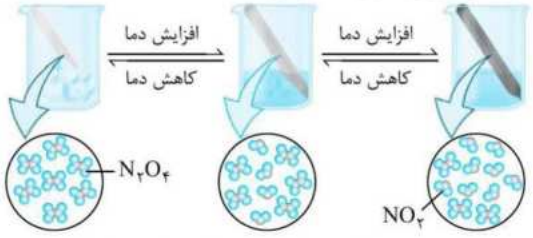
آ) معادله واکنش انجام شده طی فرایند هابر به صورت زیر است:

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

این واکنش، گرماده بوده و با افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. با جابه‌جایی یک تعادل در جهت برگشت، درصد پیشرفت آن واکنش کاهش پیدا می‌کند. در واقع چون افزایش دما درصد مولی آمونیاک را در فرایند هابر کاهش می‌دهد، فریتس هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید مقدار مناسب آمونیاک ثمربخش باشد. او با استفاده از یک کاتالیزگر مناسب مثل ورقه‌های آهنی، توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام دهد. البته، کاتالیزگر فقط سرعت تولید گاز آمونیاک را افزایش می‌دهد و تأثیری بر درصد مولی آمونیاک تولیدشده ندارد. طبق یافته‌های هابر، در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۲۰۰ اتمسفر و در حضور کاتالیزگر آهن، تنها ۲۸ درصد مولی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد که این شرایط، معادل با شرایط بهینه برای انجام واکنش تولید آمونیاک است.

ب) معادله واکنش تعادلی انجام شده به صورت $۲O_۳(g) \rightleftharpoons ۳O_۲(g) + Q$ است. توجه داریم که گاز اوزون در مقایسه با گاز اکسیژن سطح انرژی بالاتری داشته و به همین خاطر، می‌توان گفت این واکنش شیمیایی گرماده است. با افزایش دما، تعادل مورد نظر در جهت برگشت جابه‌جا شده و مقدار ثابت تعادل واکنش نیز کاهش پیدا می‌کند. این در حالی است که افزودن و یا خارج کردن مواد مختلف به ظرف واکنش، تغییری در ثابت تعادل واکنش ایجاد نکرده و مقدار ثابت تعادل فقط تابع دما است.

پ) با افزودن گاز $N_۲O_۴$ به سامانه‌ی تعادلی $۲NO_۲(g) \rightleftharpoons N_۲O_۴(g) + Q$، واکنش در جهت برگشت(در جهتی که منجر به مصرف گاز $N_۲O_۴$ می‌شود) به پیش رانده می‌شود. با انجام شدن واکنش برگشت، غلظت گاز قهوه‌ای رنگ $NO_۲$ به تدریج افزایش یافته و رنگ مخلوط مورد نظر تیره‌تر می‌شود. با افزایش دمای مخلوط واکنش نیز تعادل در جهت مصرف گرما(در جهت برگشت) جابه‌جا شده و غلظت گاز $NO_۲$ به تدریج افزایش یافته و رنگ مخلوط مورد نظر تیره‌تر می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند انجام شدن این واکنش را نشان می‌دهد:



ت) در یک واکنش شیمیایی، سرعت تولید و یا مصرف مواد مختلف متناسب با ضرایب مواد شرکت‌کننده در معادله آن واکنش است. در واکنش تجزیه گاز گوگرد تری‌اکسید که معادله آن به صورت $۲SO_۳(g) \rightleftharpoons ۲SO_۲(g) + O_۲(g)$ است نیز چون ضرایب فراورده‌ها با هم برابر نیست، سرعت تولید گازهای $SO_۲$ و $O_۲$ نیز از نگاه میکروسکوپی برابر نخواهد بود. برای مثال، اگر در طول یک بازه زمانی بسیار کوتاه ۱۰ مولکول $SO_۲$ در واکنش مورد نظر تولید شده، در طول همان بازه ۵ مولکول $O_۲$ در واکنش مورد نظر تولید خواهد شد.

ث) یکی از راه‌های تغییر حجم سامانه‌های گازی، تغییر فشار است. در واقع، با افزایش فشار اعمال‌شده بر یک تعادل گازی، حجم اشغال‌شده توسط گازها کاهش پیدا می‌کند و با کاهش فشار اعمال‌شده بر یک تعادل گازی نیز حجم اشغال‌شده توسط گازها افزایش می‌یابد. با کاهش حجم یک سامانه تعادلی، فشار گازهای شرکت‌کننده در آن تعادل بالا رفته و غلظت این گازها افزایش پیدا می‌کند. در این شرایط، تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا شده و فشار گازهای موجود در محفظه واکنش را تا حد امکان کاهش می‌دهد. در نقطه مقابل، با افزایش حجم یک سامانه تعادلی و کم‌ترشدن فشار گازهای شرکت‌کننده در آن تعادل، غلظت این گازها کاهش یافته و تعادل به سمت تعداد مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا می‌شود و فشار گازهای موجود در محفظه واکنش را تا حد امکان افزایش می‌دهد. دقت کنید که تغییر فشار و یا تغییر حجم ظرف، فقط بر جابه‌جایی تعادل‌هایی تاثیر دارد که مجموع شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله آن‌ها برابر نباشد. چون در تعادل $۲HI(g) \rightleftharpoons H_۲(g) + I_۲(g)$، شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله با هم برابر است، تغییر فشار هیچ تاثیری بر جابه‌جایی این تعادل شیمیایی نخواهد داشت.

گروه آموزشی ماز

31 - تعادل $PCl_۵(g) \rightleftharpoons Cl_۲(g) + PCl_۳(g)\ ;\ K = ۱۰^{-۲}$، با ورود مقداری گاز $PCl_۵$ به یک ظرف ۱۰ لیتری آغاز شده است. اگر در حالت تعادل $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول کلر در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه گاز $PCl_۵$ وارد شده به ظرف واکنش برابر با چند گرم بوده است؟

$(Cl = ۳۵/۵ \text{ و } P = ۳۱ :\ g.mol^{-۱})$

۱) ۶۸/۷۵ ۲) ۸۲/۵ ۳) ۱۰۴/۲۵ ۴) ۱۲۵/۱

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

ابتدا شمار مول‌های گاز کلر در ظرف واکنش را در لحظه‌ی تعادل محاسبه می‌کنیم. از آنجا که هر مول گاز کلر شامل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول از این گاز می‌شود، مقدار گاز کلر را در نمونه‌ای که دارای $۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول کلر است، محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,Cl_۲ = ۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}\,molecule\,Cl_۲ \times \frac{۱\,mol\,Cl_۲}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\,molecule\,Cl_۲} = ۰/۲\,mol$$

بنابراین مقدار گاز کلر در لحظه‌ی تعادل برابر با ۰/۲ مول است. معادله موازنه‌شده واکنش و روند تغییرات شمار مول‌های مواد به صورت زیر است:

$$PCl_۵(g) \rightarrow Cl_۲(g) + PCl_۳(g)$$

x	۰	۰	در ابتدای واکنش :
$x - ۰/۲$	$۰/۲$	$۰/۲$	در لحظه‌ی تعادل :

از آنجا که حجم سامانه در حالت تعادل برابر با ۱۰ لیتر است، ثابت تعادل واکنش را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$K = \frac{[Cl_۲][PCl_۳]}{[PCl_۵]} = \frac{(۰/۲)^۲}{x - ۰/۲} \times (\frac{۱}{۱۰})^{۲-۱} = ۱۰^{-۲} \Rightarrow \frac{۰/۰۴}{x - ۰/۲} = ۰/۱ \Rightarrow x - ۰/۲ = ۰/۴ \Rightarrow x = ۰/۶\,mol$$

در نتیجه، شمار مول‌های اولیه‌ی گاز $PCl_۵$ وارد شده به ظرف واکنش برابر با ۰/۶ مول بوده است. در مرحله‌ی آخر، جرم اولیه‌ی این گاز را حساب می‌کنیم:

$$?\,g\,PCl_۵ = ۰/۶\,mol\,PCl_۵ \times \frac{۲۰۸/۵\,g\,PCl_۵}{۱\,mol\,PCl_۵} = ۱۲۵/۱\,g$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم که مقدار اولیه گاز $PCl_۵$ وارد شده به ظرف واکنش برابر با ۱۲۵/۱ گرم بوده است.

گروه آموزشی ماز

32- مقداری آمونیاک را وارد ظرف ۵ لیتری می‌کنیم تا طبق معادله $۲NH_۳(g) \rightleftharpoons ۳H_۲(g) + N_۲(g)\ ;\ K = ۰/۰۳$ تجزیه شود. اگر در لحظه برقراری تعادل، مجموع جرم گازهای هیدروژن و نیتروژن موجود در ظرف برابر ۱۷ گرم باشد، مقدار اولیه آمونیاک وارد شده به ظرف برابر با چند گرم بوده و درصد پیشرفت واکنش چقدر بوده است؟ ($H = ۱ : g.mol^{-۱}$ و $N = ۱۴$)

۱) ۵۱ - ۴۰ ۲) ۵۱ - ۲۰ ۳) ۴۲/۵ - ۴۰ ۴) ۴۲/۵ - ۲۰

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش به صورت مقابل است: $۲NH_۳(g) \rightleftharpoons ۳H_۲(g) + N_۲(g)$

ابتدا با توجه به مجموع جرم فراورده‌های موجود در ظرف، جرم آمونیاک مصرف‌شده را محاسبه می‌کنیم. به ازای مصرف ۲ مول آمونیاک در این واکنش، ۳ مول گاز هیدروژن(معادل با ۶ گرم گاز هیدروژن) و ۱ مول گاز نیتروژن(معادل با ۲۸ گرم گاز نیتروژن) تولید می‌شود. بنابراین مجموع جرم فراورده‌ها به ازای مصرف ۲ مول آمونیاک برابر با ۳۴ گرم است. پس جرم آمونیاک مصرف‌شده به ازای تشکیل ۱۷ گرم فراورده برابر است با:

$$?\,g\,NH_۳ = ۱۷\,g\ \text{فراورده} \times \frac{۲\,mol\,NH_۳}{۳۴\,g\ \text{فراورده}} \times \frac{۱۷\,g\,NH_۳}{۱\,mol\,NH_۳} = ۱۷\,g$$

بنابراین در این واکنش، ۱۷ گرم گاز آمونیاک(معادل با ۱ مول آمونیاک) مصرف می‌شود. اکنون مقدار هیدروژن و نیتروژن تولیدشده را به ازای مصرف یک مول آمونیاک محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,N_۲ = ۱\,mol\,NH_۳ \times \frac{۱\,mol\,N_۲}{۲\,mol\,NH_۳} = ۰/۵\,mol\,N_۲$$

$$?\,mol\,H_۲ = ۱\,mol\,NH_۳ \times \frac{۳\,mol\,H_۲}{۲\,mol\,NH_۳} = ۱/۵\,mol\,N_۲$$

پس تا لحظه برقراری تعادل در ظرف واکنش، مقدار ۱ مول آمونیاک مصرف‌شده و ۰/۵ مول گاز نیتروژن و ۱/۵ مول گاز هیدروژن تولید شده است. شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده در تعادل و روند تغییرات مواد به صورت زیر است:

$$۲NH_۳(g) \rightleftharpoons ۳H_۲(g) + N_۲(g)$$

x	۰	۰	در ابتدای واکنش :
$x - ۱$	$۱/۵$	$۰/۵$	در لحظه‌ی تعادل :

برای راحتی کار، شمار مول‌های گاز آمونیاک در لحظه برقراری تعادل را برابر با y مول در نظر می‌گیریم. در این حالت، رابطه $y = x - ۱$ برقرار خواهد شد. از آنجا که حجم سامانه در حالت تعادل برابر با ۵ لیتر است، ثابت تعادل واکنش را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$K = \frac{[N_۲][H_۲]^۳}{[NH_۳]^۲} = \frac{(\frac{۰/۵}{۵}) \times (\frac{۱/۵}{۵})^۳}{(\frac{y}{۵})^۲} = \frac{۰/۰۰۲۷}{(\frac{y^۲}{۲۵})} = ۰/۰۳ \Rightarrow y^۲ = \frac{۰/۰۰۲۷ \times ۲۵}{۰/۰۳} = ۲/۲۵ \Rightarrow \begin{cases} y_۱ = +۱/۵ \\ y_۲ = -۱/۵ \end{cases}$$

همانطور که مشخص است، مقدار عددی ۱/۵- برای مولفه y قابل قبول نخواهد بود. پس مقدار آمونیاک در لحظه تعادل برابر با ۱/۵ مول است. با توجه به اینکه ۱/۵ مول آمونیاک در لحظه‌ی تعادل در ظرف وجود داشته و ۱ مول آمونیاک نیز تا لحظه برقراری تعادل مصرف‌شده است، پس مقدار آمونیاک اولیه برابر با ۲/۵ مول بوده است. بنابراین جرم آمونیاک اولیه برابر است با:

$$?\,g\,NH_3 = 2/5\,mol\,NH_3 \times \frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} = 42/5\,g$$

در نهایت، با توجه به مقدار آمونیاک اولیه و مقدار آمونیاک مصرف‌شده، درصد پیشرفت واکنش را بدست می‌آوریم:

$$\text{درصد پیشرفت واکنش} = \frac{\text{تعداد مول } NH_3 \text{ مصرف‌شده}}{\text{تعداد مول اولیه‌ی } NH_3} \times 100 = \frac{1}{2/5} \times 100 = 40\%$$

گروه آموزشی ماز

33- تعادل $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)\ ;\ K = 2/5 \times 10^{-2}$، پس از ورود مقداری آمونیوم کلرید به یک ظرف سربسته برقرار شده است. اگر در حالت تعادل مجموعا $2/408 \times 10^{23}$ مولکول گازی در ظرف وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش برابر با چند لیتر بوده و با استفاده از گاز هیدروژن کلرید تولید شده، چند لیتر محلول اسیدی با $pH = 2$ می‌توان تهیه کرد؟

۱) ۴ - ۲۰ ۲) ۸ - ۲۰ ۳) ۴ - ۴۰ ۴) ۸ - ۴۰

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

معادله موازنه‌شده واکنش مورد نظر به صورت مقابل است: $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$

ابتدا شمار مول‌های مواد گازی موجود در ظرف را محاسبه می‌کنیم. توجه داریم که هر مول گاز معادل با $6/02 \times 10^{23}$ مولکول از گاز موردنظر می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$?\,mol\ \text{گاز} = 2/408 \times 10^{22}\,molecule\ \text{گاز} \times \frac{1\,mol\ \text{گاز}}{6/02 \times 10^{23}\,molecule\ \text{گاز}} = 0/4\,mol$$

پس مجموع مقدار گازهای تولیدشده برابر با ۰/۴ مول است. با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش، ضریب گازهای تولیدشده با هم برابر و معادل یک است؛ بنابراین مقدار این دو گاز در لحظه‌ی تعادل با یکدیگر برابر است. پس مقدار هر یک از گازهای آمونیاک و هیدروژن‌کلرید در لحظه‌ی تعادل برابر با ۰/۲ مول خواهد بود. شمار مول‌های مواد شرکت‌کننده در تعادل و روند تغییرات مواد به صورت زیر است:

$$NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$$

در ابتدای واکنش : x ۰ ۰

در لحظه‌ی تعادل : $x - 0/2$ ۰/۲ ۰/۲

با توجه به اینکه آمونیوم‌کلرید حالت جامد دارد، ثابت تعادل واکنش به غلظت گازهای تولیدشده بستگی داشته و به صورت $K = [NH_3] \times [HCl]$ نوشته می‌شود. با توجه به این موضوع، با نوشتن رابطه‌ی ثابت تعادل، حجم ظرف واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$K = [NH_3] \times [HCl] = 0/2 \times 0/2 \times (\frac{1}{V})^{2-0} = 2/5 \times 10^{-2} \rightarrow (\frac{1}{V})^2 = 6/25 \times 10^{-2} \Rightarrow V = 4L$$

بنابراین حجم ظرف واکنش برابر با ۴ لیتر است. به منظور حل قسمت دوم سوال، با استفاده از pH محلول و مقدار هیدروژن‌کلرید تولیدشده، حجم محلول اسیدی را محاسبه می‌کنیم. بر این اساس، داریم: $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}$

با توجه به اینکه مقدار هیدروژن‌کلرید تولیدشده برابر با ۰/۲ مول است، پس شمار مول‌های هیدرونیوم در محلول اسیدی برابر با ۰/۲ مول خواهد بود. بر این اساس، داریم:

$$mol\,(H^+) = [H^+] \times V(L) \Rightarrow 0/2 = 10^{-2} \times V \Rightarrow V = 20L$$

پس با استفاده از گاز هیدروژن کلرید تولید شده، می‌توان ۲۰ لیتر محلول اسیدی با $pH = 2$ تهیه کرد.

گروه آموزشی ماز

34- 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)

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:

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

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

گروه آموزشی ماز

35- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) بسیاری از کشورها، منابع طبیعی خود از جمله نفت را بدون فراوری و طی فرایند خام‌فروشی به فروش می‌رسانند.

ب) سولفوریک اسید و متانول، فراورده‌های حاصل از فراوری نفت خام بوده و نسبت به نفت، قیمت بالاتری دارند.

پ) فناوری‌های جداسازی و خالص‌سازی مواد، یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران و پرکاربرد به شمار می‌رود.

ت) به کمک فناوری‌های شیمیایی، می‌توان اسیدهای آلی را مستقیما به ترکیب موجود در میخک تبدیل کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به‌دست می‌آید، به فروش می‌رسانند. این فرایند، به خام فروشی منابع معروف است. روش دیگر برای بهره‌وری از منابع، این است که به کمک فناوری‌های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فراورده‌های دیگر تبدیل کرد

تا بتوان به قیمت‌های بسیار بالاتری به فروش رساند. برای نمونه، فروش نفت خام ساده‌ترین راه بهره‌برداری از این منبع طبیعی بوده و نمونه‌ای از فرایند خام‌فروشی است؛ درحالی که راه دیگر آن، پالایش نفت خام و فروش فراورده‌های تولید شده در این فرایند است. تصویر زیر، روند فراوری مواد خام را نشان می‌دهد:

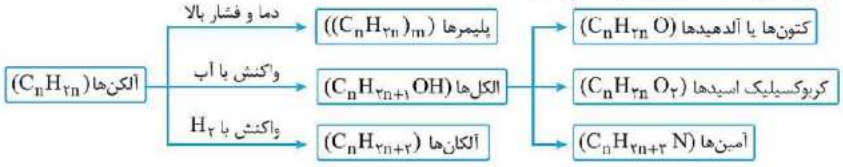


با توجه به این تصویر، مواد خام با استفاده از انرژی، آب، فناوری شیمیایی و نیروی انسانی به فراورده‌ی هدف تبدیل می‌شوند.

ب) آمونیاک، سولفوریک اسید، متانول، بنزین، پلی‌اتن، اتانول و اتیلن‌گلیکول، از جمله فراورده‌های پتروشیمیایی هستند که با استفاده از نفت خام بدست می‌آیند. این مواد، با استفاده از فناوری‌های شیمیایی تولید می‌شوند. با تبدیل نفت خام به فراورده‌های پتروشیمیایی ارزشمندتر مانند آمونیاک، بنزین، اتیلن گلیکول، متانول و سولفوریک اسید، می‌توان از خام‌فروشی این ماده جلوگیری کرده و آن را با قیمت‌های بالاتری به فروش رساند.

پ) درصد خلوص مواد شیمیایی، کمیتی است که بر روی قیمت تمام‌شده این مواد نقش تعیین کننده‌ای دارد. هر چه درصد خلوص یک ماده بیشتر باشد، قیمت آن ماده نیز بیشتر می‌شود. به عنوان مثال، قیمت مس با خلوص ۹۹/۹ درصد، بسیار بیشتر از قیمت یک نمونه از مس با خلوص ۹۶ درصد است. به همین دلیل، فناوری‌های جداسازی و خالص‌سازی مواد یکی از فناوری‌های پیشرفته، گران، پرکاربرد و در عین حال کارآفرین و درآمدزا به شمار می‌رود.

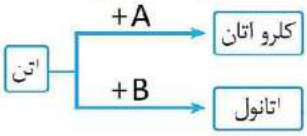
ت) الکل‌ها، از واکنش میان آلکن‌ها با آب تولید شده و با استفاده از فرایندهای شیمیایی، به سایر مواد آلی تبدیل می‌شوند. نمودار زیر، روند تبدیل آلکن‌ها به الکل‌ها و پس از آن، روش تبدیل الکل‌ها به سایر مواد را نشان می‌دهد:



با توجه به این نمودار، الکل‌ها را می‌توان به کربوکسیلیک اسیدها و یا کتون‌ها تبدیل کرد اما امکان تبدیل مستقیم کربوکسیلیک اسیدها(یا همان اسیدهای آلی) به ترکیب‌های کتونی وجود ندارد. همانطور که می‌دانیم، در گیاه میخک یک ترکیب کتونی به اسم ۲-هپتانون وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

36 - تصویر زیر، نمایی از فرایند تبدیل گاز اتن به دو فراورده پتروشیمیایی را نشان می‌دهد:

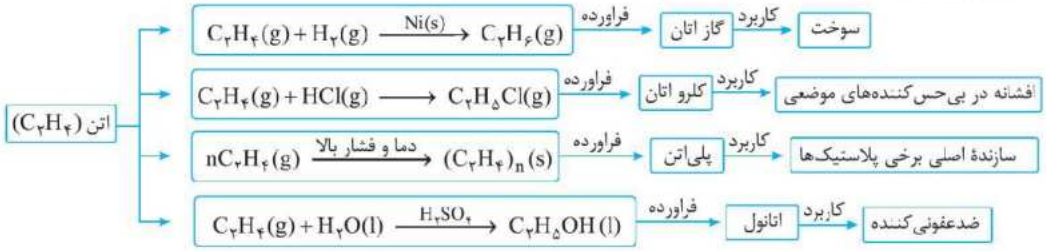


با توجه به اطلاعات داده شده، ترکیب A در ترکیب B، ..... بوده و در صورت قرار گرفتن مولکول‌های این ماده در یک میدان الکتریکی، ..... ماده B، ذرات سازنده این ماده جهت‌گیری پیدا ..... .

۱) محلول – برخلاف – نمی‌کند
۲) محلول – همانند – می‌کند
۳) نامحلول – برخلاف – نمی‌کند
۴) نامحلول – همانند – می‌کند

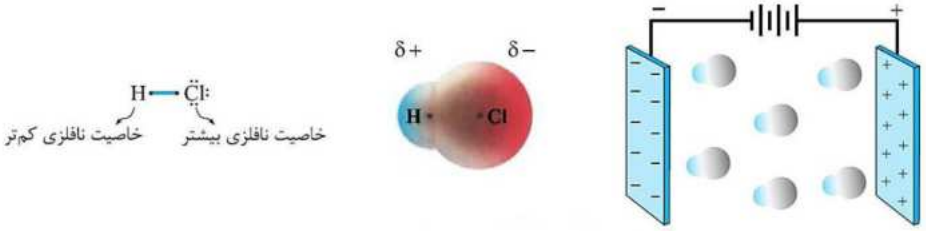
پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

گاز اتن(اولین عضو خانواده آلکن‌ها با فرمول مولکولی C_2H_4)، سنگ بنای صنایع پتروشیمی بوده و با استفاده از آن، انواع فراورده‌های پتروشیمیایی سودمند را می‌توان تهیه کرد. نمودار زیر، روند تبدیل این ماده به برخی از فراورده‌های سودمند را نشان می‌دهد:



با توجه به نمودار بالا، ترکیب‌های A و B به ترتیب معادل با گاز هیدروژن کلرید و آب هستند. چون گاز هیدروژن کلرید از مولکول‌های قطبی ساخته شده است، یک نمونه از این ماده در آب حل شده و محلول هیدروکلریک اسید را تولید می‌کند.

تصویر زیر، نمایی از ساختار مولکول‌های دواتمی گاز هیدروژن کلرید را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، گاز هیدروژن کلرید، همانند آب، از مولکول‌های قطبی ساخته شده و در صورت قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی، ذرات سازنده این ماده جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

گروه آموزشی ماز

37- چه تعداد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) شیمی‌دان‌ها به منظور کاهش هزینه تمام شده فرایند سنتز، به دنبال واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند.

ب) برای تولید اتیلن‌گلیکول، یکی از مواد موجود در نفت خام را با محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات واکنش می‌دهند.

پ) تفاوت جرم مولی دی‌اسید مصرف شده برای تولید PET و بنزوئیک اسید، برابر با جرم مولی گاز CO_2 است.

ت) در واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات، جرم پلیمر حاصل، کمتر از مجموع جرم مونومرهای مصرف شده است.

ث) در مولکول پارازایلن، همانند مولکول ۲-بوتین، دو نوع اتم کربن بر پایه اعداد اکسایش متفاوت وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (آ)، (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

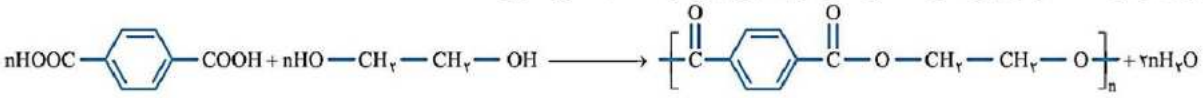
بررسی موارد:

آ) بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف‌شده برای تولید هر ماده، به نوع واکنش و فناوری مورد استفاده برای انجام‌شدن آن بستگی دارد. به همین خاطر، شیمی‌دان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست و واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام‌شده فرایند سنتز و تولید مواد مختلف را کاهش دهند. آن‌ها پس از یافتن واکنش‌دهنده‌ها و فرایندهای مناسب، فناوری لازم برای تولید ماده هدف را طراحی و اجرا می‌کنند.

ب) اتن، از جمله مواد موجود در نفت خام است که با استفاده از آن، می‌توان سایر مواد آلی را تولید کرد. مولکول‌های گاز اتن می‌توانند در واکنش با یک گونه‌ی اکسنده مثل محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات به اتیلن گلیکول با فرمول شیمیایی $C_2H_6O_2$ تبدیل شوند. واکنش انجام شده به همراه روند تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول‌های اتن به صورت زیر است:



پ) پلی‌اتیلن ترفتالات، نوعی پلی‌استر است. واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت زیر است:



دی‌اسید مصرف شده در این واکنش، ترفتالیک اسید با فرمول شیمیایی $C_8H_6O_4$ است، در حالی که فرمول مولکولی بنزوئیک اسید به صورت $C_7H_6O_2$ است. همانطور که مشخص است، فرمول مولکولی این دو ماده به اندازه یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن با هم تفاوت دارد.

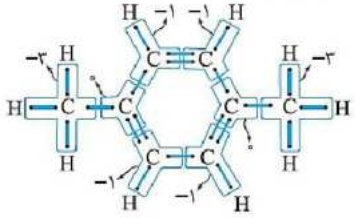
ت) در واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات، علاوه بر پلیمر تولید شده، مقداری آب نیز تولید می‌شود. با توجه به تولید آب در این واکنش و قانون پایستگی جرم در واکنش‌های شیمیایی، می‌توان گفت جرم پلیمر تولید شده طی این فرایند، به اندازه جرم آب تولید شده در واکنش، کمتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌های مصرف شده خواهد بود. در این رابطه، داریم:

جرم دی‌الکل + جرم دی‌اسید = جرم آب تولید شده + جرم پلیمر

ث) پارازایلن، هیدروکربنی از نفت خام است که از آن در مراحل تولید پلی‌اتیلن ترفتالات استفاده می‌شود.

www.mapedu.ir

تصویر زیر، ساختار پارازایلن و عدد اکسایش اتم‌های کربن موجود در آن را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، عدد اکسایش ۲ عدد از اتم‌های کربن موجود در این ترکیب(اتم‌های کربن متصل به شاخه فرعی متیل) برابر صفر است. عدد اکسایش سایر اتم‌های کربن موجود در ساختار این ماده نیز برابر با ۱- و ۳- است. مولکول ۲-بوتین با ساختار $CH_3 - C \equiv C - CH_3$ نیز عضوی از خانواده آلکین‌ها است که در ساختار خود اتم‌های کربنی با عدد اکسایش صفر و ۳- دارد.

گروه آموزشی ماز

38- در شرایط استاندارد، مقدار ۳۳/۶ لیتر گاز اتن را با مقدار کافی آب وارد واکنش می‌کنیم. الکل تولید شده طی این فرایند، با چند گرم پروپانوئیک اسید به طور کامل واکنش خواهد داد؟ ($H = 1 : g.mol^{-1}$ و $C = 12$ و $O = 16$)

۱) ۱۱۶ ۲) ۸۷ ۳) ۱۴۸ ۴) ۱۱۱

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

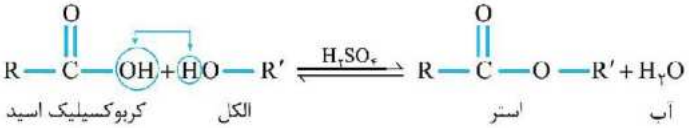
با واردکردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول تولید می‌شود. معادله موازنه‌شده این واکنش به صورت زیر است:

$$C_2H_4(g) + H_2O\ (l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$$

می‌دانیم هر مول گاز در شرایط استاندارد، حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر دارد. بر این اساس، مقدار اتانول تولیدشده در واکنش ۳۳/۶ لیتر گاز اتن با آب را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\ C_2H_5OH = 33/6\ L\ C_2H_4 \times \frac{1\ mol\ C_2H_4}{22/4\ L\ C_2H_4} \times \frac{1\ mol\ C_2H_5OH}{1\ mol\ C_2H_4} = 1/5\ mol$$

پس مقدار اتانول تولیدشده برابر با ۱/۵ مول است که با پروپانوئیک اسید وارد واکنش می‌شود. می‌دانیم که کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها در شرایط مناسب با یکدیگر واکنش داده و استر تولید می‌کنند. واکنش استری شدن به صورت زیر انجام می‌شود:



پس معادله واکنش اتانول با پروپانوئیک اسید به صورت زیر است:

$$C_2H_5COOH + C_2H_5OH \rightarrow C_5H_{10}O_2 + H_2O$$

طبق معادله بالا، به ازای مصرف هر مول اتانول، ۱ مول پروپانوئیک اسید مصرف می‌شود. بر این اساس، جرم پروپانوئیک اسید مصرف‌شده به ازای مصرف ۱/۵ مول اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ C_2H_5COOH = 1/5\ mol\ C_2H_5OH \times \frac{1\ mol\ C_2H_5COOH}{1\ mol\ C_2H_5OH} \times \frac{74\ g\ C_2H_5COOH}{1\ mol\ C_2H_5COOH} = 111\ g$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم الکل تولید شده، با ۱۱۱ گرم پروپانوئیک اسید به طور کامل واکنش خواهد داد.

گروه آموزشی ماز

39- در شرایط مناسب، الکل موجود در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۳۱٪ جرمی اتیلن‌گلیکول در آب با چگالی $0/8\ g.mL^{-1}$ را در واکنش تولید پلی‌اتیلن ترفتالات شرکت می‌دهیم. طی این فرایند، چند گرم پلیمر تولید خواهد شد؟

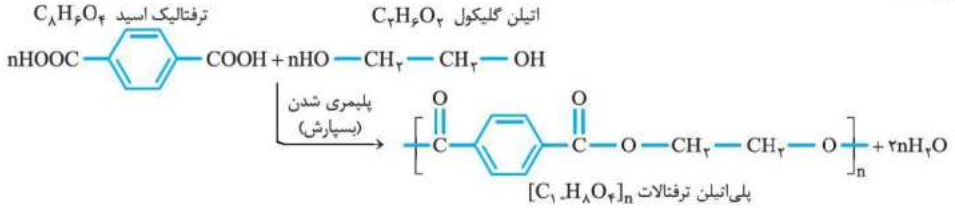
($H = 1 : g.mol^{-1}$ و $C = 12$ و $O = 16$)

۱) ۵۷۶ ۲) ۲۸۸ ۳) ۳۸۴ ۴) ۱۹۲

www.mapedu.ir

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۲۰۴)

همانطور که می‌دانیم، از واکنش اتیلن‌گلیکول با ترفتالیک اسید در شرایط مناسب، می‌توان پلی‌اتیلن ترفتالات تهیه کرد. معادله‌ی واکنش پلیمری شدن پلیمر مورد نظر به صورت زیر است:



در قدم اول، مقدار الکل موجود در محلول را بدست می‌آوریم. برای این منظور ابتدا غلظت مولی اتیلن‌گلیکول را در محلول محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی محلول} = \frac{10ad}{\text{جرم مولی}} \Longrightarrow \text{غلظت مولی اتیلن‌گلیکول} = \frac{10 \times 31 \times 0/8}{62} = 4\ mol.L^{-1}$$

اکنون با استفاده از مولاریته و حجم محلول، شمار مول‌های اتیلن‌گلیکول مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{مول حل‌شونده} = (\frac{mol}{L})_{\text{مولاریته}} \times (L)_{\text{حجم}} \Longrightarrow 4 \times (0/5) = 2\ mol$$

بنابراین ۲ مول اتیلن‌گلیکول با مقدار کافی از ترفتالیک‌اسید واکنش داده و پلی‌اتیلن ترفتالات تولید می‌کند. با توجه به معادله‌ی این واکنش، جرم پلی‌اتیلن ترفتالات تولیدشده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\ g\ [C_{10}H_8O_4]_n = 2\ mol\ C_2H_6O_2 \times \frac{1\ mol\ [C_{10}H_8O_4]_n}{n\ mol\ C_2H_6O_2} \times \frac{192n\ g\ [C_{10}H_8O_4]_n}{1\ mol\ [C_{10}H_8O_4]_n} = 384\ g$$

پس طی این فرایند، ۳۸۴ گرم پلیمر پلی‌اتیلن ترفتالات تولید خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

40 - 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)

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:

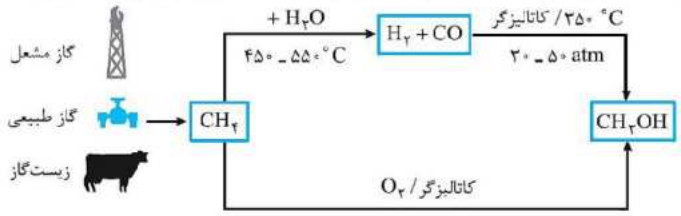
۲) پلاستیک‌ها یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر هستند که با استفاده از برخی از انواع پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌اتن تولید می‌شوند. ویژگی‌های مهم پلاستیک‌ها به شرح زیر است:



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.

۴۱- غلظت گوگرد در یک سوخت فسیلی، برابر با $8000 ppm$ است. اگر لوکوموتیو یک قطار با طی هر ۱۰۰ کیلومتر مسافت، ۵۰۰ لیتر سوخت با چگالی $0/96 g.mL^{-1}$ مصرف کند، در طول مسافت ۵۰ کیلومتر، چند گرم گاز SO_2 از دودکش این قطار خارج شده و گاز SO_2 تولید شده طی این فرایند با چند کیلوگرم کلسیم اکسید با خلوص ۵۰٪ واکنش خواهد داد؟

(فرض کنید کل گوگرد موجود در سوخت، به گاز SO_2 تبدیل می‌شود. $g.mol^{-1}$: $O = 16$ و $S = 32$ و $Ca = 40$)

۱) ۱۹۲۰ – ۳/۳۶ ۲) ۱۹۲۰ – ۱/۶۸ ۳) ۳۸۴۰ – ۶/۷۲ ۴) ۳۸۴۰ – ۳/۳۶

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

در قدم اول، جرم گوگرد مصرف شده در لوکوموتیو را محاسبه می‌کنیم.

$$?g\ S = 50\ km\ \text{مسافت} \times \frac{500\ L\ \text{بنزین}}{100\ km\ \text{مسافت}} \times \frac{1000\ mL\ \text{بنزین}}{1\ L\ \text{بنزین}} \times \frac{0/96\ g\ \text{بنزین}}{1\ mL\ \text{بنزین}} \times \frac{8000\ g\ S}{10^6\ g\ \text{بنزین}} = 1920\ g$$

گوگرد بر اساس معادله $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ در لوکوکوتیو قطار می‌سوزد. بر این اساس، جرم گاز SO_2 تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?g\ SO_2 = 1920\ g\ S \times \frac{1\ mol\ S}{32\ g\ S} \times \frac{1\ mol\ SO_2}{1\ mol\ S} \times \frac{64\ g\ SO_2}{1\ mol\ SO_2} = 3840\ g$$

برای محاسبه جرم گوگرد دی‌اکسید تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } SO_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{1920\ g\ S}{1 \times 32} = \frac{x\ g\ SO_2}{1 \times 64} \Longrightarrow x = 3840\ g\ SO_2$$

گاز SO_2 بر اساس معادله $CaO(s) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s)$ با کلسیم اکسید واکنش می‌دهد، پس داریم:

$$?kg\ CaO = 3840\ g\ SO_2 \times \frac{1\ mol\ SO_2}{64\ g\ SO_2} \times \frac{1\ mol\ CaO}{1\ mol\ SO_2} \times \frac{56\ g\ CaO}{1\ mol\ CaO} \times \frac{100\ g\ CaO\ \text{ناخالص}}{50\ g\ CaO} \times \frac{1\ kg\ CaO\ \text{ناخالص}}{1000\ g\ CaO\ \text{ناخالص}} = 6/72\ g$$

گروه آموزشی ماز

۴۲- از میان گازهای اوزون، نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید، گازی که حداکثر غلظت آن در هوای آلوده شهرها نسبت به سایر گازها بیشتر است را در نظر بگیرید. در رابطه با این گاز، کدام مطلب درست است؟ ($g.mol^{-1}$: $O = 16$ و $N = 14$)

۱) مولکول‌های این ماده ساختار خطی داشته و با قرار گرفتن در میدان الکتریکی، جهت‌گیری پیدا می‌کنند.

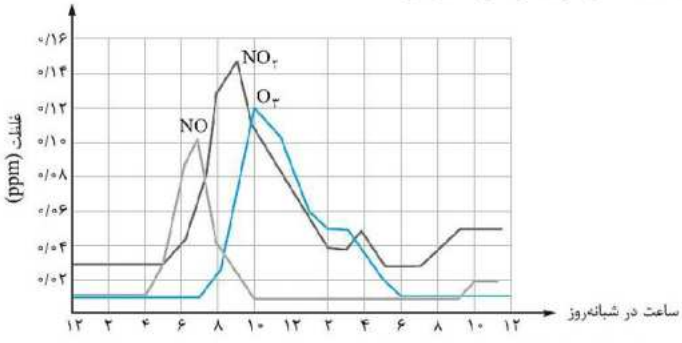
۲) انحلال‌پذیری یک نمونه از این گاز در آب، کمتر از انحلال‌پذیری یک نمونه از گاز اکسیژن در آب است.

۳) شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار هر مولکول این ماده، نصف شمار این پیوندها در اتن است.

۴) جرم نمونه‌ای از این گاز که $1/8066 \times 10^{23}$ اتم اکسیژن در ساختار خود دارد، برابر ۴/۸ گرم است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

نمودار زیر، روند تغییر غلظت گازهای آلاینده در هوی آلوده را نشان می‌دهد:



با توجه به این نمودار، مقایسه حداکثر غلظت گازهای آلاینده در طول شبانه‌روز به صورت زیر است:

بیشترین مقدار حداکثر غلظت ← گاز نیتروژن دی‌اکسید ← گاز اوزون ← گاز نیتروژن مونوکسید ← کمترین مقدار حداکثر غلظت

از طرفی، زمان رسیدن به حداکثر غلظت این گازها در طول شبانه‌روز نیز به صورت زیر خواهد بود:

گاز اوزون (حدود ساعت ۱۰ صبح) ← گاز نیتروژن دی‌اکسید (حدود ساعت ۹ صبح) ← گاز نیتروژن مونوکسید (حدود ساعت ۷ صبح) ← زمان رسیدن به حداکثر غلظت

www.mapedu.ir

با توجه به توضیحات بالا، گاز NO_2 آلاینده‌ای است که در مقایسه با سایر گازها غلظت بالاتری در طول روز پیدا می‌کند. ساختار مولکولی این گاز قطبی به صورت زیر است:

$$\ddot{O}=\dot{N}-\ddot{O}:$$

همانطور که مشخص است، در ساختار مولکولی این ماده ۳ پیوند اشتراکی وجود دارد. اتن نیز اولین عضو خانواده آلکن‌ها بوده و در ساختار هر مولکول از آن ۶ پیوند اشتراکی(یک پیوند دوگانه و چهار پیوند یگانه) بین اتم‌ها برقرار شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) چون مولکول NO_2 یک الکترون جفت نشده(الکترون تکی) روی اتم مرکزی خود دارد، مولکول‌های این ماده ساختار خمیده پیدا کرده و گشتاور دوقطبی آن‌ها بالاتر از صفر می‌شود.

۲) گاز NO_2 قطبی بوده و جرم مولی آن نیز در مقایسه با گاز اکسیژن بیشتر است. بر این اساس، می‌توان گفت انحلال‌پذیری یک نمونه از گاز NO_2 در آب بیشتر از انحلال‌پذیری گاز اکسیژن است.

۴) در ساختار هر مولکول NO_2، دو اتم اکسیژن و یک اتم نیتروژن وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت نمونه‌ای از این گاز که در ساختار مولکولی خود دارای $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم اکسیژن (معادل با ۰/۳ مول اتم اکسیژن) است، معادل با ۰/۱۵ مول از این گاز است. جرم یک نمونه از گاز NO_2 که شامل ۰/۱۵ مول از این ماده می‌شود، برابر با ۶/۹ گرم خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۴۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ) هر سه مادهٔ آمونیاک، اوره و ویتامین (آ) در آب محلول بوده و تولید آن‌ها پس از انقلاب صنعتی آغاز شده است.

ب) گوگرد دی‌اکسید، اوزون، مواد آلی فرار و ذرات معلق، از جمله گازهای آلاینده‌ی موجود در هوای آلوده هستند.

پ) امواج رادیویی نوعی از پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و همانند پرتوهای مرئی قرمز، با مولکول‌ها برهمکنش دارند.

ت) فناوری تولید بنزین، به حمل‌ونقل سرعت بخشیده و مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش دادند.

ث) طیف‌سنجی فروسرخ تنها در شناسایی مولکول‌هایی که اتم‌های آن‌ها از قاعده هشت‌تایی پیروی می‌کند، کاربرد دارد.

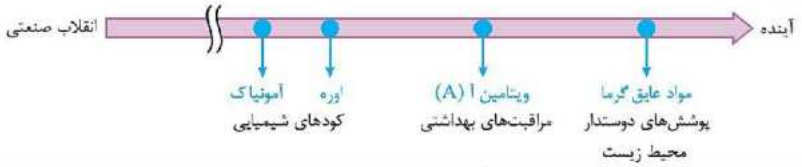
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) تولید هر سه مادهٔ آمونیاک، اوره و ویتامین (آ) پس از انقلاب صنعتی آغاز شده است؛ ولی از بین این سه ماده تنها آمونیاک و اوره در آب محلول‌اند. این در حالی است که مولکول‌های ویتامین (آ) به طور عمده از بخش‌های هیدروکربنی تشکیل شده و نامحلول در آب هستند. روند تولید این مواد در سال‌های بعد از انقلاب صنعتی به صورت زیر است:



فرمول مولکولی ویتامین (آ) معادل با $C_{۲۰}H_{۳۰}O$ است. ویتامین آ(A) یکی از ویتامین‌های موجود در هویج است. در ساختار ویتامین (آ)، فقط یک گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد. چون قسمت عمده مولکول‌های این ماده از بخش هیدروکربنی و ناقطبی تشکیل شده است، این بخش‌ها بر بخش‌های قطبی غلبه کرده و مولکول‌های ویتامین (آ) در مجموع ناقطبی به شمار می‌روند و در حلال‌های ناقطبی مثل چربی حل می‌شوند. چون ویتامین (آ) محلول در آب نیست، مقدار اضافی مصرف شده از این ترکیب به راحتی از بدن انسان دفع نشده و در بافت چربی تجمع پیدا می‌کند؛ پس مصرف بیش از اندازه‌ی این ویتامین باعث ایجاد مشکل برای بدن می‌شود.

ب) با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و با انجام رفتارهای نادرست، گازهای آلاینده وارد هوا شده و دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. گازهای SO_2، NO_2، نیتروژن مونوکسید، کربن مونوکسید، اوزون، مواد آلی فرار و ذرات معلق، از جمله گازهای آلاینده موجود در هوای آلوده هستند. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهر را زشت می‌کند، به فرایند فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم و سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

پ) امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بلند هستند. امواج رادیویی، همانند سایر پرتوهای الکترومغناطیسی، با مولکول‌ها و گروه‌های عاملی موجود در ساختار آن‌ها برهمکنش خواهند داشت. در واقع مولکول‌ها طول موج‌های خاصی از این پرتوها را جذب کرده و طول موج‌های خاصی از آن‌ها را نیز بازتاب می‌کنند.

ت) فناوری تولید بنزین با استفاده از نفت خام، به فرایند حمل‌ونقل سرعت بخشیده است. فناوری استفاده از مبدل‌های کاتالیستی نیز آلودگی ناشی از مصرف بنزین را کاهش داده‌اند.

دانش شیمی و فناوری‌های آن، نقش پررنگی در گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است. داده‌های زیر، برخی از فناوری‌های مهم شیمیایی و نتایج حاصل از آن‌ها را نشان می‌دهد:

صنایع الکترونیک ← گسترش فناوری تولید صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی

تصفیه آب ← جلوگیری از گسترش انواع بیماری‌ها از جمله وبا　　تولید بنزین ← سرعت‌دادن به فرایند حمل‌ونقل در جهان

تولید پلاستیک ← دگرگون‌کردن صنعت تولید پوشاک و صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی

شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک ← هموارشدن راه برای انجام جراحی‌های گوناگون

شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب ← تأمین غذای جهان　　مبدل‌های کاتالیستی ← کاهش‌دادن آلودگی‌های ناشی از مصرف بنزین

ث) از طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی مولکول NO استفاده کرد که یک ماده گازی آلاینده بوده و اتم‌های نیتروژن موجود در مولکول‌های آن از قاعده هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند.

یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به کار می‌رود، طیف‌سنجی فروسرخ است. از آنجا که هر یک از گروه‌های عاملی، گستره معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند، به کمک این طیف‌سنجی می‌توان گروه‌های عاملی را از یکدیگر تشخیص داد. از این نوع طیف‌سنجی برای شناسایی برخی از مولکول‌های گازی نیز استفاده می‌شود. از این رو از طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید(CO) و اکسیدهای نیتروژن$(NO$ و $NO_2)$ در هواکره استفاده کرد.

گروه آموزشی ماز

۴۴- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) هوای آلوده محتوی مواد آلی فرار و ذرات معلق بوده و موجب افزایش سرعت فرسودگی ساختمان‌ها می‌شود.

ب) در سطح سرامیک موجود در مبدل کاتالیستی، نوده‌های فلزی کوچکی از فلزهای Pt، Rh و Pd وجود دارد.

پ) با کاهش غلظت گاز اوزون در هوای شهرهای بزرگ، غلظت NO_2 افزایش یافته و به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

ت) گاز H_2 از ذرات ناقطبی ساخته شده و مقداری از آن، برخلاف فسفر سفید، در دمای اتاق شروع به سوختن می‌کند.

۱) ۱　　۲) ۲　　۳) ۳　　۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲　　(متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

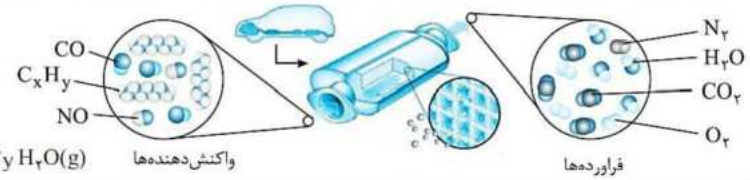
عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ) هوای خشک و پاک، مخلوطی از گازهای گوناگون(گازهای نیتروژن، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، آرگون و ...) است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند؛ در حالی که هوای آلوده افزون بر این مواد، حاوی گازهای گوناگونی مانند گوگرد دی‌اکسید، اکسیدهای نیتروژن، اوزون، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار

است. به دلیل وجود این آلاینده‌ها، هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره شهر را زشت می‌کند، فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می‌بخشد و سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی ازجمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود. با توجه به رنگ قهوه‌ای گاز NO_2، هوای آلوده کلان‌شهرها در حوالی ساعت ۹ صبح، در تیره‌ترین حالت خود قرار دارد.

ب) در سطح سرامیک‌های به کار رفته در ساختار مبدل کاتالیستی خودروها، توده‌هایی از سه فلز واسطه Pt(پلاتین)، Rh(رودیم) و Pd(پالادیم) با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر به کار می‌روند. با کمک عناصر فلزی موجود در این مبدل‌ها، انرژی فعال‌سازی برخی از واکنش‌های شیمیایی که منجر به حذف آلاینده‌ها می‌شوند کاهش می‌یابد. تصویر زیر، نمایی از این مبدل‌ها و واکنش‌های انجام شده در آن‌ها را نشان می‌دهد:



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

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

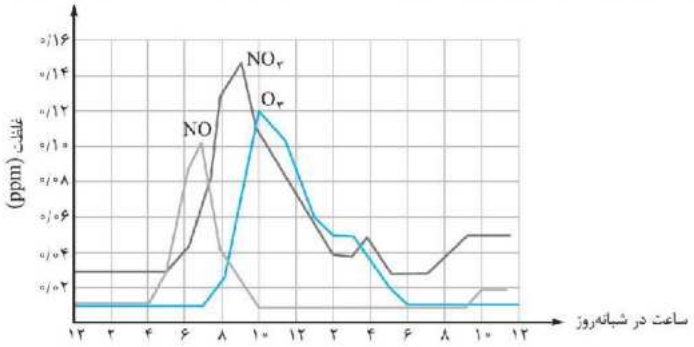
حذف هیدروکربن‌ها: $4C_xH_y(g) + (4x+y)O_2(g) \rightarrow 4xCO_2(g) + 2yH_2O(g)$

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. در نقطه مقابل، سرامیک موجود در این مبدل‌ها را می‌توان به شکل مش(دانه)های ریز درآورده و کاتالیزگرهای فلزی را بر روی سطح دانه‌ها پخش کرد. بدیهی است که در حالت دوم(ساختن سرامیک به صورت مش)، سطح تماس کاتالیزگرها با گازهای آلاینده افزایش پیدا کرده و مقدار بیشتری از گازهای آلاینده توسط مبدل کاتالیستی حذف می‌شوند و در نتیجه کارایی مبدل افزایش پیدا می‌کند.

پ) با گذشت زمان و مصرف شدن گاز نیتروژن دی‌اکسید در واکنش تولید اوزون تروپوسفری، غلظت این گاز در هوای شهرهای بزرگ کاهش یافته و به دنبال آن، غلظت گاز O_2 به تدریج افزایش پیدا می‌کند. معادله واکنش تولید اوزون در لایه تروپوسفر به صورت زیر است:

$$NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + O_3(g)$$

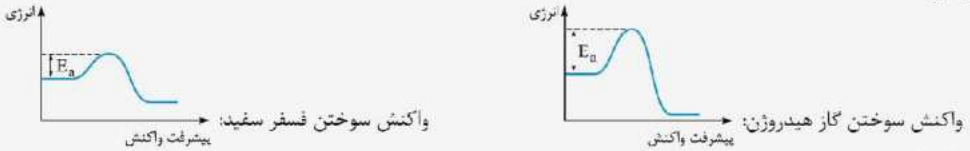
توجه داریم که گاز اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر بوده و یک آلاینده سمی و خطرناک به شمار می‌آید، به طوری که حضور آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم‌ها و آسیب‌دیدن ریه‌ها می‌شود. نمودار زیر، روند تغییر غلظت سه مورد از گازهای آلاینده موجود در هواکره را نشان می‌دهد:



همانطور که مشخص است، حداکثر غلظت گاز NO_2 در هوای شهرهای بزرگ بیشتر از حداکثر غلظت گاز اوزون در هوا بوده و حداکثر غلظت گاز اوزون نیز بیشتر از حداکثر غلظت گاز NO است.

ت) چون مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن در حضور گاز اکسیژن زیاد است، یک نمونه از این گاز، برخلاف یک نمونه فسفر سفید، در دمای اتاق نمی‌سوزد و قبل از زدن یک جرقه، کاملا پایدار باقی می‌ماند.

برای مقایسه سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی مختلف، می‌توانیم مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. در این حالت، هر واکنشی که انرژی فعال‌سازی کم‌تری داشته باشد، در شرایط آسان‌تر و با سرعت متوسط بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال، فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و دمای اتاق می‌سوزد؛ چراکه انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن این ماده، کوچک‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است. نمودارهای زیر، مربوط به واکنش سوختن این دو ماده است:



به همین خاطر است که یک نمونه از فسفر سفید، در زیر آب نگه داشته می‌شود. در این حالت، آب به عنوان عامل بازدارنده از واکنش میان فسفر سفید با گاز اکسیژن جلوگیری می‌کند.

www.mapedu.ir

۴۵- داده‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید:

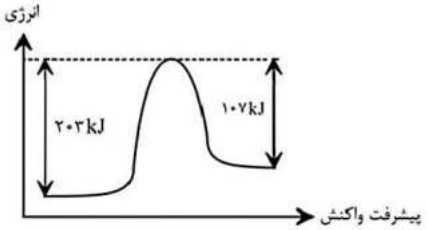
پیوند اشتراکی	$N \equiv N$	$N - H$	$H - H$
آنتالپی پیوند $(kJ.mol^{-1})$	۹۴۱	۳۸۹	۴۳۵

در مراحل انجام واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$، برای رسیدن به قلهٔ انرژی $203kJ$ گرما نیاز است. اگر بعد از قلهٔ انرژی، $107kJ$ گرما به هنگام تولید فراورده آزاد شود، انرژی پیوند $N - N$ برابر با چند $kJ.mol^{-1}$ بوده و با تولید ۲۵/۶ گرم فراورده در این واکنش، چند کیلوژول انرژی با محیط اطراف مبادله می‌شود؟ $(H = 1 : g.mol^{-1}$ و $N = 14)$

۱) ۱۵۳/۶ – ۱۵۹ ۲) ۱۵۳/۶ – ۱۷۲ ۳) ۷۶/۸ – ۱۵۹ ۴) ۷۶/۸ – ۱۷۲

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مساله ـ ۱۲۰۴)

با توجه به اطلاعات داده شده، واکنش مورد نظر گرماگیر است. نمودار انرژی-پیشرفت واکنش برای واکنش گرماگیر $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ به صورت زیر است:



با توجه به نمودار، مقدار آنتالپی واکنش برابر است با:

$$\Delta H = 203 - 107 = +96\ kJ$$

از طرفی می‌توان آنتالپی واکنش را از روی آنتالپی پیوندها حساب کرد:

$$\Delta H = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها}\right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها}\right] \Rightarrow$$
$$\Delta H = +96kJ = \left[\Delta H(N \equiv N) + 2\Delta H(H - H)\right] - \left[4\Delta H(N - H) + \Delta H(N - N)\right] \Rightarrow$$
$$\Delta H(N - N) = 941 + (2 \times 435) - (4 \times 389) - 96 = 845 + 870 - 1556 = 159\ kJ$$

واکنش تولید هیدرازین(N_2H_4) از گازهای نیتروژن و هیدروژن بر اساس معادله $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$، مرحله اول تهیه آمونیاک به روش هابر است. در رابطه با این واکنش شیمیایی، نکات زیر را به خاطر بسپارید:

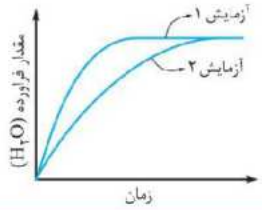
- ✓ واکنش تولید هیدرازین از گازهای نیتروژن و هیدروژن، گرماگیر است.
- ✓ واکنش گازهای هیدرازین و هیدروژن گرماده بوده و محصول آن آمونیاک است.
- ✓ سطح آنتالپی هیدرازین از سطح آنتالپی آمونیاک و سطح آنتالپی نیتروژن بالاتر است؛ بنابراین هیدرازین ناپایدارتر از گازهای آمونیاک و نیتروژن است.

در قدم بعد، با توجه به مقدار تغییر آنتالپی(ΔH) واکنش مورد نظر، مقدار گرمای مصرف شده به هنگام تولید ۲۵/۶ گرم بخار هیدرازین را محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$?\ kJ \text{ انرژی} = 25/6\ g\ N_2H_4 \times \frac{1\ mol\ N_2H_4}{32\ g\ N_2H_4} \times \frac{96\ kJ \text{ انرژی}}{1\ mol\ N_2H_4} = 76/8\ kJ$$

گروه آموزشی ماز

۴۶- نمودار مقابل، روند تولید مقدار فراورده در واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را در حضور کاتالیزگرهای روی و پلاتین نشان می‌دهد. در رابطه با کاتالیزگر استفاده شده در واکنش دوم، کدام مطلب نادرست است؟



۱) در آرایش الکترونی کاتالیزگر استفاده شده، ۷ زیرلایه الکترونی کاملا پر وجود دارد.
۲) اگر تیغه فلزی کاتالیزگر را به شکل پودر در بیاوریم، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
۳) این کاتالیزگر سطحی درخشان داشته و در ساختار برخی از باتری‌های دگمه‌ای وجود دارد.
۴) این عنصر، متعلق به دسته d جدول دوره‌ای بوده و حتی در محیط‌های اسیدی هم اکسایش پیدا نمی‌کند.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و حفظی ـ ۱۲۰۴)

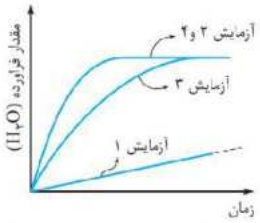
مخلوط گازهای هیدروژن و اکسیژن را در غیاب کاتالیزگر می‌توان برای مدت طولانی نگه داشت. در این شرایط، هیچ واکنشی انجام نشده و مخلوط موردنظر به صورت دست‌نخورده باقی می‌ماند؛ چراکه انرژی فعال‌سازی این واکنش بزرگ است. معادله واکنش شیمیایی انجام شده طی این فرایند به صورت زیر است:

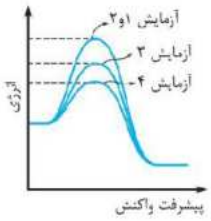
$$O_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

www.mapedu.ir

جدول زیر، شرایط مختلف واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را نشان می‌دهد:

آزمایش	شرایط آزمایش	سرعت واکنش	ΔH واکنش
۱	بدون حضور کاتالیزگر	ناچیز	$-۵۷۲\ kJ$
۲	ایجاد جرقه در مخلوط	انفجاری	$-۵۷۲\ kJ$
۳	در حضور پودر روی	سریع	$-۵۷۲\ kJ$
۴	در حضور توری پلاتینی	انفجاری	$-۵۷۲\ kJ$





با توجه به تصویر فوق، فلز روی در مقایسه با فلز پلاتین، انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن H_2 را به مقدار کمتری کاهش می‌دهد. به همین خاطر، واکنش مورد نظر در حضور فلز روی، با سرعت کمتری انجام می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت آزمایش ۱ در نمودار سوال مربوط به زمان استفاده از پلاتین و آزمایش ۲ نیز مربوط به زمان استفاده از فلز روی است. فلز روی متعلق به دسته d جدول دوره‌ای بوده و چون پتانسیل کاهشی استاندارد آن منفی است، با محلول‌های اسیدی واکنش داده و دچار خوردگی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فلز روی متعلق به گروه شماره ۱۲ از تناوب چهارم جدول دوره‌ای بوده و زیرلایه‌های $1s$ تا $4s$ آن به طور کامل از الکترون پر هستند. توجه داریم که فلز روی، آخرین فلز واسطه موجود در تناوب چهارم است.

۲) یکی از راه‌های افزایش کارایی کاتالیزگرها، پودر کردن آن‌ها است. با این کار، سطح تماس کاتالیزگرها با مواد واکنش‌دهنده افزایش پیدا می‌کند و مقدار بیشتری از گازهای واکنش‌دهنده توسط کاتالیزگر وارد واکنش می‌شوند.

۳) روی، یک عنصر فلزی است. این ماده سطحی درخشان و صیقلی داشته و در ساختار برخی از باتری‌های دگمه‌ای از جمله باتری‌های روی-نقره وجود دارد. توجه داریم که در ساختار باتری‌های روی-نقره، فلز روی در نقش آند سلول است.

گروه آموزشی ماز

۴۷- با توجه به جدول زیر، اگر روزانه ۱/۵ میلیون خودرو در یک شهر بزرگ، به طور میانگین ۵۰ کیلومتر مسافت طی کنند، چند مورد از مطالب داده شده درست خواهد بود؟ ($C = ۱۲$ و $N = ۱۴$ و $O = ۱۶ : g.mol^{-1}$)

فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار گرم آلاینده آزاد شده با طی هر کیلومتر
CO	۶
NO	۱
C_xH_y	۱/۷

آ) برای سوختن ناقص دو مول از هیدروکربن آزاد شده، به $(۲x + \frac{y}{۲})$ مول گاز O_2 نیاز است.

ب) در مدت زمان یک ماه، حدودا $۱/۵۸ \times ۱۰^۶$ کیلوگرم آلاینده با مولکول قطبی وارد هواکره می‌شود.

پ) در شرایط استاندارد، حجم گاز CO آزاد شده در یک روز، بیش از ۶ برابر حجم گاز NO آزاد شده است.

ت) فقط یکی از ترکیب‌های داده شده در این جدول، با آب واکنش داده و موجب کاهش pH محلول می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مساله و مفهومی ـ ۱۲۰۴)

فقط عبارت (پ) درست است.

بررسی موارد:

آ) معادلهٔ سوختن کامل هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_xH_y به صورت زیر است:

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{۴}\right) O_۲ \rightarrow xCO_۲ + \frac{y}{۲} H_۲O$$

بنابراین برای سوختن کامل دو مول C_xH_y، به مقدار $(۲x + \frac{y}{۲})$ مول گاز $O_۲$ نیاز است. بدیهی است که برای سوختن ناقص این هیدروکربن، به کمتر از این مقدار گاز $O_۲$ نیاز است.

ب) مجموع جرم آلاینده‌های قطبی(یعنی گازهای CO و NO) به ازای طی یک کیلومتر مسافت برای هر خودرو برابر با $۷ = ۱ + ۶$ گرم است. بنابراین برای یک ماه، داریم:

$$\text{آلاینده قطبی } ?\,kg = \frac{\text{آلاینده قطبی } ۷\,g}{۱\,km \times \text{۱ خودرو} \times \text{۱ روز}} \times \frac{\text{آلاینده } ۱\,kg}{\text{آلاینده } ۱۰^۳ g} \times \text{۳۰ روز} \times (۱/۵ \times ۱۰^۶) \text{ خودرو} \times ۵۰\,km = ۱۵۷۵۰۰۰۰\,kg$$

مقدار بدست آمده، تقریبا معادل با $۱/۵۸ \times ۱۰^۷$ کیلوگرم آلاینده است.

www.mapedu.ir

پ) حجم CO یا NO آزاد شده با تعداد مول آزاد شده از این گازها در یک روز متناسب است؛ اما نیازی به محاسبهٔ تعداد مول آزاد شده از این گازها در یک روز نیست و کافی است مقدار متوسط آلاینده آزاد شده به ازای طی مسافت یک کیلومتر را با هم مقایسه کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} ?\,mol\,CO = ۶\,g\,CO \times \dfrac{۱\,mol\,CO}{۲۸\,g\,CO} = \dfrac{۳}{۱۴} mol\,CO \\ ?\,mol\,NO = ۱\,g\,NO \times \dfrac{۱\,mol\,NO}{۳۰\,g\,NO} = \dfrac{۱}{۳۰} mol\,NO \end{array}\right\} \rightarrow \frac{n_{CO}}{n_{NO}} = \frac{\frac{۳}{۱۴}}{\frac{۱}{۳۰}} \simeq ۶/۴ > ۶$$

ت) هیچکدام از مواد داده شده در این جدول، با آب واکنش نداده و بر این اساس، می‌توان گفت انحلال این گازها در آب، هیچ تغییری در مقدار pH محلول مورد نظر ایجاد نمی‌کند.

www.mapedu.ir



www.mapedu.ir

۱-گزینه ۴ درست است.

زیرا، معادلهٔ II به واکنش در مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی مربوط است (دلیل نادرست بودن گزینه‌های ۱ و ۳):

$$II)\ NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$$

مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در آن برابر ۹ است (دلیل درست نبودن گزینه ۲). از نوع اکسایش ـ کاهش است و در آن، تنها، عدد اکسایش یک نوع عنصر (N) تغییر کرده است.

۲-گزینه ۱ درست است.

زیرا داریم،

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

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}=\frac{(0/14)^2}{(0/07)\times(0/05)^3}=2240\,L^2.mol^{-2}$$

۳- گزینه ۳ درست است.

زیرا، در واکنش I، مادهٔ اکسنده، H_2SO_4 است که کوچکترین ضریب استوکیومتری را دارد (دلیل نادرست بودن مطلب گزینه ۳):

$$2C_6H_6+H_2SO_4+2NaOH\rightarrow 2C_6H_5OH+Na_2SO_3+2H_2O$$

مطلب بیان شده در سه گزینه دیگر درست است. زیرا، واکنش II، از نظر شیمی سبز مقرون به صرفه است. در واکنش I، Na_2SO_3 فراوردهٔ پسماند است. در واکنش II، H_3CCOCH_3 (استون) یک حلال صنعتی است و در آب، به هر نسبتی حل می‌شود.

۴- گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

$$[HNO_3]=10^{-pH}=10^{-3/2}\ mol.L^{-1}=6/3\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

۵- گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$\text{مقدار گاز تولید شده (روزانه)}=100km\times\frac{2g}{1km}=200g$$

$$\text{مقدار گاز تولید شده (سالانه)}=\frac{200g}{1\text{روز}}\times\frac{300\text{روز}}{1\text{سال}}\times\frac{1kg}{1000g}=60kg$$

۶- گزینه ۳ درست است.

زیرا، کاتالیزگرها، انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کاهش می‌دهند.

۷- گزینه ۳ درست است.

زیرا، شماره مول‌های گازی در این واکنش در سمت فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌هاست و واکنش گرماده است.

۸- گزینه ۴ درست است.

۹- گزینه ۴ درست است.

زیرا، واکنش گرماده است و با افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۱۰. گزینه ۱ درست است.

۱۱. گزینه ۲ درست است.

۱۲. گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

$$\begin{array}{lccc} & N_2(g) & + \; 3H_2(g) & \rightleftharpoons \; 2NH_3(g) \\ \text{قبل واکنش} & 1/1\,mol & 2/3\,mol & 0\,mol \\ \text{تغییر} & -x & -3x & +2x \\ \text{تعادل} & \underbrace{(1/1-x)}_{1\,mol} & \underbrace{(2/3-3x)}_{2\,mol} & \underbrace{0/2}_{\Leftarrow x=0/2\,mol} \end{array}$$

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}=\frac{(\frac{0/2}{5})^2}{(\frac{1}{5})\times(\frac{2}{5})^3}=0/125\,L^2mol^{-2}$$

۱۳. گزینه ۳ درست است.

زیرا، مونومر الکل آن (اتیلن گلیکول)، دارای دو اتم اکسیژن است.

۱۴. گزینه ۴ درست است.

زیرا، هر چهار مورد بیان شده، درستاند.

۱۵. گزینه ۲ درست است.

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

$$?km=1/4\,kg\,N_2\times\frac{1000\,g}{1\,kg}\times\frac{1\,mol\,N_2}{28\,g\,N_2}\times\frac{2\,mol\,NO}{1\,mol\,N_2}\times\frac{30\,g\,NO}{1\,mol\,NO}\times\frac{1\,km}{(1/04-0/04)\,g\,NO}=3000\,km$$

$$?L\,CO=3000\,km\times\frac{0/61\,g\,CO}{1\,km}\times\frac{1\,mol\,CO}{28\,g\,CO}\times\frac{22/4\,L\,CO}{1\,mol\,CO}=1464\,L\,CO$$

۱۶. گزینه ۳ درست است.

اگر مقدار کلسیم کربنات خالص در نمونه اولیه را x مول فرض کنیم، ۲۰ درصد آن، یعنی $0/2x$ مول از آن تجزیه شده است.

$$\begin{array}{lccc} & CaCO_3 & \rightleftharpoons & CaO + CO_2 \\ & -0/2x & & 0/2x \quad 0/2x \end{array}$$

$$K=0/004 \rightarrow 0/004=[CO_2] \Rightarrow 0/004=\frac{0/2x}{2} \Rightarrow x=0/04$$

$$?g\,\underbrace{CaCO_3}_{CC}=0/04\,mol\,CC\times\frac{100\,g\,CC}{1\,mol\,CC}=4\,g\,CC \Rightarrow \%CaCO_3=\frac{4}{10}\times100=40$$

۱۷. گزینه ۳ درست است.

برای تشکیل یک دی استر ۲ حالت زیر وجود دارد:

اسید + دی الکل + اسید	الکل + دی اسید + الکل
فرمیک اسید + اتیلن گلیکول + فرمیک اسید	متانول + ترفتالیک اسید + متانول
	اتانول + ترفتالیک اسید + متانول
	اتانول + ترفتالیک اسید + اتانول

۱۸. گزینه ۴ درست است.

زیرا، داریم:

$$?\,kJ = ۲molO_۲ \times \frac{۳۲gO_۲}{۱molO_۲} \times \frac{۷۳/۵kJ}{۱۲gO_۲} = ۳۹۲kJ$$

$$۱۸kJ + ۳۹۲kJ = ۴۱۰\,kJ$$

۱۹. گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$K = ۱۶ = \frac{[H_۲]^۴}{[H_۲O]^۴}$$

$$۱۶ = \frac{(۴x)^۴}{(۰/۵-۴x)^۴} \Rightarrow ۲ = \frac{۴x}{۰/۵-۴x} \Rightarrow x = \frac{۱}{۱۲}mol.L^{-۱}$$

$$[H_۲] = ۴x = ۴ \times \frac{۱}{۱۲}mol.L^{-۱} \approx ۰/۳۳mol.L^{-۱}$$

$$?\,gH_۲ = ۱۰L \times \frac{۰/۳۳molH_۲}{۱L} \times \frac{۲gH_۲}{۱molH_۲} = ۶/۶gH_۲$$

۲۰. گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

$$K = \frac{[I_۲][Cl_۲]}{[ICl]^۲} = \frac{۰/۱[ICl] \times ۰/۱[ICl]}{[ICl]^۲} = ۱۰^{-۲}$$

۲۱. گزینه ۳ درست است.

زیرا، بر اثر کاهش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی در دمای ثابت، غلظت همهٔ گازها افزایش می‌یابد.

۲۲. گزینه ۳ درست است.

زیرا، درسطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

۲۳. گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{۴})O_۲ \longrightarrow xCO_۲ + \frac{y}{۲}H_۲O$$

$$?\,molC_xH_y = (۱۲/۸x + ۳/۲y)gO_۲ \times \frac{۱molO_۲}{۳۲gO_۲} \times \frac{۱molC_xH_y}{(x + \frac{y}{۴})molO_۲} = \frac{۰/۴x + ۰/۱y}{(x + \frac{y}{۴})} = \frac{۰/۴(x + \frac{y}{۴})}{(x + \frac{y}{۴})}$$

$$= ۰/۴mol$$

۲۴. گزینه ۱ درست است.

زیرا، با استفاده از کاتالیزگر مناسب در یک واکنش شیمیایی، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

۲۵- گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

$$\text{کل مسافت طی شده در روز} = ۵۰۰۰۰۰ \times ۵۰\,km = ۲۵ \times ۱۰^{۶}\,km$$

$$\text{کل مسافت طی شده در سال} = ۲۵ \times ۱۰^{۶}\,km \times ۳۶۵ = ۹/۱۲۵ \times ۱۰^{۹}\,km$$

$$\text{میزان کاهش گازهای آلاینده در هر کیلومتر} = ۸/۷ - ۰/۷ = ۸g$$

$$?\,ton = ۹/۱۲۵ \times ۱۰^{۹}\,km \times \frac{۸g}{۱km} \times \frac{۱ton}{۱۰^{۶}\,g} = ۷۳۰۰۰\,ton$$

۲۶- گزینه ۴ درست است.

زیرا، با استفاده از کاتالیزگر در یک واکنش، تغییری در سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ایجاد نمی‌شود.

۲۷- گزینه ۳ درست است.

زیرا، انرژی فعال‌سازی واکنش کم‌تر از ۵۶۲ کیلوژول و برابر تفاوت سطح انرژی مواد اولیه و قله نمودار است.

۲۸- گزینه ۱ درست است.

زیرا، در واکنش‌های گرماگیر، فرآورده‌ها از فعالیت شیمیایی بیش‌تری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها، برخوردارند.

۲۹- گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$?\,kJ = ۲molCO_۲ \times \frac{۴۴gCO_۲}{۱molCO_۲} \times \frac{۱۶۹/۸kJ}{۲۶/۴gCO_۲} = ۵۶۶kJ$$

$$E_a = ۹۰۰ - ۵۶۶ = ۳۳۴kJ$$

۳۰- گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$\text{کاهش تن آلاینده در یک سال} = ۲۰۰۰۰۰۰ \times \frac{۳۰۰۰۰km}{۱} \times \frac{۷/۹۸g}{۱km} \times \frac{۱ton}{۱۰۰۰۰۰۰g} = ۴۷۸۸۰۰ton$$

۳۱- گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:

$$\begin{array}{ccccc} A & \rightleftharpoons & B & + & ۲C \\ ۰/۴ & & ۰ & & ۰ \\ -x & & +x & & +۲x \\ \hline ۰/۴-x & & x & & ۲x \end{array}$$

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

$$۰/۴ - x = ۰/۴ - ۰/۲ = ۰/۲$$

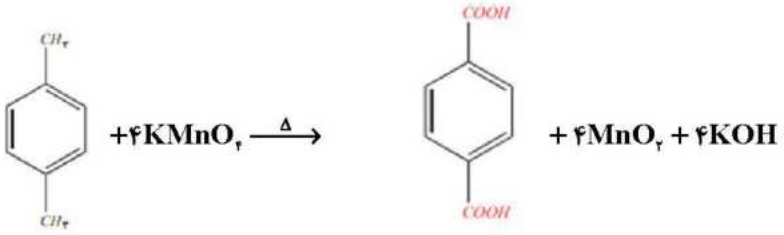
۳۲- گزینه ۲ درست است.

۳۳- گزینه ۳ درست است.

زیرا، A یک الکل است و دارای گروه عاملی هیدروکسیل می‌باشد.

۳۴- گزینه ۴ درست است.

زیرا، داریم:



$$+ 4KMnO_4 \xrightarrow{\Delta} + 4MnO_2 + 4KOH$$

$$?mLKMnO_4 = 1/5g \times \frac{75}{100} \times \frac{1mol}{166g} \times \frac{4molKMnO_4}{1mol} \times \frac{1000mLKMnO_4}{0/2molKMnO_4} \approx 135/5mL$$

۳۵- گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

$$?kJ = 2molNO \times \frac{30gNO}{1molNO} \times \frac{76/02kJ}{25/2gNO} = 181kJ$$

$$562kJ - 181kJ = 381kJ$$

۳۶- گزینه ۴ درست است.

زیرا، داریم:

$$?molH_2O(g) = 250g \times \frac{37/8}{100} \times \frac{1mol}{18gH_2O} = 5/25molH_2O$$

$$K = [H_2O] = \frac{5/25molH_2O}{3L} = 1/75mol.L^{-1}$$

۳۷- گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:

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

	۰	۹ مول	۳ مول	قبل از تعادل
	۲ مول	۶ مول	۲ مول	بعد از تعادل

$$\text{درصد مولی آمونیاک} = \frac{\text{۲ مول آمونیاک}}{\text{۱۰ مول گازها}} \times 100 = 20\%$$

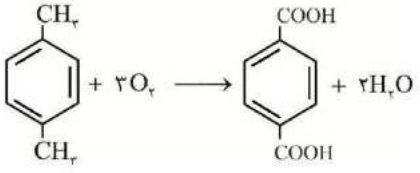
چون حجم ظرف ۱۰ لیتر است، داریم:

$$[N_2] = 0/2 \quad , \quad [H_2] = 0/6 \quad , \quad [NH_3] = 0/2 : mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{0/2^2}{0/2 \times 0/6^3} = 0/92L^2.mol^{-2}$$

۳۸- گزینه ۳ درست است.

زیرا، داریم:



www.mapedu.ir

۳۹. گزینه ۲ درست است.

$$\text{مقدار گاز NO تجزیه شده} = ۲۵۰۰۰\,m^۳ \times \frac{(۱-۰/۰۱)}{۱۰۰} = ۲۴۷/۵ m^۳$$

۳۰gNO	۲۲/۴L
x	۲۴۷۵۰۰L

$$x \approx ۳۳۱۵۰۰g = ۳۳۱/۵kg$$

۴۰. گزینه ۱ درست است.

۴۱. گزینه ۱ درست است.

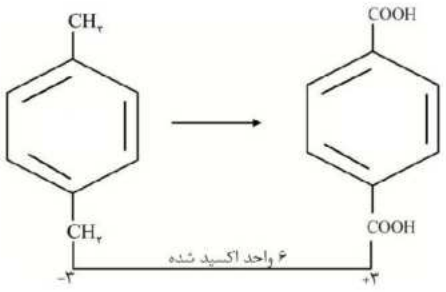
زیرا، داریم:

$$\frac{NiO}{Ni} = \frac{۲-x}{x} = ۹ \Rightarrow x = ۰/۲$$

$$K = \frac{[CO_۲]}{[CO]} = \frac{۰/۲}{۱-۰/۲} = ۰/۲۵$$

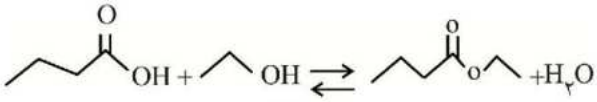
۴۲. گزینه ۲ درست است.

زیرا، داریم:



۴۳- گزینه ۱ درست است.

زیرا، داریم:



$$\text{استر mol} = \frac{۲۷g}{۱۸g} = ۱/۵mol = \text{استر mol} H_۲O$$

پس، ۰/۵ مول از هر واکنش‌دهنده، باقی مانده است.

$$k = \frac{[\text{استر}][\text{آب}]}{[\text{اسید}][\text{الکل}]} = \frac{۱/۵ \times ۱/۵}{۰/۵ \times ۰/۵} = ۹$$

۴۴- گزینه ۳ درست است.

www.mapedu.ir

۴۵- گزینه ۱ درست است.

زیرا داریم:

$$NO + NO_2 + 2NH_3 \rightleftharpoons 2N_2 + 3H_2O$$

و چون یک مول N_2 داریم، پس یک مول NH_3 و نیم مول از NO_2 و NO مصرف شده است و ۱/۵ مول H_2O نیز تولید شده است. پس داریم:

$$[NO] = [NO_2] = \frac{1/5\,mol}{2} = 0/75\,mol.L^{-1}$$

$$[NH_3] = \frac{1\,mol}{2L} = 0/5\,mol.L^{-1}$$

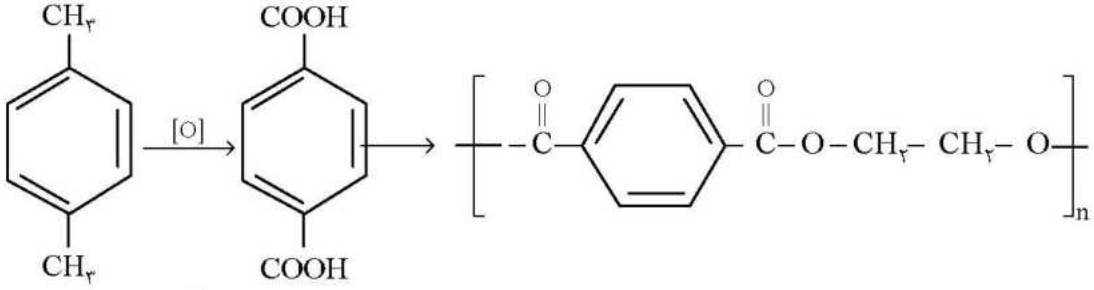
$$[N_2] = \frac{1\,mol}{2L} = 0/5\,mol\,L^{-1}$$

$$[H_2O] = \frac{1/5\,mol}{2} = 0/75\,mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[N_2]^2[H_2O]^3}{[NO][NO_2][NH_3]^2} = \frac{(0/5)^2 \times (0/75)^3}{(0/75)(0/75)(0/5)^2} = 0/75\,mol.L^{-1}$$

۴۶- گزینه ۴ درست است.

زیرا واحد سازندهٔ آن به‌صورت زیر است: (به‌طور خلاصه)



پارازایلن **n** ۱۰۶g	پلیمر(براساس جرم واحد سازنده) ۱۹۲ng
x	پلیمر ۱۰۰۰g

$$x = 552$$

www.mapedu.ir

۴۷- گزینه ۳ درست است.

زیرا، داریم:

$$CO(g)+۲H_۲(g)\rightleftharpoons CH_۳OH(g)$$

$$[CO]=۱mol\div ۵L=۰/۲mol\,L^{-۱}$$

$$[CH_۳OH]=۲mol\div ۵L=۰/۴mol.L^{-۱}$$

$$K=\frac{[CH_۳OH]}{[CO][H_۲]^۲}$$

$$۰/۲۲L^۲mol^{-۲}=\frac{۰/۴mol.L^{-۱}}{۰/۲mol.L^{-۱}\times[H_۲]^۲}$$

$$[H_۲]^۲\approx ۹\Rightarrow[H_۲]\approx ۳mol.L^{-۱}$$

$$?gH_۲=۵L\times\frac{۳mol}{۱L}\times\frac{۲gH_۲}{۱mol\,H_۲}=۳۰g$$

۴۸- گزینه ۱ درست است.

زیرا شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله $۳Fe(s)+۴H_۲O(g)\rightleftharpoons Fe_۳O_۴(s)+۴H_۲(g)$ برابر است.

۴۹- گزینه ۳ درست است.

زیرا داریم:

$$CO(g)+H_۲O(g)\rightleftharpoons CO_۲(g)+H_۲(g)$$

۱	۱	۰	۰
۰/۲	۰/۲	۰/۸	۰/۸

$$K=\frac{[CO_۲][H_۲]}{[CO][H_۲O]}=\frac{۰/۸\times۰/۸}{۰/۲\times۰/۲}=۱۶$$

۵۰- گزینه ۱ درست است.

زیرا با فرض اینکه M برابر با مولاریتهٔ اکسیژن است، داریم:

$۴HCl(g)$	$+$	$O_۲(g)$	$\rightleftharpoons$	$۲Cl_۲(g)$	$+$	$۲H_۲O(g)$
۲/۵		M		۰		۰
$-۴x=-(۰/۸\times۲/۵)$		$-۰/۵$		$+(۲\times۰/۵)$		$+(۲\times۰/۵)$
۰/۵		$E=M-۰/۵$		۱		۱

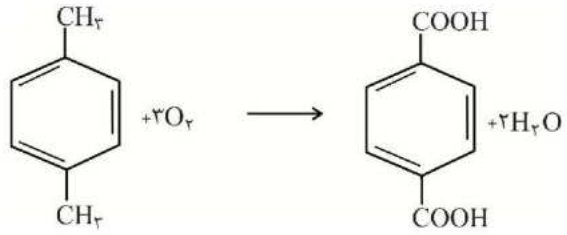
$$K=\frac{[Cl_۲]^۲[H_۲O]^۲}{[HCl]^۴[O_۲]}\Rightarrow ۴۰۰=\frac{(۱)^۲(۱)^۲}{(۰/۵)^۴(E)}\Rightarrow E=۰/۰۴$$

$$M=۰/۵۴mol.L^{-۱}O_۲$$

$$?AmolO_۲=۴L\times\frac{۰/۵۴mol}{۱L}=۲/۱۶mol$$

۵۱. گزینه ۲ درست است.

زیرا داریم:



۵۲. گزینه ۱ درست است.

زیرا در مجاورت توری پلاتینی واکنش گاز هیدروژن و اکسیژن به‌صورت انفجاری بوده و مقدار عددی آنتالپی واکنش، منفی است.

۵۳. گزینه ۳ درست است.

$$?\,kJ = ۲\,mol\,CO_۲ \times \frac{۴۴\,g\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{۷۰/۷۵}{۱۱\,g\,CO_۲} = ۵۶۶\,kJ \quad (\Delta H \text{ واکنش رفت})$$

$$E_a = ۹۰۰ - ۵۶۶ = ۳۳۴\,kJ$$

۵۴. گزینه ۳ درست است.

به جز ΔH بقیه موارد افزایش می‌یابد.

۵۵. گزینه ۳ درست است.

فقط عبارت سوم درست است.

عبارت اول: با جابه‌جایی تعادل درصد مولی مواد تغییر می‌کند.

عبارت دوم: فقط تغییر دما ثابت تعادل را تغییر می‌دهد.

عبارت چهارم: مجموع تعداد مول‌های گازی مواد با توجه به برابر بودن ضرایب موازنه ثابت می‌ماند.

۵۶- گزینه ۴ درست است.

پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند.

۵۷- گزینه ۱ درست است.

این ترکیب $SO_۳$ است؛ زیرا طبق نمودار درحال مصرف شدن است. مقدار $SO_۳$ کاهش می‌یابد و تبدیل به $O_۲$ و $SO_۲$ خواهد شد.

۲ مول $SO_۳$ مصرف شده $۷\,mol - ۵\,mol = ۲\,mol\,SO_۳$ واکنش به تعادل رسیده است.

طبق واکنش تعادلی:

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

مول اولیه	۷	۰	۰
تغییرات مول	۲	۲	۱
در هنگام تعادل	۵	۲	۱

$$K = \frac{[SO_۲]^۲[O_۲]}{[SO_۳]^۲} \Rightarrow K = \frac{\left(\frac{۲\,mol}{۰/۵\,L}\right)^۲ \times \frac{۱\,mol}{۰/۵\,L}}{\left(\frac{۵\,mol}{۰/۵\,L}\right)^۲} = ۰/۳۲\,\frac{mol}{L}$$

مطابق جدول ۱ مول اکسیژن تولید شده است که معادل ۳۲g اکسیژن است. (فصل ۴ شیمی ۳)

www.mapedu.ir

۵۸. **گزینه ۳ درست است.**

عبارت اول درست است. انرژی فعال‌سازی و سرعت رابطهٔ عکس دارند، هم در واکنش‌های گرماده و هم در واکنش‌های گرماگیر.

عبارت دوم نادرست است؛ زیرا مبدل‌های کاتالیستی هیدروکربن‌های نسوخته را به H_2O و CO_2 تبدیل می‌کند.

عبارت سوم درست است. با استفاده از برهم‌کنش مواد با پرتوهای الکترومغناطیسی می‌توان گروههای عاملی را در یک ترکیب تشخیص داد.

عبارت چهارم نادرست است؛ زیرا در واکنش‌های تعادلی که مول‌های گازی دو طرف برابر باشد، با افزایش فشار تعادل جابه‌جا نمی‌شود و ثابت تعادل نیز ثابت است. (فصل ۴ شیمی ۳)

۵۹- **گزینه ۱ درست است.**

۱) درست. پیوندهای کربن با عناصر اطرافش تغییر نمی‌کند.

۲) نادرست است؛ زیرا متانول در صنعت از گاز هیدروژن و کربن منواکسید به‌دست می‌آید.

۳) نادرست است؛ زیرا برای تهیهٔ اتیلن گلیکول از گاز اتن به آن اکسنده اضافه می‌کنند مانند $KMnO_4$ رقیق

۴) نادرست است؛ زیرا متان واکنش‌پذیری کم دارد و به‌دلیل افزایش ایمنی آن را می‌سوزانند. (فصل ۴ شیمی ۳)


خیلی سبز!
آزمون
تجربی | ریاضی | انسانی

تست و پاسخ 19

کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ سامانه‌های تعادلی داده‌شده درست است؟

I) $N_2O_4(g) + Q \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ **II)** $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq) + Q'$

الف) با افزایش دمای سامانهٔ تعادلی (II)، pH محلول کاهش می‌یابد.

ب) با کاهش حجم ظرف واکنش (I)، غلظت تعادلی گاز قهوه‌ای‌رنگ نسبت به تعادل اولیه، کاهش می‌یابد.

NO_2

پ) افزودن یک باز به محلول تعادل (II)، سامانه را به سمت چپ جابه‌جا می‌کند.

ت) با کاهش دمای سامانهٔ تعادلی (I)، شمار مولکول‌های موجود در ظرف افزایش می‌یابد.

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

پاسخ: گزینه ۱

عبارت‌های «الف» و «پ» درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

الف) تعادل (II)، گرماده است و افزایش دما در آن، باعث جابه‌جایی تعادل در جهت برگشت و مصرف گرما می‌شود؛ بنابراین یون‌های هیدروکسید (OH^-) مصرف می‌شوند و از غلظت آن‌ها کاسته می‌شود؛ در نتیجه pH محلول کاهش می‌یابد.

ب) *درسته که* با کاهش حجم (افزایش فشار) در سامانهٔ تعادلی (I)، تعادل جهت جبران افزایش فشار، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود؛ (زیرا تعداد مول‌های گازی در سمت واکنش‌دهنده کم‌تر است)، اما *هواستون باشه* که با کاهش حجم سامانه، غلظت همهٔ مواد گازی نسبت به تعادل اولیه، افزایش می‌یابد.

پ) با اضافه‌کردن یک باز یا در واقع افزودن یون‌های هیدروکسید (OH^-) به تعادل (II)، سامانه در جهت مصرف این یون‌ها یعنی در جهت برگشت و به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

ت) تعادل (I)، گرماگیر است و با کاهش دما در آن، تعادل برای جبران کم‌شدن دما به سمت چپ و تولید گرما جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین شمار مولکول‌های موجود در ظرف کاهش می‌یابد؛ زیرا تعداد مول‌های گازی در سمت واکنش‌دهنده کم‌تر است.

تست و پاسخ 20

در ظرفی به حجم نیم‌لیتر، ۰/۲ مول N_2، ۰/۴ مول NH_3 و ۰/۶ مول H_2 در تعادل $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ هستند. بر اثر اعمال یک تغییر، تعادل جابه‌جا شده و غلظت N_2، NH_3 و H_2 در تعادل جدید به ترتیب برابر ۰/۷، ۰/۹ و ۱/۰۵ مولار می‌شود. تغییر اعمال‌شده، کدام مورد بوده است؟

۱) افزایش دما ۲) افزایش غلظت گاز نیتروژن ۳) افزایش فشار ۴) افزایش غلظت آمونیاک

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی اول بیایید غلظت مواد در تعادل اولیه و نهایی را مقایسه کنیم:

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$			
	$[NH_3]$	$[H_2]$	$[N_2]$
تعادل اولیه	$\frac{0/4}{0/5} = 0/8$	$\frac{0/6}{0/5} = 1/2$	$\frac{0/2}{0/5} = 0/4$
تعادل نهایی	۰/۹	۱/۰۵	۰/۷

با اعمال تغییر، $[N_2]$ و $[NH_3]$ افزایش و $[H_2]$ کاهش یافته است.

حالا بیایید موارد را به ترتیب بررسی کنیم:

۱) افزایش دما: واکنش تولید آمونیاک گرماده است و با افزایش دما، در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین $[NH_3]$ کاهش و $[N_2]$ و $[H_2]$ افزایش می‌یابد.

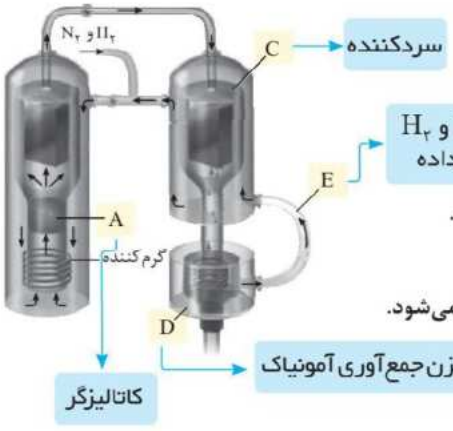
۲ افزایش غلظت گاز نیتروژن: با افزایش غلظت گاز نیتروژن، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و $[H_2]$ کاهش و $[NH_3]$ افزایش می‌یابد. هرچند با جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، مقداری از $[N_2]$ کاسته می‌شود، اما با توجه به این‌که تعادل نمی‌تواند به طور کامل اثر تغییر اعمال‌شده را جبران کند، غلظت N_2 در تعادل نهایی، بیشتر از غلظت آن در تعادل اولیه است.

۳ افزایش فشار: با افزایش فشار هرچند تعادل در جهت رفت و مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا می‌شود؛ اما افزایش فشار، غلظت همهٔ مواد گازی را افزایش می‌دهد؛ یعنی غلظت همهٔ مواد در تعادل نهایی باید بیشتر از تعادل اولیه باشد، که در این‌جا نیست!

۴ افزایش غلظت آمونیاک: با افزایش غلظت آمونیاک، تعادل در جهت برگشت (مصرف NH_3) جابه‌جا شده و $[N_2]$ و $[H_2]$ افزایش می‌یابد. هم‌چنین $[NH_3]$ در تعادل نهایی از غلظت آن در تعادل اولیه، بیشتر خواهد بود.

تست و پاسخ 21

با توجه به شکل روبه‌رو که شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می‌دهد، چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟



- A کاتالیزگری است که تا دمای $450\,^{\circ}C$ گرم شده و می‌تواند سرعت واکنش را افزایش دهد.
- قسمت C سردکننده‌ای است که باید بتواند گازهای هیدروژن و نیتروژن را مایع کند.
- در قسمت D آمونیاک به صورت $NH_3(l)$ جمع‌آوری می‌شود.
- از قسمت E برای بازگشت گازهای N_2 و H_2 واکنش‌نداده به ظرف واکنش استفاده می‌شود.

۱) چهار ۲) سه
۳) دو ۴) یک

پاسخ: گزینه ۴

فقط عبارت دوم نادرست است.

پاسخ تشریحی سردکننده باید گاز آمونیاک را مایع کند نه گازهای نیتروژن و هیدروژن را!

تست و پاسخ 22

۸/۹۶ لیتر گاز اتیلن در شرایط استاندارد با مقدار معینی گاز هیدروژن کلرید به طور کامل واکنش می‌دهد. درستی یا نادرستی مطالب زیر، به ترتیب کدام است؟ $(H=1, C=12, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$

$H_2C=CH_2 + HCl \rightarrow H_2C(Cl)-CH_3$

- در این فرایند، ۲۵/۸ گرم از ماده‌ای که به عنوان حلال چسب کاربرد دارد، تولید می‌شود.
- طی این فرایند، $4/816\times10^{23}$ پیوند اشتراکی شکسته می‌شود.

اتیل استات $(CH_3COOC_2H_5)$

- تفاوت جرم مولی فراوردهٔ این واکنش با وینیل کلرید، با جرم مولی گاز هیدروژن برابر است.
- طی این فرایند مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن تغییری نمی‌کند.

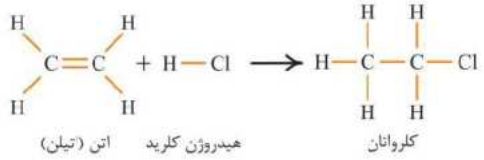
$H_2C=CH(Cl)$

۱) درست ـ نادرست ـ درست ـ درست
۲) نادرست ـ درست ـ درست ـ درست
۳) درست ـ درست ـ نادرست ـ نادرست
۴) نادرست ـ نادرست ـ درست ـ درست

پاسخ: گزینه ۲

عبارت اول نادرست و بقیهٔ عبارت‌ها درست‌اند.

پاسخ تشریحی معادلهٔ واکنش مورد نظر به صورت روبه‌رو است:



بررسی عبارت‌ها:

- فراوردهٔ واکنش، کلرواتان است که در افشانهٔ بی‌حس‌کنندهٔ موضعی کاربرد دارد. ماده‌ای که به عنوان حلال چسب کاربرد دارد، استری به نام اتیل استات است.

● با انجام واکنش، یک پیوند بین اتم‌های کربن و یک پیوند $H-Cl$ شکسته می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت به ازای مصرف ۱ مول اتن در واکنش، در مجموع دو مول پیوند شکسته می‌شود:

$$\text{پیوند } ۴/۸۱۶\times۱۰^{۲۳} = ۸/۹۶\,\text{L}\,C_۲H_۴ \times \frac{۱\,\text{mol}\,C_۲H_۴}{۲۲/۴\,\text{L}\,C_۲H_۴} \times \frac{۲\,\text{mol پیوند}}{۱\,\text{mol}\,C_۲H_۴} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{پیوند}}{۱\,\text{mol پیوند}}$$

● فرمول فراوردهٔ واکنش (کلرواتان) به صورت $C_۲H_۵Cl$ و فرمول وینیل کلرید $\left(\begin{matrix}H & H\\ | & |\\ C=C\\ | & |\\ H & Cl\end{matrix}\right)$ به صورت $C_۲H_۳Cl$ است.

$$\text{جرم مولی } H_۲ = \text{جرم مولی } C_۲H_۳Cl - \text{جرم مولی } C_۲H_۵Cl$$

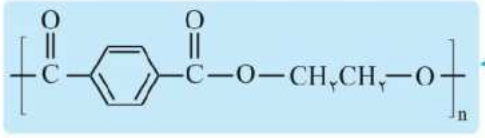
● در هر دو طرف معادلهٔ واکنش، مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر با ۴− است.

$$C_۲H_۴ : ۲C + ۴(+۱) = ۰ \Rightarrow ۲C = -۴$$

$$C_۲H_۵Cl : ۲C + ۵(+۱) + (-۱) = ۰ \Rightarrow ۲C = -۴$$

تست و پاسخ 23

چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ پلیمر PET درست است؟ $(O=۱۶, C=۱۲, H=۱: g.mol^{-۱})$



- **از ۴ نوع عنصر متفاوت تشکیل شده و در واحد تکرارشوندهٔ آن، ۲۲ اتم وجود دارد.**
- **دی‌اسید سازندهٔ آن، دارای یک حلقهٔ بنزنی است و در مجموع ۵ پیوند دوگانه دارد.**
- **تفاوت جرم مولی دی‌اسید و دی‌الکل سازندهٔ آن ۷۲ گرم است.**
- **شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی در واحد تکرارشوندهٔ آن با شمار الکترون‌های ناپیوندی در مولکول اوره برابر است.**

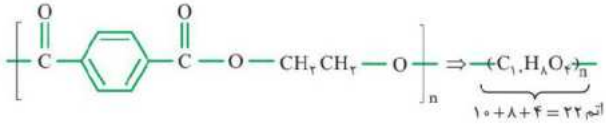
۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های دوم و چهارم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت‌ها:

● PET از سه نوع عنصر H، C و O تشکیل شده است.

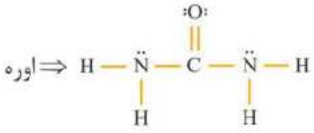


● دی‌اسید سازندهٔ PET، ترفتالیک اسید $\left(HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_۶H_۴-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH\right)$ است که در ساختار آن، یک حلقهٔ بنزنی و ۵ پیوند دوگانه وجود دارد.

● دی‌اسید و دی‌الکل سازندهٔ PET به ترتیب ترفتالیک اسید $(C_۸H_۶O_۴)$ و اتیلن گلیکول $(C_۲H_۶O_۲)$ است:

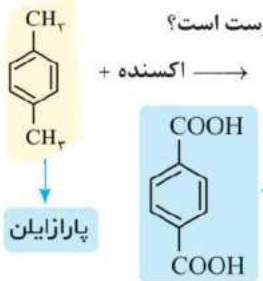
$$\text{جرم مولی } C_۸H_۶O_۴ - \text{جرم مولی } C_۲H_۶O_۲ = \text{جرم مولی } C_۶O_۲ = (۶\times۱۲) + (۲\times۱۶) = ۱۰۴\ g.mol^{-۱}$$

● در واحد تکرارشوندهٔ PET، ۴ اتم اکسیژن و در نتیجه ۸ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد. در مولکول اوره، ۴ جفت‌الکترون ناپیوندی و در نتیجه ۸ الکترون ناپیوندی وجود دارد.



تست و پاسخ 24

کدام مطلب دربارهٔ واکنش داده‌شده که مربوط به تهیهٔ یکی از مونومرهای پلیمر سازندهٔ بطری آب می‌باشد، درست است؟



واکنش تولید ترفتالیک اسید از پارازایلن

۱) عدد اکسایش همهٔ اتم‌های کربن در این واکنش تغییر کرده و از ۳− به ۳+ می‌رسد.

۲) در ساختار فراوردهٔ واکنش، ۲۲ پیوند اشتراکی و ۱۶ الکترون ناپیوندی وجود دارد.

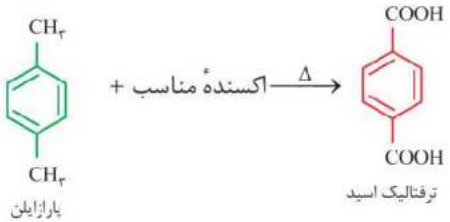
۳) تنها با استفاده از محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات به عنوان اکسنده، شرایط تبدیل واکنش‌دهنده به فراورده تأمین می‌شود.

۴) فراوردهٔ واکنش برخلاف واکنش‌دهنده، می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

پاسخ: گزینه ۴

www.mapedu.ir

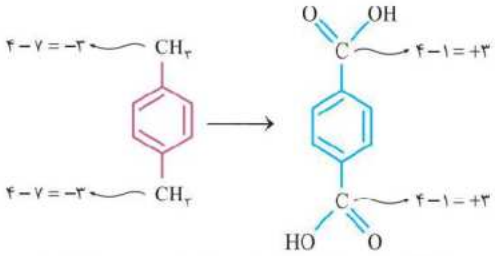
پاسخ تشریحی واکنش داده‌شده، مربوط به تهیهٔ ترفتالیک اسید از پارازایلن است. ترفتالیک اسید (یک دی‌اسید) یکی از مونومرهای پلیمر سازندهٔ بطری آب (PET) است.



ترفتالیک اسید برخلاف پارازایلن، به علت داشتن H متصل به O (داشتن پیوند $O-H$)، می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در این فرایند، عدد اکسایش اتم‌های کربن حلقهٔ بنزنی تغییر نمی‌کند؛ اما عدد اکسایش هر اتم کربن گروه متیل در پارازایلن از -3 به $+3$ (در هر گروه کربوکسیل در ترفتالیک اسید) می‌رسد:



۲) ترفتالیک اسید ($C_8H_6O_4$)، دارای ۴ اتم اکسیژن است که هر یک از آن‌ها ۲ جفت یا ۴ الکترون ناپیوندی دارد؛ بنابراین در ترفتالیک اسید، $4 \times 4 = 16$ الکترون ناپیوندی وجود دارد.

شمار پیوندهای اشتراکی در ترفتالیک اسید ($C_8H_6O_4$): $\frac{\overbrace{(8\times4)}^{C}+\overbrace{(6\times1)}^{H}+\overbrace{(4\times2)}^{O}}{2}=23$

۳) محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) به عنوان اکسنده، به تنهایی شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید را تأمین نمی‌کند؛ مگر آن‌که دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. دقت کنید که با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست.

تست و پاسخ 25

چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- **PET، ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود.**
- **گاز متان، گازی ارزان بوده و یکی از روش‌های تهیهٔ آن زیست گاز است.**
- **چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک‌ها در برابر آب و هوا از ویژگی‌های آن‌ها است.**
- **PET در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به موادی تبدیل می‌شود که برای تهیهٔ پلیمرها مناسب هستند.**

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

پاسخ: گزینه ۳

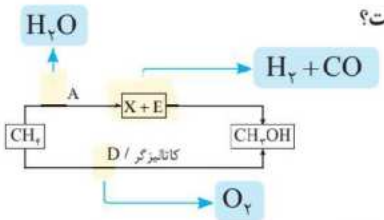
عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

پاسخ تشریحی بررسی عبارت نادرست:

عبارت سوم: پلاستیک‌ها به دلیل ویژگی‌هایی مانند چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان‌بودن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند.

تست و پاسخ 26

با توجه به شکل زیر که تولید متانول از گاز متان را به دو روش نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



۱) مادهٔ D، یکی از فراورده‌های واکنش سوختن ناقص هیدروکربن‌ها است.

۲) مجموع ضرایب استوکیومتری X و E در معادلهٔ واکنش تولید آن‌ها، با مجموع ضرایب استوکیومتری این مواد در معادلهٔ واکنش مصرف آن‌ها، با هم برابر است.

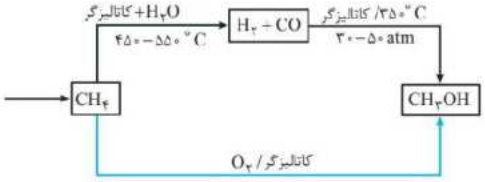
۳) مادهٔ A در روش غیرمستقیم تولید متانول از گاز متان، نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

۴) در هر دو مرحلهٔ روش غیرمستقیم تولید متانول از گاز متان، نیاز به کاتالیزگر است و دمای مورد نیاز در مرحلهٔ دوم، کم‌تر از مرحلهٔ اول می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۴

www.mapedu.ir

پاسخ تشریحی نمودار روبه‌رو دو روش مستقیم و غیرمستقیم تبدیل متان به متانول را نشان می‌دهد:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در روش تولید مستقیم متانول از گاز متان، از کاتالیزگر و گاز اکسیژن (O_2) استفاده می‌شود؛ در صورتی که فراورده‌های واکنش سوختن ناقص هیدروکربن‌ها، گازهای کربن دی‌اکسید (CO_2)، کربن مونوکسید (CO) و آب (H_2O) است.

۲

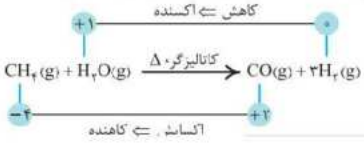
روش غیرمستقیم تولید متانول از گاز متان

مرحلهٔ (۱): $CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر، } \Delta} CO(g) + 3H_2(g) \Rightarrow$ مجموع ضرایب استوکیومتری CO و H_2 $= 1+3=4$

مرحلهٔ (۲): $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{دما و فشار مناسب}]{\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l) \Rightarrow$ مجموع ضرایب استوکیومتری CO و H_2 $= 1+2=3$

۳ در روش غیرمستقیم تولید متانول از گاز متان، مادهٔ A یا بخار آب (H_2O)، نقش اکسنده و گاز متان (CH_4)، نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

مرحلهٔ اول روش غیرمستقیم تولید متانول از گاز متان



آزمون‌های سراسری گاج

www.mapedu.ir

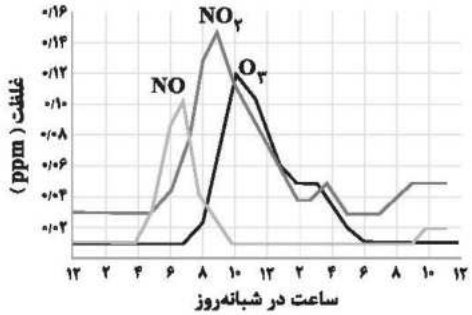
1 **۲** عبارت‌های اول و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

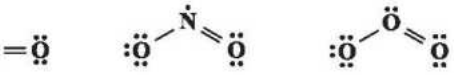
• یکی از روش‌های تأمین انرژی فعال‌سازی، گرما دادن به واکنش دهنده‌هاست؛ این مطلب هم برای واکنش‌های گرماده و هم گرماگیر صادق است.

• کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند.

2 **۲** نمودار زیر غلظت آلاینده‌های NO ، NO_2 و O_3 را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد.



دو گونهٔ NO و NO_2 که شامل الکترون جفت نشده هستند، رادیکال بوده و دو گونهٔ NO_2 و O_3 ساختار خمیده دارند.



3 **۳** استفاده از کاتالیزگر در یک واکنش شیمیایی، موجب کاهش انرژی فعال‌سازی واکنش و آلودگی محیط زیست می‌شود. کاتالیزگر سایر مواد پیشنهادشده را تغییر نمی‌دهد.

4 **۲** عبارت‌های اول و دوم درست هستند.

$$I)\ 2NO(g) \rightarrow N_2(g)+O_2(g) \qquad \Delta H<0$$

$$II)\ 2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) \qquad \Delta H<0$$

$$III)\ C_xH_y(g)+(x+\frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g)+\frac{y}{2}H_2O(g) \quad \Delta H<0$$

در واکنش (I) عنصر نیتروژن در نقش اکسنده و اکسیژن در نقش کاهنده ظاهر شده است.

5 **۲** برای حذف یا کاهش آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها، فلزهای Rh ، Pt و Pd در مبدل‌های کاتالیستی به کار می‌روند.

6 **۳** در واکنش‌های گرماگیر ($\Delta H>0$)، مقدار E_a نمی‌تواند کم‌تر از ΔH باشد.

7 **۴** هر چهار پیشنهادشده درست هستند.

جدول زیر برخی داده‌ها را برای واکنش میان گازهای H_2 و O_2 در شرایط گوناگون نشان می‌دهد.

شرایط آزمایش	دما ($^\circ C$)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	−۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	−۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	−۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	−۵۷۲

8 **۲** معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش مورد نظر به صورت زیر است:

$$NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$$

$$?L \text{ فراورده‌ها} = 1000\,L \text{ واکنش‌دهنده‌ها} \times \frac{(2+3)L \text{ فراورده‌ها}}{(1+1+2)L \text{ واکنش‌دهنده‌ها}}$$

$$= 1250\,L \text{ فراورده‌ها}$$

9 **۳** مطابق نمودار غلظت گاز کلر در لحظهٔ اعمال تغییر به طور ناگهانی افزایش یافته است. این موضوع می‌تواند ناشی از یکی از دلایل زیر باشد:

۱) مقداری گاز کلر به سامانه تزریق شده باشد.

۲) حجم سامانه کاهش یافته باشد (فشار افزایش یافته باشد).

در هر دو حالت، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود و مقدار گاز PCl_3 کاهش می‌یابد. اما در حالت دوم چون تعادل نمی‌تواند به طور کامل افزایش فشار وارد شده را جبران کند، غلظت PCl_3 در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود. در صورتی که در حالت اول، با برقراری تعادل جدید، غلظت PCl_3 کم‌تر از تعادل اولیه است.

10 **۱**

$$N_2O_4 \rightleftharpoons N_2 + O_2$$

	N_2O_4	N_2	O_2
غلظت آغازی:	$\frac{0/1}{2}$	۰	۰
غلظت تعادلی:	$\frac{0/1-x}{2}$	$\frac{x}{2}$	$\frac{x}{2}$

$$K=\frac{[O_2][N_2]}{[N_2O_4]} \Rightarrow \frac{4}{10}=\frac{(\frac{x}{2})(\frac{x}{2})}{(\frac{0/1-x}{2})} \Rightarrow 5x^2+4x-0/4=0$$

$$x=\frac{-4\pm\sqrt{(4)^2-4(5)(-0/4)}}{2(5)} \Rightarrow x=\frac{-4\pm2\sqrt{6}}{10}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1=-0/89 \text{ غ‌ق‌ق} \\ x_2=0/09 \text{ ق‌ق} \end{cases}$$

www.mapedu.ir

11 ۲ در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ **نانومتر** وجود دارند.

12 ۲ فقط عبارت اول درست است.

ابتدا میزان کاهش انرژی فعال‌سازی در هر دو جهت را مشخص کنیم:

$$(E_a) \text{ میزان کاهش انرژی فعال‌سازی رفت} = \frac{۵۰}{۱۰۰} \times E_a$$

$$(E'_a) \text{ میزان کاهش انرژی فعال‌سازی برگشت} = (\frac{۱۰۰-۶۶/۷}{۱۰۰})E'_a$$

$$= \frac{۳۳/۳}{۱۰۰}E'_a$$

از آن‌جا که استفاده از کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک میزان کاهش می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$\frac{۵۰}{۱۰۰}E_a = \frac{۳۳/۳}{۱۰۰}E'_a \Rightarrow \frac{۳}{۶}E_a = \frac{۲}{۶}E'_a \Rightarrow E_a = \frac{۲}{۳}E'_a$$

بررسی عبارت‌ها،

- $\Delta H = E_a - E'_a = \frac{۲}{۳}E'_a - E'_a = \frac{-۱}{۳}E'_a$

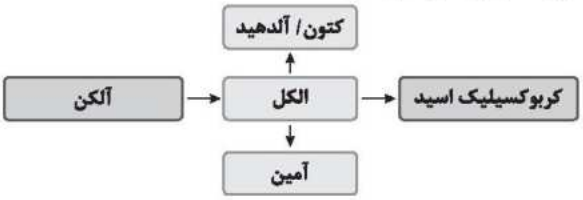
$$\frac{|\Delta H|}{E_a} = \frac{|\frac{-۱}{۳}E'_a|}{\frac{۲}{۳}E'_a} = \frac{۱}{۲} \text{ یا } \frac{E_a}{|\Delta H|} = ۲$$

• از آن‌جا که $\Delta H < ۰$ است، این واکنش گرماده بوده و در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها، کوچک‌تر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها است.

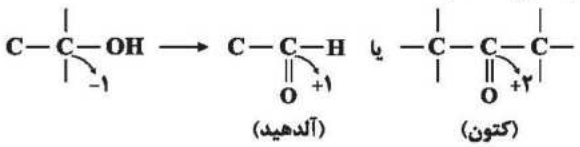
• کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی رفت و برگشت را به یک مقدار کاهش می‌دهد.

13 ۳ خام‌فروشی حتی برای منابع کشاورزی مانند پنبه نیز صادق است.

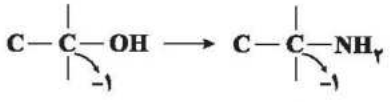
14 ۲ مطابق نمودار زیر هر سه مادهٔ آلی پیشنهاد شده را می‌توان به طور مستقیم از الکل‌ها تهیه کرد.



دو تبدیل اول از نوع اکسایش ـ کاهش است. فرض کنیم الکل اولیه بیش از یک کربن داشته باشد.







15 ۳ **بررسی عبارت‌ها،**

آ) PET یک پلی‌استر بوده و در هر واحد تکرار شونده از آن، ۴ اتم اکسیژن و در نتیجه ۸ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

ب) واکنش پارازایلن با محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات حتی در دمای بالا، بازدهی مطلوبی ندارد.

پ) با افزایش غلظت محلول پتاسیم پرمنگنات، ممکن است به جای این‌که اتیلن گلیکول تولید شود، اتن به مادهٔ دیگری تبدیل شود.

ت) متانول یک مایع بی‌رنگ و سمی بوده و واکنش تهیهٔ آن از متان(مستقیم و غیرمستقیم) نیاز به کاتالیزگر دارد.

16 ۴ هر چهار عبارت پیشنهاد شده درست هستند.

معادله‌های شیمیایی موازنه‌شدهٔ زیر تهیهٔ مادهٔ A را به دو روش نشان می‌دهد:

$$a)\ C_۶H_۶ + H_۲SO_۴ + NaOH \rightarrow A + \underbrace{X+Y}_{\text{پسماند}}$$

$$b)\ C_۶H_۶ + C_۲H_۶ + O_۲ \rightarrow A + \underbrace{Z}_{\text{حلال صنعتی}}$$

براساس اصول شیمی سبز، واکنش b از دیدگاه اتمی صرفهٔ اقتصادی بیشتری دارد زیرا همهٔ اتم‌های مواد واکنش‌دهنده به مواد ارزشمند تبدیل شده‌اند.

17 ۲ به صفحه‌های ۱۰۶ و ۱۰۷ کتاب درسی مراجعه کنید.

18 ۱

$$CH_۴ + H_۲O \rightleftharpoons CO + ۳H_۲$$

	$CH_۴$	$H_۲O$	CO	$H_۲$
مول آغازی	۴	۴	۰	۰
مول تعادلی	۴−x	۴−x	x	۳x

مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$x = \frac{۵۰}{۱۰۰} \times ۴ \Rightarrow x = ۲$$

$$K = \frac{[CO][H_۲]^۳}{[CH_۴][H_۲O]} = \frac{(\frac{۲}{۵})(\frac{۳(۲)}{۵})^۳}{(\frac{۴-۲}{۵})(\frac{۴-۲}{۵})} = \frac{۵}{۲} \times \frac{۶}{۵} \times \frac{۶}{۵} \times \frac{۶}{۵} = ۴/۳۲$$

19 ۱

$$I)\ CH_۴ + H_۲O \rightarrow CO + ۳H_۲$$

$$II)\ CO + ۲H_۲ \rightarrow CH_۳OH$$

$$I \text{ واکنش})\ ۳۵۲\ mol\ gas \times \frac{۱\ mol\ CO}{۴\ mol\ gas} = ۸۸\ mol\ CO$$

$$II \text{ واکنش}) \frac{۸۸ mol CO \times \frac{R}{۱۰۰}}{۱} = \frac{۲۴۰۰ g CH_۳OH \times \frac{۸۸}{۱۰۰}}{۱ \times ۳۲} \Rightarrow \%R = \%۷۵$$

www.mapedu.ir

20 ۴ با مقایسهٔ غلظت‌های تعادلی A و B در دماهای ۱۰۰ و ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس می‌توان نتیجه گرفت که غلظت A به اندازهٔ ۰/۰۴ و غلظت B به اندازهٔ ۰/۰۶ مولار تغییر کرده است. بنابراین معادلهٔ واکنش می‌تواند به صورت $2A \rightleftharpoons 3B$ باشد.

$$300^\circ C: K = \frac{[B]^3}{[A]^2} = \frac{(0/18)^3}{(0/20)^2} = 0/1458$$

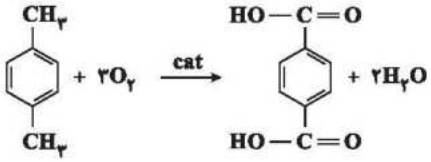
از طرفی چون غلظت A از دمای ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجهٔ سلسیوس به اندازهٔ ۰/۱۰ مولار تغییر کرده، غلظت مولی B، ۱/۵ برابر این مقدار یعنی ۰/۱۵ مولار تغییر می‌کند و به ۰/۳۳ مولار می‌رسد.

$$500^\circ C: K = \frac{[B]^3}{[A]^2} = \frac{(0/33)^3}{(0/1)^2} = 3/59$$

21 ۳ به‌جز عبارت دوم سایر عبارت‌ها درست هستند

فرمول اتیل استات به صورت $CH_3COOC_2H_5$ است.

22 ۳ معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



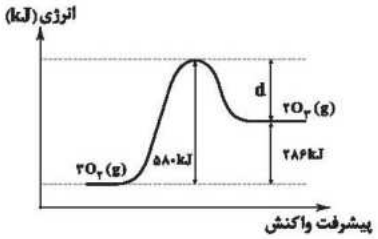
مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر با مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن است. هر اتم اکسیژن ۲ درجه تغییر عدد اکسایش دارد و ۶ اتم اکسیژن در این واکنش مصرف شده است:

$6 \times 2 = 12$

23 ۱ به‌جز عبارت سوم، سایر عبارت‌ها درست هستند.

بطری آب از پلیمری به نام پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می‌شود، برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی **افزودنی‌ها** در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

24 ۲ مطابق داده‌های سؤال نمودار زیر را می‌توان برای واکنش مورد نظر رسم کرد:



واضح است که مقدار d برابر است با:

$580 - 286 = 294\ kJ$

25 ۴ هوای آلوده حاوی آلاینده‌هایی است که **اغلب** بی‌رنگ هستند.

به عنوان نمونه NO_2 یک گاز قهوه‌ای‌رنگ است.

26 ۲ معادلهٔ واکنش تعادلی به صورت زیر است:

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

مول اولیه:	۲۰	۴۸	۰
مول تعادلی:	۲۰−x	۴۸−۳x	۲x

مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$2x\ mol \times \frac{17\ g}{1\ mol} = 306\ g\ NH_3 \Rightarrow x = 9\ mol$$

$$\text{درصد مولی آمونیاک در تعادل} = \frac{\text{شمار مول آمونیاک}}{\text{شمار مول‌های موجود در مخلوط}}$$

$$\times 100 = \frac{2(9)}{(20-x)+(48-3x)+18} \times 100 = \frac{2(9)}{11+21+18} \times 100 = \%36$$

مطابق نمودار داده‌شده در دمای تقریبی $365^\circ C$، درصد مولی آمونیاک برابر ۳۶ است.

27 ۱ **بررسی عبارت‌های نادرست:**

ب) طیف فروسرخ ایزومرهای C_2H_6O (اتانول و دی‌متیل اتر) کاملاً با یک‌دیگر متفاوت است، زیرا گروه‌های عاملی متفاوتی دارند.

پ) می‌توان از برهم‌کنش میان امواج رادیویی و ماده برای شناسایی مواد گوناگون استفاده کرد.

28 ۳ سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

www.mapedu.ir

29 ۲ فقط عبارت سوم درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

• آنتالپی مربوط به نمودارهای I و II با هم برابر است، در صورتی که واکنش‌های سوختن هیدروژن و سوختن فسفرسفید، دارای ΔHهای متفاوت هستند.

• انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن هیدروژن در دو حالت بدون حضور کاتالیزگر و وجود جرقه در مخلوط واکنش‌دهنده‌ها با هم برابر است.

30 ۳ فرایند دومرحله‌ای تولید متانول از متان به صورت زیر است:

$$CH_4(g)+H_2O(g)\rightarrow CO(g)+3H_2(g)$$
$$CO(g)+2H_2(g)\rightarrow CH_3OH(l)$$
$$\text{واکنش کلی: } CH_4(g)+H_2O(g)\rightarrow CH_3OH(l)+H_2(g)$$

همان‌طور که می‌بینید به‌ازای مصرف یک مول متان، یک مول گاز هیدروژن باقی می‌ماند که برای سوزاندن آن به ۰/۵ مول گاز اکسیژن نیاز است $(H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l))$. بنابراین می‌توان نوشت:

$$CH_4 \sim H_2 \sim \frac{1}{2}O_2$$

$$\frac{672\times10^3\,L\times\frac{90}{100}}{1\times22/4}=\frac{x\,g}{\frac{1}{2}\times32}\Rightarrow x=432\times10^3\,g\,O_2\equiv432\,kg\,O_2$$

31 ۱

• واکنش‌های مربوط به حذف یا کاهش آلاینده‌های CO و C_xH_y در مبدل کاتالیستی هر دو نوع خودرو یکسان است.

• واکنش مربوط به حذف آلاینده‌های نیتروژن‌دار $(NO_2\ ,\ NO)$ در خودروهای دیزلی مطابق واکنش f است.

32 ۳ ترکیب‌های A، D، E و X به ترتیب H_2O، CH_3COOH، $C_2H_4(OH)_2$ و $C_8H_6O_4$ هستند. مقایسه میان شمار اتم‌های هیدروژن آن‌ها به صورت $A<D<E=X$ است.

33 ۲ پارازایلن: $C_8H_{10}\Rightarrow 8C+10(+1)=0$

$$\Rightarrow 8C=-10\Rightarrow a=-10$$

اتیلن گلیکول: $C_2H_6O_2\Rightarrow 2C+6(+1)+2(-2)=0\Rightarrow 2C=-2$

$$\Rightarrow b=-2$$

ترفتالیک اسید: $C_8H_6O_4\Rightarrow 8C+6(+1)+4(-2)=0\Rightarrow 8C=+2$

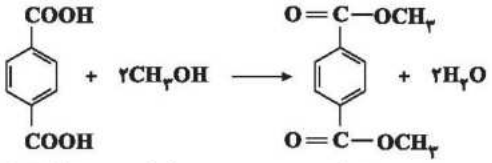
$$C=+2$$

34 ۳ عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت نادرست:

• PET **همانند** پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود.

35 ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



ترفتالیک اسید $[C_8H_6O_4]$ — متانول — دی‌استر $[C_{10}H_{10}O_4]$

$$\frac{1/28\,kg\,CH_3OH}{2\times32}=\frac{x\,kg\ \text{دی استر}}{1\times194}=\frac{y\,kg\,H_2O}{2\times18}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}x=3/88\,kg\\y=0/72\,kg\end{cases}\Rightarrow x-y=3/16\,kg$$

36 ۳ به‌جز عبارت اول سایر عبارت‌ها درست هستند. از آن‌جا که حجم سامانه افزایش یافته است،غلظت تمام گونه‌ها در تعادل جدید، کم‌تر از تعادل اولیه خواهد بود. با افزایش حجم سامانه که معادل کاهش فشار است، تعادل در جهت رفت (تعداد مول گازی بیشتر) جابه‌جا می‌شود تا اندکی کاهش فشار را جبران کند. با جابه‌جایی تعادل در جهت رفت، PCl_5 بیشتری تجزیه شده، در نتیجه بازده واکنش و شمار مول‌های گازی درون ظرف افزایش می‌یابد.

37 ۲ در میدان‌های نفتی برای **افزایش ایمنی**، بخش قابل توجهی از متان را می‌سوزانند.

www.mapedu.ir