



همہ جیہ تقوم

شیمی جامع

پاسخ تشریحی-تحلیلی

علیرضا علمداری • عبدالحمید امینی • محمد رسول یزدیان • امید قیسوندی • حامد زارعی





روزی نشست بر پاره‌سنگی
با انگشتانی گره‌کرده در زیر چانه‌اش
و خیره‌نگاهی تا بی‌انتهای

آرام آرام شرارِ وسوسه‌ای در رگ‌هایش دوید
و هُرمِ قدرتی سترگ، ساق‌های بی‌قرارش را در هم نوردید

ناگاه به پا خاست
و گام در راهی نهاد
بی‌انتهای

- انسان را می‌گویم -
او ناچارِ رفتن بود و یافتن
شاید به این امید که روزی، بر فراز قلّه در یافتن، پاتابه وا کند و یله بر چارطاقِ نیلی چرخ دهد.

تقدیم به شما و همه‌ی آن‌هایی که

برای «یافتن»

راهی جز «در یافتن» نمی‌شناسند.

سرشناسه: علمداری، علیرضا، ۱۳۵۰ - امینی، عبدالحمید، ۱۳۵۳

عنوان و نام پدیدآور: پاسخنامه همه چی تموم شیمی جامع / نویسندگان: علیرضا علمداری، عبدالحمید امینی

محمدرسول یزدیان، امید قیسوندی، حامد زارعی

مشخصات نشر: تهران: دریافت، ۱۴۰۳.

مشخصات ظاهری: ۲۲×۲۹ س.م.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۷۳-۸۱-۲

وضعیت فهرست نویسی: فیبای مختصر

شماره کتابشناسی ملی: ۹۰۵۸۷۸۰

پاسخنامه

همه چی تموم شیمی جامع (جلد دوم)

نویسندگان: علیرضا علمداری، عبدالحمید امینی

محمدرسول یزدیان، امید قیسوندی، حامد زارعی

ناشر: نشر دریافت

طراح جلد: ایمان خاکسار

ناظر چاپ: سعید حیدری

مدیر واحد تایپ و صفحه‌آرایی: محمد یوسفی

صفحه‌آرا: فرناز صفی

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۴

شمارگان: ۵۰۰

بها: ۶۵۴۰۰۰ تومان

تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۵۰۳۹۲

نشانی اینترنتی: www.Daryaftpub.com

پست الکترونیک: daryaftpub@gmail.com

حق چاپ و نشر این کتاب متعلق به ناشر بوده و هرگونه کپی یا نقل مطالب بدون اجازه‌ی ناشر پیگرد قانونی دارد.

پیشگفتار

دوروز مانده به جهان، تازه فهمید که هیچ زندگی نکرده است. تقویمش پر شده بود و تنها دوروز خط نخورده باقی بود. پریشان شد و آشفته و عصبانی. نزد خدا رفت تا روزهای بیش تری از خدا بگیرد. داد زد و بد و بی راه گفت. خدا سکوت کرد. جیغ زد و جار و جنجال به راه انداخت، خدا سکوت کرد. آسمان و زمین را به هم ریخت، خدا سکوت کرد. به پر و پای فرشته و انسان پیچید، خدا سکوت کرد. کفر گفت و سجاده دور انداخت، خدا سکوت کرد. دلش گرفت و گریست و به سجده افتاد. خدا سکوتش را شکست. و گفت: عزیزم، تمام روز را به بد و بی راه و جار و جنجال از دست دادی. تنها یک روز دیگر باقی است. بیا و لااقل این یک روز را زندگی کن. ولی اولاً به لای حق هقش گفت: اما با یک روز... با یک روز چه کار می توان کرد!

خدا گفت: آن کس که لذت یک روز زیستن را تجربه کند، گویی هزار سال زیسته است و آن که امروزش را در نمی یابد، هزار سال هم به کارش نمی آید. و آن گاه سهم یک روز زندگی را در دستانش ریخت و گفت: حالا برو زندگی کن. او مات و مبهوت به زندگی نگاه می کرد که در گودی دستانش می درخشید. اما می ترسید حرکت کند، می ترسید راه برود، می ترسید زندگی از لای انگشتانش بریزد قدری ایستاد... بعد با خودش گفت: وقتی فردایی ندارم، نگه داشتن این زندگی چه فایده ای دارد، بگذار این یک مشیت زندگی را مصرف کنم.

آن وقت شروع به دویدن کرد. زندگی را به سر و رویش پاشید، زندگی را نوشید و زندگی را بوید. و چنان به وجد آمد که دید می تواند تا ته دنیا بدود، می تواند بال بزند، می تواند پا روی خورشید بگذارد، می تواند... او در آن یک روز آسمان خراشی بنا نکرد. زمینی را مالک نشد. مقامی به دست نیاورد اما...

اما در همان یک روز دست بر پوست درخت کشید. روی چمن خوابید. کفش دوزکی را تماشاکرد. سرش را بالا گرفت و ابرها را دید و به آن هایی که نمی شناختند، سلام کرد و برای همه آن ها که دوستش نداشتند از ته دل دعا کرد. او در همان یک روز آشتی کرد و خندید و سبک شد، لذت برد و سرشار شد و بخشید، عاشق شد و عبور کرد و تمام شد.

او در همان یک روز زندگی کرد؛ اما فرشته ها در تقویم خدا نوشتند، امروز او در گذشت، کسی که هزار سال زیسته بود!

فهرست

پاسخنامه سال دهم

- فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای فارسی ۶
- فصل دوم: ردپای گازها در زندگی ۳۶
- فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۶۴

پاسخنامه سال یازدهم

- فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۱۱۰
- فصل دوم: در پی غذای سالم ۱۵۰
- فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۲۰۳

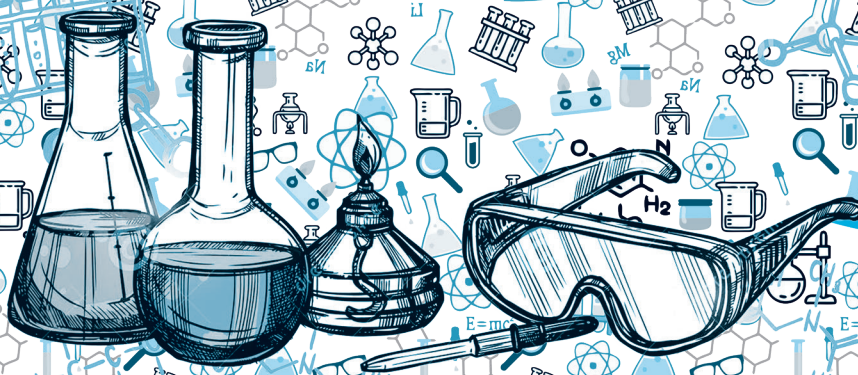
پاسخنامه سال دوازدهم

- فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۲۳۰
- فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۲۸۴
- فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۳۳۷
- فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۳۶۵

پاسخنامه سؤالات کنکور

- اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۳ ۴۰۸
- تیر ماه (داخل و خارج از کشور) سال ۱۴۰۳ ۴۱۸

پاسخ نامه شیمی دهم





۵۸۲ میلی گرم حل شونده در یک کیلوگرم محلول همان غلظت ppm است. برای این که از ppm به غلظت مولی برسیم به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\text{Na}^+ \Rightarrow C_M = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times M} = \frac{10.5 \times 1}{1000 \times 23} = 0.456 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Mg}^{2+} \Rightarrow C_M = \frac{13.5 \times 1}{1000 \times 24} = 0.56 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Ca}^{2+} \Rightarrow C_M = \frac{4.0 \times 1}{1000 \times 40} = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{K}^+ \Rightarrow C_M = \frac{38.0 \times 1}{1000 \times 39} = 0.97 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{مجموع غلظت مولی یون ها} = 0.456 + 0.56 + 0.1 + 0.97 = 0.53 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵۸۳ بین غلظت مولی (C_M) و ppm رابطه زیر برقرار است:

$$C_M = \frac{\text{ppm} \times d}{10^3 \times M} \begin{cases} \text{Fe}^{2+}: C_M = \frac{140 \times d}{10^3 \times 56} = 2.5 \times \frac{d}{10^3} \\ \text{OH}^-: C_M = \frac{34 \times d}{10^3 \times 17} = 2 \times \frac{d}{10^3} \\ \text{Cl}^-: C_M = \frac{106 \times d}{10^3 \times 35.5} = 3 \times \frac{d}{10^3} \\ \text{NO}_3^-: C_M = \frac{155 \times d}{10^3 \times 62} = 2.5 \times \frac{d}{10^3} \end{cases}$$

پس ترتیب غلظت مولی این یون ها به صورت: $\text{Cl}^- > \text{Fe}^{2+} = \text{NO}_3^- > \text{OH}^-$

۵۸۴ غلظت مولی محلول در ظرف های (۱) و (۲) برابر است با:

$$(۱) \Rightarrow C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{(4 \times 10^{-3}) \text{ mol}}{(2.5 \times 10^{-3}) L} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$(۲) \Rightarrow C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{(8 \times 10^{-3}) \text{ mol}}{(5 \times 10^{-3}) L} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1}$$

همان طور که می بینید غلظت مولی دو محلول با هم برابر است.

نکته در مورد گزینه «۴»: اگر دو محلول هم غلظت از یک ماده را با هم مخلوط کنیم، غلظت مولی مخلوط نهایی با غلظت مولی محلول های اولیه یکسان خواهد شد.

۵۸۵ مقدار مول حل شونده در سه ظرف به قرار زیر است:

$$۱) \text{ ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{جرم محلول (kg)}} \Rightarrow 500 = \frac{x}{3} \Rightarrow x = 1500 \text{ mg} = 1.5 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

$$\text{جرم مولی Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 = 1.5 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} = 0.014 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

پس محلول (آ) حاوی ۰/۰۱۴ مول حل شونده (Na_2CO_3) است.

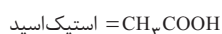
$$\text{محلول (ب)} = 200 \text{ mL محلول} \times \frac{1.2 \text{ g}}{1 \text{ mL محلول}} = 240 \text{ g}$$

$$\text{جرم حل شونده} = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{درصد جرمی}} \times 100 \Rightarrow 40 = \frac{x}{240} \times 100 \Rightarrow x = 96 \text{ g MgCl}_2$$

$$\text{جرم مولی MgCl}_2 = 95 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ mol MgCl}_2 = 96 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{95 \text{ g MgCl}_2} = \frac{96}{95} = 1.01 \text{ mol MgCl}_2$$

پس محلول (ب) حاوی ۰/۰۱ مول حل شونده (MgCl_2) است.



$$? \text{ mol CH}_3\text{COOH} = 400 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{3 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L CH}_3\text{COOH}} = 0.12 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$$

پس محلول (پ) حاوی ۰/۱۲ مول حل شونده (CH_3COOH) می باشد. با مقایسه این سه محلول می توان دریافت که ترتیب مقدار مول حل شونده در این سه محلول به صورت: **آ > ب > پ** می باشد.

۵۷۶ فرمول شیمیایی نمک حاصل از Na^+ و Zn^{2+} با یون سولفات (SO_4^{2-}) به ترتیب به صورت Na_2SO_4 و ZnSO_4 می باشد. ابتدا باید حساب کنیم چند گرم از این نمک ها به دست می آید:

$$\begin{aligned} ? \text{ g ZnSO}_4 &= 195 \text{ g Zn}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol Zn}^{2+}}{65 \text{ g Zn}^{2+}} \times \frac{1 \text{ mol ZnSO}_4}{1 \text{ mol Zn}^{2+}} \times \frac{161 \text{ g ZnSO}_4}{1 \text{ mol ZnSO}_4} \\ &= 483 \text{ g ZnSO}_4 \\ ? \text{ g Na}_2\text{SO}_4 &= 184 \text{ g Na}^+ \times \frac{1 \text{ mol Na}^+}{23 \text{ g Na}^+} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol Na}^+} \times \frac{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \\ &= 568 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \end{aligned}$$

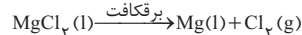
پس تفاوت جرم این دو نمک برابر ۸۵g - ۴۸۳ = ۵۶۸ است.

۵۷۷ جرم کلر مورد نیاز برابر است با:

$$? \text{ g H}_2\text{O} = 852 \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \times \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 852 \times 10^6 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم Cl}_2}{\text{جرم آب}} \times 10^6 \Rightarrow 1/2 = \frac{x}{852 \times 10^6} \times 10^6 \Rightarrow x = 10.22/4 \text{ g Cl}_2$$

و برای قسمت دوم سؤال هم می توان نوشت:



$$\begin{aligned} ? \text{ kg MgCl}_2 &= 10.22/4 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mol MgCl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{95 \text{ g MgCl}_2}{1 \text{ mol MgCl}_2} \\ &\times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1.368 \text{ kg MgCl}_2 \end{aligned}$$

۵۷۸ بررسی همه عبارت ها:

«آ»: درست است. طبق شکل های درسنامه ۳ درست است.

«ب»: نادرست است. هوای آلوده مخلوط ناهمگن محسوب می شود.

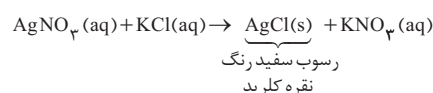
«پ»: درست است. از آن جایی که یون Mg^{2+} با یون OH^- رسوب $\text{Mg}(\text{OH})_2$ را ایجاد می کند، پس برای شناسایی Mg^{2+} می توان از OH^- استفاده کرد.

«ت»: نادرست است. منیزیم نهایی تولید شده مایع (مذاب) است. (درسنامه ۷)

۵۷۹ بررسی همه عبارت ها:

«آ»: نادرست است. در واکنش های مربوط به زیست کره درشت مولکول ها نقش اساسی دارند.

«ب»: نادرست است. رسوب حاصل، AgCl است نه KNO_3 .



«پ»: درست است. رسوب دادن $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ به صورت $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ روشی شیمیایی است؛ تبدیل $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ به $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ نیز روشی شیمیایی است؛ تبخیر آب و تبلور یافتن $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ به $\text{MgCl}_2(\text{s})$ و سپس مذاب کردن $\text{MgCl}_2(\text{s})$ به $\text{MgCl}_2(\text{l})$ روشی فیزیکی و در نهایت برق کافت $\text{MgCl}_2(\text{l})$ به $\text{Mg}(\text{l})$ و $\text{Cl}_2(\text{g})$ روشی شیمیایی است.

«ت»: نادرست است. هر ساله خانه خدا را با گلاب ناب کاشان شست و شو می دهند که یک مخلوط همگن از مواد آلی در آب است.

۵۸۰ عبارت های (آ) و (ب) نادرست و عبارت های (پ) و (ت) درست هستند. قرار نیست در هر بیماری غلظت مواد کاهش یابد شاید افزایش پیدا کند، در ضمن مفهوم مولار یعنی مول حل شده در یک لیتر محلول نه یک کیلوگرم محلول.

۵۸۱ با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} \Rightarrow 0.3 = \frac{x}{0.5} \Rightarrow x = 0.15 \text{ mol NaOH}$$



۵۸۶ ۳ بررسی همه موارد:

عبارت اول: نادرست است. با توجه به این که هر ذره معادل 0.25×10^{-25} مول فرض شده است، می توان داشت:

$$\frac{3 \times 0.25 \text{ mol}}{0.25 \text{ L}} = \frac{6}{5} = 1.2$$

عبارت دوم: درست است. حل شونده ها متفاوتند پس با دو برابر شدن حجم، غلظت آن ها نصف می شود.

عبارت سوم: درست است. حجم هر دو محلول ۱ و ۲ یکسان است و چون جرم هر دو محلول هم یکسان است، پس جرم حل شونده نیز در دو محلول باید یکسان باشد.

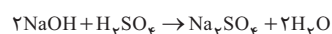
$$9 \times 0.25 \times M_{(1)} = 12 \times 0.25 \times M_{(2)} \Rightarrow \frac{M_{(2)}}{M_{(1)}} = \frac{9}{12} = 0.75$$

عبارت چهارم: درست است. البته با فرض برابری چگالی دو محلول داریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{ppm}_{(2)} &= \frac{12 \times 0.25 \times M_{(2)}}{5 \times d} \times 10^6 = 6000 \times \frac{M_{(2)}}{d} \\ \text{ppm}_{(5)} &= \frac{8 \times 0.25 \times M_{(5)}}{25 \times d} \times 10^6 = 8000 \times \frac{M_{(5)}}{d} \\ &= 8000 \times \frac{0.75 M_{(2)}}{d} = 6000 \times \frac{M_{(2)}}{d} \\ &\Rightarrow \text{ppm}_{(2)} = \text{ppm}_{(5)} \end{aligned} \right\}$$

۵۸۷ ۱

$$M = \frac{1 \times 0.2 \text{ mol}}{50 \text{ L}} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$\left[\frac{M.V}{\text{ضریب}} \right]_{\text{NaOH}} = \left[\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \right]_{\text{H}_2\text{SO}_4} \Rightarrow \frac{4 \times 15}{2} = \frac{x}{98 \times 1} \Rightarrow x = 29.4 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

۵۸۸ ۴ با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \Rightarrow 1/5 = \frac{x}{0.2} \Rightarrow x = 0.4 \text{ mol}$$

در ظرف مورد نظر ۱۰ ذره وجود دارد، پس:

$$10 = 0.4 \text{ mol} \Rightarrow \text{هر ذره} = 0.03 = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

جرم مولی ماده مورد نظر هم به صورت زیر تعیین می شود:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 1/5 = \frac{1 \times 3 \times 1}{M} \Rightarrow M = 3 \text{ g.mol}^{-1}$$

۵۸۹ ۲ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} = \frac{1 \times 23 \times 0.9}{46} = 4/5 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵۹۰ ۳ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 10 = \frac{1 \times a \times 0.935}{17} \Rightarrow a = 18/18 = 18/2$$

۵۹۱ ۴ ابتدا جرم KOH را به دست می آوریم:

$$\text{KOH جرم} = 0.5 \text{ mol} \times \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 28 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{28}{112 + 28} \times 100 = 20\%$$

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{0.5}{0.112} = 4.46 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵۹۲ ۲ ابتدا درصد جرمی محلول را به دست می آوریم:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 5 = \frac{1 \times a \times 1/42}{142} \Rightarrow a = 5\%$$

سپس جرم Na_2SO_4 حل شده را به دست می آوریم:

$$100 = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$\Rightarrow 50 = \frac{x}{100} \times 100 \Rightarrow x = 40 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

و در پایان می توان نوشت:

$$40 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{23 \text{ g Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 12/96 \text{ g Na}^+$$

۵۹۳ ۳ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 5 = \frac{1 \times 20 \times 1/55}{M} \Rightarrow M = 62 \text{ g.mol}^{-1}$$

پس باید دنبال گزینه ای باشیم که جرم مولی آن ۶۲ گرم بر مول است و این گزینه، گزینه (۳) است:

$$C_2\text{H}_4(\text{OH})_2 \text{ جرم مولی} = 2(12) + 4(1) + 2(16 + 1) = 62$$

۵۹۴ ۱ در محلول های رقیق، میلی گرم حل شونده در کیلوگرم آب، همان غلظت ppm است، بنابراین می توان نوشت:

$$\text{ppm} = 10^6 \times \text{درصد جرمی} = \text{غلظت ppm}$$

$$1360 = 10^6 \times \text{درصد جرمی} \Rightarrow 0.136 = \text{درصد جرمی} \quad \text{پس:}$$

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} = \frac{1 \times 0.136 \times 1}{40} = 0.34 \text{ mol.L}^{-1}$$

۵۹۵ ۲ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ جرم سدیم کربنات} = 0.5 \text{ mol} \times 106 \text{ g.mol}^{-1} = 53 \text{ g}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{53}{147 + 53} \times 100 = 26.5\% \text{ w/w}$$

جرم حلال + جرم حل شونده

$$\text{غلظت مولار} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0.5}{0.147} = 3.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

دقت کنید که چون چگالی محلول نهایی را مستقیماً نداشتیم، برای محاسبه مولاریته از

فرمول معروف $C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M}$ استفاده نکردیم و از تعریف غلظت مولار (که خیلی هم ساده بود) استفاده کردیم.

۵۹۶ ۲ با توجه به اطلاعات داده شده، می توان نوشت:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} = \frac{1 \times 40/15 \times 1/2}{36/5} = \frac{10(36/5 + 3/65) \times 1/2}{36/5} = 10 \times 1/1 \times 1/2 = 13/2 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} \Rightarrow 13/2 = \frac{x}{0.5} \Rightarrow x = 0.66 \text{ mol HCl}$$

۵۹۷ ۲ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$C_M = \frac{1 \text{ ad}}{M} \Rightarrow \frac{\text{غلظت مولی محلول فراسیر شده}}{\text{غلظت مولی محلول سیر شده}} = \frac{\frac{10 \times 30 \times 1/2}{M}}{\frac{10 \times 20 \times 1/1}{M}} = \frac{36}{22} = 1.64$$



گزینه «۴»:



$$\left(\frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right)_{\text{KOH}} = \left(\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{OH}^-}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{100 \times 1 \times 28 \times 10^{-6}}{1 \times 56} \right)_{\text{KOH}} = \left(\frac{\text{mol}}{1} \right)_{\text{OH}^-} \Rightarrow \text{mol OH}^- = 0.0005$$

همان طور که می بینید شمار مول آنیون ها در گزینه «۴» از همه کمتر است.

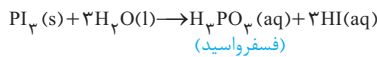
۶۰۱ ابتدا غلظت مولی (مولاریته) محلول را به دست می آوریم:

$$C_M = \frac{10 \text{ ad}}{M} = \frac{10 \times 36/5 \times 1/2}{36/5} = 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس در هر لیتر از محلول غلیظ HCl، ۱۲ مول گاز HCl حل شده است، بنابراین:

$$12 \text{ mol HCl(g)} \times \frac{22/4 \text{ LHCl(g)}}{1 \text{ mol HCl(g)}} = 268/1 \text{ LHCl(g)}$$

۶۰۲ ابتدا معادله واکنش را موازنه می کنیم:



ظاهراً موازنه هم نمی گیریم اتفاق فاضلی نمی افتد! چون ضرایب استوکیومتری PI_3 و H_3PO_3 در هر صورت یکسان است! امیرواریم در ادامه مسیر از این شیرین کاری ها نداشتیم!

$$\left[\frac{(\text{PI}_3)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{(\text{H}_3\text{PO}_3)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] \Rightarrow \frac{x}{1 \times 412} = \frac{0.1 \times 500}{1 \times 1000}$$

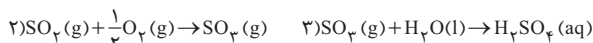
$$\Rightarrow x = \frac{412 \times 50}{1000} = 20.6 \text{ g PI}_3$$

روش ضرایب تبدیل:

$$? \text{ g PI}_3 = 50.0 \text{ mL H}_3\text{PO}_3 \times \frac{1 \text{ LH}_3\text{PO}_3}{100.0 \text{ mL H}_3\text{PO}_3} \times \frac{0.1 \text{ mol H}_3\text{PO}_3}{1 \text{ LH}_3\text{PO}_3}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol PI}_3}{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_3} \times \frac{412 \text{ g PI}_3}{1 \text{ mol PI}_3} = 20.6 \text{ g PI}_3$$

۶۰۳ از سوختن سوخت حاوی گوگرد، گاز SO_2 تشکیل می شود. این گاز سپس در مجاورت اکسیژن به گاز SO_3 تبدیل می شود و این گاز در مجاورت رطوبت به سولفوریک اسید ($\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$) تبدیل می شود. این اسید هنگام بارش، باران اسیدی تولید می کند و به شدت محیط زیست را تخریب می کند.



البته اگر واکنش های فوق را هم بلد نباشیم این مسأله را می توانیم به راحتی حل کنیم چون اصلاً نیازی به آن ها نداریم! چرا که خلاصه واکنش های فوق این است که گوگرد موجود در $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ سوخت به H_2SO_4 تبدیل می شود، یعنی:

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 96 = \frac{x}{10^6} \times 10^6 \Rightarrow x = 96 \text{ gS}$$

از چند هیدروکربن است سوخت مخلوطی (مخلوطی)

$$\left[\frac{(\text{S})}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{96}{1 \times 32} = \frac{x}{1 \times 98} \Rightarrow x = \frac{96 \times 98}{32} = 294 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

۵۹۸ بررسی همه گزینه ها:

گزینه «۱»: غلظت مولی K^+ با KNO_3 برابر است، در نتیجه غلظت مولی K^+ و گلوکز هر دو 0.1 مولار و با هم برابر است.

گزینه «۲»: مقدار مول یون NO_3^- به صورت زیر تعیین می شود:

$$1 \text{ KNO}_3 \sim 1 \text{ NO}_3^-$$

$$\left(\frac{\text{مولاریته} \times \text{حجم (L)}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{KNO}_3} = \left(\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{NO}_3^-} \Rightarrow \frac{0.2 \times 0.1}{1} = \frac{\text{مول}}{1} \Rightarrow \text{mol NO}_3^- = 0.02$$

روش دیگر: روش کتاب درسی:

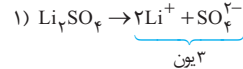
$$? \text{ mol NO}_3^- = 0.2 \text{ L KNO}_3(\text{aq}) \times \frac{0.1 \text{ mol KNO}_3}{1 \text{ L KNO}_3(\text{aq})} \times \frac{1 \text{ mol NO}_3^-}{1 \text{ mol KNO}_3}$$

$$= 0.02 \text{ mol NO}_3^-$$

گزینه «۳»: در هر لیتر محلول گلوکز، 0.1 مول یعنی $(0.1 \times 180 = 18)$ گرم گلوکز حل شده است. در هر لیتر محلول پتاسیم نیترات نیز، 0.1 مول یعنی $(0.1 \times 101 = 10.1)$ گرم پتاسیم نیترات حل شده است و اختلاف این دو عدد برابر $7/9$ است نه 20 :

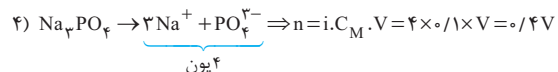
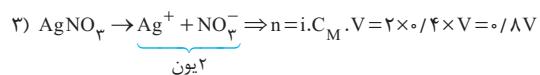
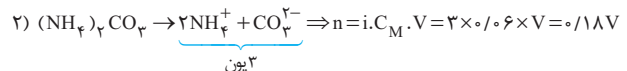
گزینه «۴»: غلظت مولار یکسان است اما چون جرم مولی حل شونده ها متفاوت است، پس قطعاً غلظت دو محلول بر حسب درصد جرمی یکسان نیست. (گزینه درست)

۵۹۹ تک تک گزینه ها را بررسی می کنیم:



$$\Rightarrow n = i \cdot C_M \cdot V = 3 \times 0.2 \times V = 0.6V$$

تعداد یون ها

همان طور که دیده می شود محلول نقره نیترات (AgNO_3) یون های بیش تری دارد.

۶۰۰ شمار (برای سادگی همان مول) آنیون ها را در هر محلول به دست می آوریم:

گزینه «۱»:

$$1 \text{ Na}_2\text{SO}_4 \sim 1 \text{ SO}_4^{2-} \quad \left(\frac{\text{مولاریته} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \left(\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{SO}_4^{2-}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{0.1 \times 2 \times 10^{-3}}{1} \right)_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \left(\frac{\text{مول}}{1} \right)_{\text{SO}_4^{2-}} \Rightarrow \text{mol SO}_4^{2-} = 0.0002$$

گزینه «۲»:



$$\left(\frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right)_{\text{NaOH}} = \left(\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{OH}^-}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{100 \times 1 \times 2 \times 10^{-2}}{1 \times 40} \right)_{\text{NaOH}} = \left(\frac{\text{مول}}{1} \right)_{\text{OH}^-} \Rightarrow \text{mol OH}^- = 0.0056$$

گزینه «۳»:

$$1 \text{ Cr(NO}_3)_3 \sim 3 \text{ NO}_3^- \quad \left(\frac{\text{مولاریته} \times \text{لیتر محلول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{Cr(NO}_3)_3} = \left(\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right)_{\text{NO}_3^-}$$

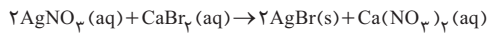
$$\Rightarrow \left(\frac{0.1 \times 0.5}{1} \right)_{\text{Cr(NO}_3)_3} = \left(\frac{\text{مول}}{3} \right)_{\text{NO}_3^-} \Rightarrow \text{mol NO}_3^- = 0.015$$



۶۰۸ ۲ در محلول یک نمک مانند CaBr_2 ، مجموع غلظت یون ها بر حسب ppm برابر با غلظت نمک بر حسب ppm است، یعنی غلظت محلول CaBr_2 برابر 360 ppm است. ابتدا باید حساب کنیم در ۵ کیلوگرم از این محلول چند گرم CaBr_2 وجود دارد:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم } \text{CaBr}_2}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 360 = \frac{x}{5 \times 1000} \times 10^6 \Rightarrow 18 \text{ g CaBr}_2$$

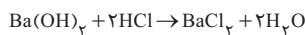
اکنون و با توجه به معادله واکنش می توان نوشت:



$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{جرم (g)}}{\text{ضریب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{0.2 \times x}{2 \times 1000} = \frac{18}{1 \times 200} \Rightarrow x = 90 \text{ mL AgNO}_3$$

۶۰۹ ۴ قدم اول موازنه واکنش است:

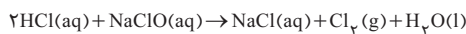


حال داریم:

$$\text{mL HCl}(\text{aq}) = 20 \text{ mL Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \times \frac{\text{g Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})}{\text{mL Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})}$$

$$\times \frac{21375 \text{ g Ba}(\text{OH})_2}{10^6 \text{ g Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})} \times \frac{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{17 \text{ g Ba}(\text{OH})_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}$$

$$\times \frac{100 \text{ mL HCl}(\text{aq})}{0.4 \text{ mol HCl}} = 125 \text{ mL HCl}(\text{aq})$$

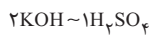
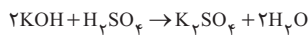


$$? \text{ mL HCl}(\text{aq}) = 20 \text{ mL NaClO}(\text{aq}) \times \frac{\text{g NaClO}(\text{aq})}{\text{mL NaClO}(\text{aq})}$$

$$\times \frac{18625 \text{ g NaClO}}{10^6 \text{ g NaClO}(\text{aq})} \times \frac{1 \text{ mol NaClO}}{74.5 \text{ g NaClO}} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaClO}} \times \frac{1 \text{ mL HCl}(\text{aq})}{0.8 \text{ mol}}$$

$$\times \frac{100 \text{ mL HCl}(\text{aq})}{1 \text{ mL HCl}(\text{aq})} = 125 \text{ mL HCl}(\text{aq})$$

این مسأله را به دوروش حل می کنیم:



روش تناسب:

$$\left(\frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right)_{\text{KOH}} \times 10^{-2} \times \text{درصد جرمی} \times \text{چگالی محلول} \times \text{حجم محلول} = \left(\frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right)_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{غلظت مولار} \times \text{لیتر محلول}$$

$$\Rightarrow \frac{200 \times 1.12 \times 28 \times 10^{-2}}{2 \times 56} = \frac{V \times 1.4}{1} \Rightarrow V = 0.4 \text{ L H}_2\text{SO}_4 = 400 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

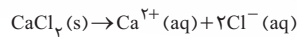
روش کتاب درسی:

$$? \text{ dL H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = 20 \text{ mL KOH}(\text{aq})$$

$$\times \frac{1/12 \text{ g KOH}(\text{aq})}{1 \text{ mL KOH}(\text{aq})} \times \frac{2 \text{ g KOH}}{10^6 \text{ g KOH}(\text{aq})} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KOH}}$$

$$\frac{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4(\text{aq})}{1/4 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{10 \text{ dL H}_2\text{SO}_4(\text{aq})}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4(\text{aq})} = 4 \text{ dL H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$$

۶۰۴ ۱ به ازای انحلال هر مول کلسیم کلرید در آب ۳ مول یون تولید می شود:

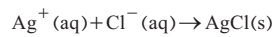


به راحتی می توان دریافت که غلظت یون Cl^{-} ، $\frac{2}{3}$ غلظت کل یون هاست، پس:

$$\text{غلظت مولی کل یون ها} = \frac{2}{3} \times \text{غلظت مولی } \text{Cl}^{-}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.6 = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

یون Cl^{-} در واکنش با یون Ag^{+} (از محلول AgNO_3) رسوب AgCl تشکیل می دهد:



$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{جرم (g)}}{\text{ضریب}} \right] \Rightarrow \frac{0.4 \times 100}{1 \times 1000} = \frac{x}{1 \times 143.5}$$

$$\Rightarrow x = \frac{4 \times 143.5}{1000} = 0.574 \text{ g AgCl} = 574 \text{ mg AgCl}$$

۶۰۵ ۲ ابتدا معادله واکنش را موازنه می کنیم:



سپس غلظت مولار محلول HBr را به دست می آوریم:

$$C_M = \frac{10^6 \text{ ad}}{M} = \frac{10^6 \times 4 \times 10^{-1} \times 125}{81} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

و در ادامه می توان نوشت:

$$1 \text{ dL} = 0.1 \text{ L} = 100 \text{ mL}$$

$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{L گاز}}{\text{ضریب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{0.5 \times 5 \times 100}{2 \times 1000} = \frac{x}{1 \times 22.4} \Rightarrow x = 2.5 \text{ L CO}_2$$

۶۰۶ ۱ ابتدا جرم یون کلرید (Cl^{-}) موجود در یک لیتر آب دریا را محاسبه می کنیم:

$$1 \text{ L آب دریا} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{(\text{جرم حل شونده } \text{Cl}^{-})}{(\text{جرم محلول (آب دریا)})} \times 10^6 \Rightarrow 19000 = \frac{x}{1000} \times 10^6 \Rightarrow x = 19 \text{ g Cl}^{-}$$

واکنش برقکافت موردنظر را به صورت ساده شده زیر می توان در نظر گرفت:



و در ادامه داریم:

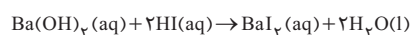
$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{L گاز}}{\text{ضریب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{19 \times 100}{2 \times 35.5} = \frac{x}{1 \times 22.4} \Rightarrow x = \frac{25 \times 19 \times 0.9}{2 \times 35.5} = 6.2 \text{ L Cl}_2$$

۶۰۷ ۴ ابتدا غلظت مولی محلول باریم هیدروکسید ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) را به دست می آوریم:

$$C_M = \frac{\text{ppm} \times d}{1000 \times M} = \frac{855 \times 1}{1000 \times 171} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

سپس از تناسب زیر استفاده می کنیم:



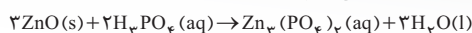
$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{0.5 \times 6 \times 1000}{1 \times 1000} = \frac{0.5 \times x}{2 \times 1000} \Rightarrow x = 120 \text{ mL HI}$$





۶۱۹ ۳ ابتدا واکنش را موازنه می کنیم:



و سپس جرم آب تولید شده را به دست می آوریم:

$$\left[\frac{\text{ZnO}}{\text{H}_3\text{PO}_4} \right] = \left[\frac{m}{3 \times 18} \right] \Rightarrow m = 5.4 \text{ g H}_2\text{O}$$

خب! جرم آب حاصل ۵/۴ گرم است. ولی اگر گزینه ۳ را انتخاب کرده اید، سخت در اشتباهید! سؤال از شما جرم کل آب موجود در محلول نهایی را خواسته، پس باید حواستان به جرم آب موجود در محلول اولیه حاوی فسفریک اسید هم باشد!

$$\left[\frac{\text{ZnO}}{\text{H}_3\text{PO}_4} \right] = \left[\frac{m \times \frac{9}{18}}{3 \times 98} \right] \Rightarrow m_{\text{محلول}} = 200 \text{ g}$$

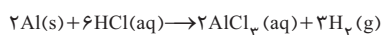
درصد جرمی H_3PO_4 ۹/۸ درصد بوده، پس درصد جرمی خود آب، ۹۰/۲ درصد بوده است.

$$m = 200 \text{ g} \times \frac{90.2}{100} = 180.4 \text{ g}$$

پس جرم کل آب در محلول نهایی برابر مقدار زیر است:

$$180.4 + 5.4 = 185.8 \text{ g}$$

۶۲۰ ۲ ابتدا تعداد مول های HCl مصرف شده را محاسبه می کنیم:

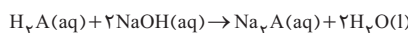


$$? \text{ mol HCl} = 0.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.25 \text{ L} = 0.1 \text{ mol HCl}$$

سپس از تناسب زیر استفاده می کنیم:

$$\left[\frac{\text{Al}}{\text{HCl}} \right] = \left[\frac{\text{گرم}}{\text{مول}} \right] = \left[\frac{m}{2 \times 27} \right] \Rightarrow m = 0.9 \text{ g Al}$$

۶۲۱ ۱ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{H}_3\text{A}}{\text{NaOH}} \right] = \left[\frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \right] = \left[\frac{C_M \times 40}{C_M \times 1000} \right] \Rightarrow C_M = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}$$

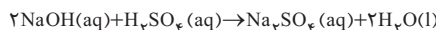
و در پایان می توان نوشت:

$$\text{H}_3\text{A} \Rightarrow C_M = \frac{10 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 0.25 = \frac{10 \times 100}{M} \Rightarrow M = 400 \text{ g.mol}^{-1}$$

۶۲۲ ۲ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

$$\text{NaOH} \Rightarrow C_M = \frac{10 \text{ ad}}{M} \Rightarrow 6 = \frac{10 \times a \times 100}{40} \Rightarrow a = 2\%$$

و در ادامه می توان نوشت:



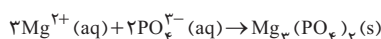
$$\left[\frac{\text{NaOH}}{\text{H}_2\text{SO}_4} \right] = \left[\frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \right] = \left[\frac{10 \times 2 \times 100}{2 \times 40} \right] = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 0.25 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

 ۶۲۳ ۴ با توجه به اینکه چگالی محلول برابر 1 g.mL^{-1} است می توان دریافت که

یک تن آب معادل ۱۰۰۰ لیتر محلول است، پس:

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{960}{1000} = 0.96 \text{ mol.L}^{-1}$$

و در مورد قسمت دوم سؤال هم می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{PO}_4^{3-}} \right] = \left[\frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \right] = \left[\frac{0.4 \times 6000}{3 \times 1000} \right] = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 15.2 \text{ g PO}_4^{3-}$$

۶۲۴ ۱ مسئله را به دو روش حل می کنیم:

روش ۱: روش تناسب مول به ضریب: از تناسب زیر استفاده می کنیم:

$$\left[\frac{C_M \times V(\text{mL})}{\text{ضریب}} \right]_{\text{H}_3\text{A}} = \left[\frac{C_M \times V(\text{mL})}{\text{ضریب}} \right]_{\text{M(OH)}_3}$$

$$\Rightarrow \frac{0.25 \times 40}{2} = \frac{0.2 \times 75}{n} \Rightarrow n = \frac{0.2 \times 75 \times 2}{0.25 \times 40} = 3$$

روش ۲: روش ضرایب تبدیل:

$$75 \text{ mL M(OH)}_3 \times \frac{1 \text{ M(OH)}_3}{1000 \text{ mL M(OH)}_3} \times \frac{0.2 \text{ mol M(OH)}_3}{1 \text{ M(OH)}_3} \times \frac{2 \text{ mol H}_3\text{A}}{3 \text{ mol M(OH)}_3} \times \frac{1 \text{ L H}_3\text{A}}{1000 \text{ mL H}_3\text{A}} \times \frac{1000 \text{ mL H}_3\text{A}}{1 \text{ L H}_3\text{A}} = 40 \text{ mL H}_3\text{A}$$

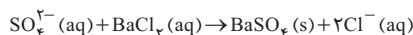
$$\frac{75 \times 0.2 \times 2 \times 1000}{1000 \times n \times 0.25} = 40 \Rightarrow n = \frac{75 \times 0.2 \times 2}{0.25 \times 40} = 3$$

۶۲۵ ۴ با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:

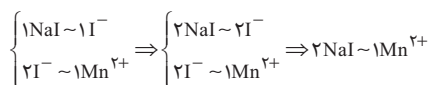
$$\text{درصد جرمی} = \frac{1/2 \text{ g}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{1/2}{1000} \times 100 = 0.12 \text{ درصد جرمی}$$

$$\text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی} = 10^4 \times 0.12 \times 10^{-4} = 120 \text{ ppm}$$

و در ادامه هم می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{SO}_4^{2-}}{\text{BaCl}_2} \right] = \left[\frac{\text{جرم مولی}}{\text{جرم مولی}} \right] = \left[\frac{1/2}{1 \times 96} \right] = \left[\frac{x}{1 \times 208} \right] \Rightarrow x = 2.6 \text{ g BaCl}_2$$

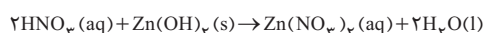
 ۶۲۶ ۲ می خواهیم براساس هم ارزی از MgI_2 برسیم به مقدار Mn^{2+} ، نگاه کن!


الان بریم حل:

$$\left[\frac{C_M \times V}{\text{ضریب}} \right]_{\text{NaI}} = \left[\frac{\text{جرم مولی ماده حل شونده} \times \text{غلظت}}{\text{ضریب}} \right]$$

$$\left(\frac{0.3 \times 1}{2} \right) = \frac{\text{ppm} \times 10^{-6} \times 100}{1 \times 55} \Rightarrow \text{غلظت} = 8.25 \text{ ppm}$$

۶۲۷ ۳ ابتدا غلظت محلول نیتریک اسید رقیق شده را محاسبه می کنیم:



$$\left[\frac{\text{HNO}_3}{\text{Zn(OH)}_2} \right] = \left[\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \right] \Rightarrow \frac{C_M \times 10}{2 \times 1000} = \frac{0.02}{1} \Rightarrow C_M = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

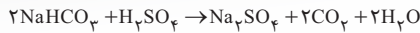
و در ادامه:

$$C_M \times V_{\text{غلظت}} = C_M \times V_{\text{رقیق}} \Rightarrow C_M \times 40 = 0.4 \times 250$$

$$\Rightarrow C_M = 2.5 \text{ mol.L}^{-1}$$

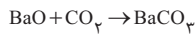


با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

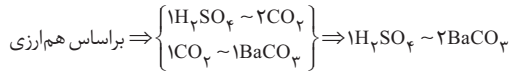


$$\left[\frac{\text{NaHCO}_3}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{\text{ضرب}} \right] = \left[\frac{C_M \times V(L)}{\text{ضرب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{x}{2 \times 84} = \frac{4 \times 0.75}{1} \Rightarrow x = 5.04 \text{ g NaHCO}_3$$



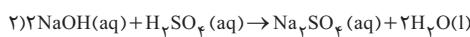
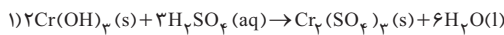
و در ادامه می توان نوشت:



$$\left[\frac{C_M \times V(L)}{\text{ضرب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{4 \times 0.75}{1} = \frac{x}{2 \times 197} \Rightarrow x = 1.182 \text{ g BaCO}_3$$

معادله موازنه شده واکنش های مورد نظر به صورت زیر است:

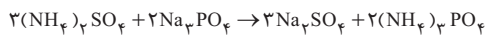


$$\text{واکنش (۱):} \left[\frac{\text{Cr}(\text{OH})_3}{\text{ضرب}} \right] = \left[\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{\text{ضرب}} \right] = \left[\frac{C_M \times \text{محلول}}{\text{ضرب}} \right] \Rightarrow \frac{0.04}{2} = \frac{0.03 \times a}{3 \times 1000} \Rightarrow a = 2000 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{واکنش (۲):} \left[\frac{\text{NaOH}}{C_M \times \text{محلول}} \right] = \left[\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{C_M \times \text{محلول}} \right] \Rightarrow \frac{0.27 \times 200}{2 \times 1000} = \frac{0.03 \times b}{1 \times 1000} \Rightarrow b = 90 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$$

همان طور که ملاحظه می شود از a بزرگتر است.

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



برای محاسبه جرم آمونیوم فسفات تشکیل شده می توان نوشت:

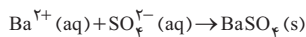
$$\left[\frac{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{\text{ضرب}} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{5.28}{3 \times 132} = \frac{x}{2 \times 149} \Rightarrow x = 3.97 \text{ g } (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$$

در مورد قسمت دوم سؤال ابتدا باید مقدار مول Na_2SO_4 تولید شده در واکنش اول را به دست آوریم:

$$\left[\frac{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{Na}_2\text{SO}_4}{\text{مول}} \right] \Rightarrow \frac{5.28}{3 \times 132} = \frac{x}{3} \Rightarrow x = 0.04 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

یون های SO_4^{2-} حاصل از Na_2SO_4 با یون های Ba^{2+} واکنش داده و رسوب تشکیل می دهند:



باید حساب کنیم چند گرم باریم مطابق واکنش فوق توسط یون های SO_4^{2-} رسوب داده می شود:

$$\left[\frac{\text{Ba}^{2+}}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{SO}_4^{2-}}{\text{مول}} \right] \Rightarrow \frac{x}{1 \times 137} = \frac{0.04}{1} \Rightarrow x = 5.48 \text{ g Ba}^{2+}$$

و در پایان می توان نوشت:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم Ba}^{2+}}{\text{جرم محلول (آب)}} \times 10^6 \Rightarrow \frac{5.48}{x} \times 10^6 = 1096 \times 10^6 \text{ g H}_2\text{O} = 1096 \text{ kg آب}$$

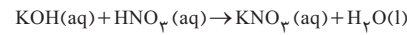
ابتدا درصد جرمی محلول پتاسیم هیدروکسید (KOH) را به دست می آوریم:

$$C_M = \frac{10 \times a}{M} \Rightarrow 10 = \frac{10 \times a \times 1 / 25}{56} \Rightarrow a = 44 / 8 \text{ درصد}$$

پس در ۱۰۰ گرم محلول پتاسیم هیدروکسید، ۴۴/۸ گرم KOH وجود دارد:

$$n = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{44 / 8}{56} = 0.98 \text{ mol KOH}$$

و برای قسمت دوم سؤال هم می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{KOH}}{\text{مول}} \right] = \left[\frac{\text{HNO}_3}{\text{مول}} \right] = \left[\frac{C_M \times \text{محلول}}{\text{ضرب}} \right] \Rightarrow \frac{0.8}{1} = \frac{0.2 \times x}{1 \times 1000} \Rightarrow x = 4000 \text{ mL HNO}_3$$

با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{MgCO}_3}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{\text{ضرب}} \right] \Rightarrow \frac{0.21}{1 \times 84} = \frac{x}{1 \times 98} \Rightarrow x = 0.245 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

این مقدار H_2SO_4 در ۱۰ mL از آن است، پس در ۱۰ mL محلول ۲/۴۵ گرم H_2SO_4 وجود دارد.

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1000 \text{ L}} = 0.098 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

ابتدا واکنش را موازنه می کنیم:



مقدار I_2 برابر است با:

$$\left[\frac{\text{I}_2}{x} \right] = \left[\frac{\text{NO}_2}{10} \right] \Rightarrow x = 5.08 \text{ g I}_2$$

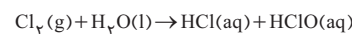
جرم HNO_3 را به دست می آوریم:

$$\left[\frac{\text{HNO}_3}{y} \right] = \left[\frac{\text{NO}_2}{10} \right] \Rightarrow y = 12.6 \text{ g} \Rightarrow 500 \text{ ppm}$$

$$= \frac{12.6 \text{ g}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 252 \text{ g}$$

چگالی را $\frac{1}{\text{mL}}$ فرض می کنیم، پس حجم محلول ۲۵۲ mL یا ۲/۵۲ L خواهد بود.

ابتدا غلظت محلول HCl را (بر حسب ppm) به دست می آوریم:



$$\left[\frac{\text{Cl}_2}{\text{L گاز}} \right] = \left[\frac{\text{HCl}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \right] \Rightarrow \frac{0.224}{1 \times 22 / 4} = \frac{x}{1 \times 36 / 5} \Rightarrow x = \frac{22 / 4 \times 10^{-3} \times 36 / 5}{22 / 4} = 0.365 \text{ g HCl}$$

$$\text{محلول HCl} = 500 \text{ g HCl} \times \frac{1 \text{ g HCl}}{1 \text{ g HCl}} = 500 \text{ g HCl}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شده}}{\text{جرم}} \times 10^6 = \frac{0.365 \times 10^{-4}}{500} \times 10^6 = 73$$

و در ادامه غلظت مولی محلول HClO را محاسبه می کنیم:

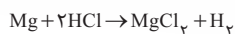
$$\left[\frac{\text{Cl}_2}{\text{L گاز}} \right] = \left[\frac{\text{HClO}}{\text{مول}} \right] \Rightarrow \frac{0.224}{1 \times 22 / 4} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ mol HClO}$$

$$C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{10^{-3} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



۶۳۵ ۳

منیزیم با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می دهد اما نقره واکنش نمی دهد.

واکنش انجام ناپذیر است. $\text{Ag} + \text{HCl} \rightarrow$

$$\left[\frac{\text{Mg}}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{HCl}}{\Delta C_M \times V(L)} \right] \Rightarrow \frac{x}{1 \times 24} = \frac{(0.1 - 0.03) \times 0.2}{2} \Rightarrow x = 1.2 \text{ g Mg}$$

$$\text{mol(Mg)} = \frac{1.2 \text{ g}}{24 \text{ g.mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol Mg}$$

و در ادامه داریم:

$$\text{درصد جرمی Ag} = \frac{\text{جرم Ag}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 = \frac{(1.0 - 1.2)}{1.0} \times 100 = 88\%$$

۶۳۶ ۱ با توجه به داده های مسأله می توان نوشت:

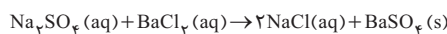
$$\text{درصد جرمی آب} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 18 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \\ 1 \text{ g H}_2\text{O} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{آب جذب شده} = 1.2 \text{ g}$$

$$= \frac{(1.0 + x)}{(1.0 + x)} \times 100 = 20 \Rightarrow x = 1.2 \text{ g}$$

پس درصد جرمی نمک در شرایط جدید برابر است با:

$$\text{درصد جرمی Na}_2\text{SO}_4 = \frac{18}{(1.0 + 1.2)} \times 100 = 78.26\%$$

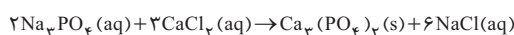
و برای قسمت دوم سؤال هم می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{Na}_2\text{SO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{BaSO}_4}{\text{گرم (g)}} \right] \Rightarrow \frac{3.5 \times \frac{18}{100}}{1 \times 142} = \frac{x}{1 \times 233} \Rightarrow x = 5.12 \text{ g BaSO}_4$$

۶۳۷ ۲ به بررسی همه گزینه ها می پردازیم:

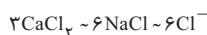
گزینه «۱»: پس از موازنه مجموع ضرایب مواد برابر ۱۲ است:

گزینه «۲»: جرم رسوب جامد $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ برابر است با:

$$\left[\frac{\text{CaCl}_2}{\text{گرم (g)}} \right] = \left[\frac{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2}{\text{گرم (g)}} \right] \Rightarrow \frac{2.0 \times 3.0 \times 10^{-2}}{3 \times 111} = \frac{x}{3 \times 111} \Rightarrow x = 5.5 / 111 = 5.6 \text{ g BaSO}_4$$

گزینه «۳»: تعداد یون های فسفات مصرف شده برابر است با:

$$\left[\frac{\text{CaCl}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{PO}_4^{3-}}{\text{تعداد یون}} \right] \Rightarrow \frac{2.0 \times 3.0 \times 10^{-2}}{3 \times 111} = \frac{x}{3 \times 111} \Rightarrow x = 0.36 \text{ mol}$$

گزینه «۴»: منظور از آنیون محلول تولید شده یون Cl^- است:

$$\left[\frac{\text{CaCl}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{Cl}^-}{\text{مول}} \right] \Rightarrow \frac{2.0 \times 3.0 \times 10^{-2}}{3 \times 111} = \frac{x}{6} \Rightarrow x = 1.0 \text{ mol Cl}^-$$

۶۳۸ ۴

ابتدا غلظت مولی محلول های مورد نظر را به دست می آوریم:

$$\begin{aligned} (1) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{1 \times 0.02}{0.05} = 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \\ (2) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{1.2 \times 0.02}{0.05} = 0.48 \text{ mol.L}^{-1} \\ (3) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{4 \times 0.02}{0.05} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1} \\ (4) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{4 \times 0.02}{0.05} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1} \\ (5) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{2 \times 0.02}{0.025} = 1.6 \text{ mol.L}^{-1} \\ (6) \Rightarrow C_M &= \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{4 \times 0.02}{0.025} = 3.2 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

اکنون به بررسی عبارت ها می پردازیم:

«آ»: درست است.

«ب»: نادرست است.

«پ»: نادرست است. غلظت مولی محلول نهایی برابر است با:

$$C_M = \frac{C_{M1} V_1 + C_{M2} V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(4 \times 150) + (1.6 \times 50)}{(50 + 50)} = 2.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

«ت»: درست است. با توجه به اطلاعات داده شده، می توان نوشت:

$$\begin{aligned} \Rightarrow C_M \text{ غلیظ} \cdot V \text{ رقیق} &= C_M \text{ رقیق} \cdot V \Rightarrow 1.6 \times 50 \\ (4) \Rightarrow C_M \text{ رقیق} \times (50 + 150) &= C_M \text{ رقیق} \Rightarrow 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \\ \Rightarrow C_M \text{ غلیظ} \cdot V \text{ رقیق} &= C_M \text{ رقیق} \cdot V \Rightarrow 1.6 \times 25 \\ (5) \Rightarrow C_M \text{ رقیق} \times (25 + 75) &= C_M \text{ رقیق} \Rightarrow 0.4 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

«ث»: نادرست است. در محلول (۱) با نصف شدن حجم محلول، غلظت آن ۲ برابر یعنی ۹/۶ مولار می شود و در محلول (۶) با افزودن ۰/۰۴ مول حل شونده دیگر، غلظت محلول برابر خواهد بود با:

$$(6) \Rightarrow C_M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{(4 \times 0.02) + 0.04}{0.025} = 4.8 \text{ mol.L}^{-1}$$

۶۳۹ ۴

با توجه به اطلاعات داده شده، می توان نوشت:

$$\text{گلوکز } 0.93 \text{ mg} = \frac{1 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ dL}}{1 \text{ L}} \times \frac{28 \text{ mg}}{1 \text{ dL}} = 0.28 \text{ mg}$$

۶۴۰ ۳ غلظت مولار گلوکز برابر است با:

$$C_M = \frac{G}{V} = \frac{90}{18000} = 0.005 \text{ mol.L}^{-1}$$

در گزینه «۳» غلظت مولار گلوکز نادرست درج شده است.

۶۴۱ ۴

همان طور که می دانید گلوکومتر غلظت گلوکز خون را برحسب میلی گرم / دسی لیتر

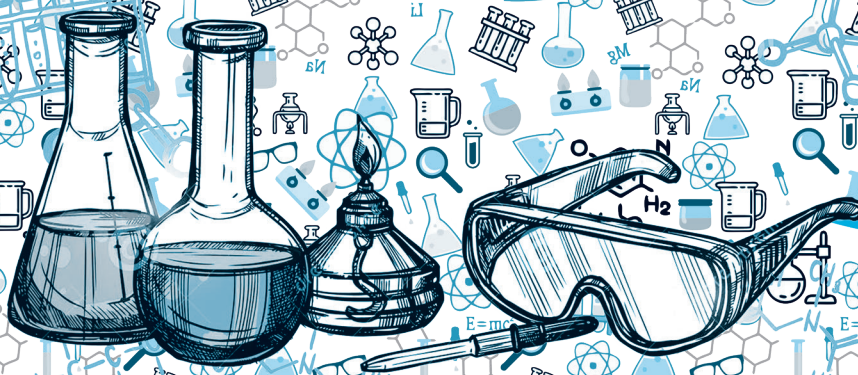
یا میلی گرم / لیتر نشان می دهد. با این توضیح برویم به بررسی عبارت ها بپردازیم:

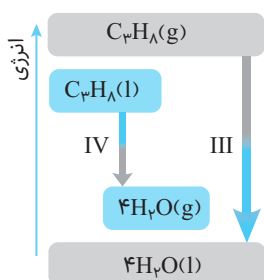
«آ»: درست است. با توجه به اینکه عدد نمایش داده شده برابر ۹۰ است، داریم:

$$20 \text{ mL} = 2 \text{ dL}$$

$$2 \text{ dL} \times \frac{90 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ dL خون}} \times \frac{1 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{100 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = \frac{90 \times 2}{100} = 1.8 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

پاسخ نامه شیمی یازدهم





«ب» و «پ» درست است.
«ت» نادرست است. در این جا باید به حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش توجه نماییم. همان طور که می دانید به طور کلی سطح انرژی یک ماده در حالت مایع (I) پایین تر از سطح انرژی همان ماده در حالت گاز (g) است. بنابراین می توان طبق شکل مقابل نوشت:
بنابراین گرمای آزاد شده در واکنش (III) بیش تر از واکنش (IV) است.

۱۲۲۷ همه عبارت های مطرح شده، درست اند.

۱۲۲۸ موارد «ب»، «ت» و «ث» نادرست است. درستی موارد «آ» و «پ» واضح است. بررسی موارد نادرست:

«ب»: انرژی شیمیایی همان انرژی پتانسیل است، در حالی که انرژی کل یک سامانه، محتوای انرژی یا آنتالپی آن است.

«ت»: اکسایش گلوکز (گرماده) و فتوسنتز (گرماگیر)، عکس یکدیگر هستند:



«ث»: نماد آنتالپی H است در حالی که نماد تغییر آنتالپی، ΔH است.

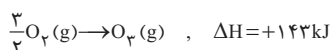
۱۲۲۹ عبارت های درست و نادرست به قرار زیر هستند:

عبارت اول: درست است.

عبارت دوم: درست است.

عبارت سوم: درست است. در واکنش های گرماگیر، سطح انرژی فراورده ها بالاتر از واکنش دهنده ها است، بنابراین پایداری آن ها کم تر از واکنش دهنده ها می باشد.

عبارت چهارم: نادرست است. با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:



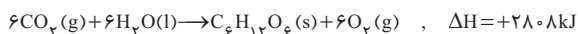
مطابق رابطه فوق به ازای تشکیل ۱ مول $O_3(g)$ ، $143kJ$ گرما مصرف می شود، پس به ازای تشکیل ۲ مول $O_3(g)$ ، $2 \times 143 = 286kJ$ گرما مصرف خواهد شد، یعنی:



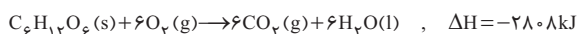
در ضمن اگر یک واکنش شیمیایی وارونه شود، علامت ΔH آن قرینه می شود، پس:



عبارت پنجم: نادرست است. نمودار مورد نظر آنتالپی واکنش فتوسنتز را نشان می دهد:



عکس واکنش فوق، واکنش اکسایش گلوکز است که یک واکنش گرماده است:



$$?kJ = 45g \text{ گلوکز} \times \frac{1 \text{ mol}}{180g \text{ گلوکز}} \times \frac{280.8kJ}{1 \text{ mol}} = 70.2kJ$$

پس اکسایش ۴۵ گرم گلوکز با تولید (نه جذب) ۷۰۲ کیلوژول گرما همراه است.

۱۲۳۰ به بررسی عبارت ها می پردازیم:

عبارت اول: نادرست است. آنتالپی فراورده ها کمتر از واکنش دهنده ها است.

عبارت دوم: نادرست است. پایداری آب بیشتر است.

عبارت سوم: درست است. این واکنش گرماده است یعنی امروزی از سامانه به محیط منتقل می شود.

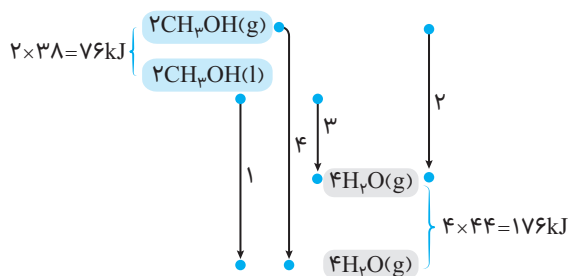
عبارت چهارم: درست است. در هر دو گرما آزاد می شود.

عبارت پنجم: درست است.

۱۲۲۲ الف) از آن جا که سطح انرژی یک ماده در حالت مایع پایین تر از سطح انرژی همان ماده در حالت گاز است در این جا باید به دنبال گزینه ای باشیم که واکنش دهنده ها در حالت گاز (g) و فراورده ها در حالت مایع (l) باشند تا تفاوت سطح انرژی آن ها و در نتیجه گرمای آزاد شده بیش تر باشد. چنین موردی فقط در گزینه «۲» رعایت شده است.

«ب»: اولاً در آلکان ها با افزایش تعداد کربن، گرمای سوختن نیز افزایش می یابد. پس فعلاً گزینه های «۳» و «۴» خط می خورند. ثانیاً با توجه به مطالبی که در بند الف گفتیم گرمای آزاد شده در گزینه «۲» بیش تر از گزینه «۱» است، چون C_6H_6 در سمت واکنش دهنده ها در حالت گازی (g) و H_2O در سمت فراورده ها در حالت مایع (l) قرار دارد. پس در گزینه «۲» آنتالپی سوختن از بقیه منفی تر است.

۱۲۲۳ سطح انرژی مواد در حالت گازی بالاتر از حالت مایع است. در فرایندهای گرماده هر چقدر سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر و سطح انرژی فراورده ها پایین تر باشد، مقدار گرمای آزاد شده بیشتر خواهد بود. در واکنش های داده شده، $CO_2(g)$ و $O_2(g)$ تفاوتی ایجاد نمی کنند، اما حالت فیزیکی آب و متانول مورد توجه است: طبق نمودار زیر واضح است که: $4 > 1 > 2 > 3$



۱۲۲۴ به بررسی همه گزینه ها می پردازیم:

گزینه «۱»: نادرست است. تشکیل گاز در یک واکنش معین گرماده، کمتر از تشکیل مایع گرما آزاد می کند.

گزینه «۲»: نادرست است. وقتی تغییر حالت های فیزیکی با مبادله گرما همراه است، پس میزان گرمای یک واکنش معین، قطعاً به حالت فیزیکی واکنش دهنده ها بستگی دارد.

گزینه «۳»: نادرست است. جنبشی بله، ولی پتانسیل خیر.

گزینه «۴»: درست است. در دمای ثابت، انرژی جنبشی مولکول های یک نوع ماده مشخص (در اینجا H_2O)، ثابت است.

۱۲۲۵ موارد درست و نادرست عبارتند از:

عبارت اول: درست است. چون گرمای کمتری لازم دارد.

عبارت دوم: درست است. با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

$$C_6H_5OH \text{ مولی } = 46g \cdot mol^{-1}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{46} & 840 \\ \frac{1}{50} & x \end{bmatrix} \Rightarrow x = \frac{840 \times 50}{46} = 9132.2J = 9.132kJ$$

عبارت سوم: نادرست است. در فرایند تبخیر دمای سامانه (اتانول) تغییر نمی کند.

عبارت چهارم: درست است. با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \frac{19.32kJ}{\Delta H_{mol} C_6H_5OH} &= 38.64kJ \cdot mol^{-1} \\ \frac{18g H_2O}{1mol H_2O} \times \frac{2280J}{1g H_2O} \times \frac{1kJ}{1000J} &= 41.04kJ \cdot mol^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 41.04 - 38.64 = 2.4kJ$$

۱۲۲۶ عبارت های درست و نادرست به قرار زیر هستند:

«آ»: درست است. با توجه به این که فراورده های دو واکنش، یکسان هستند می توان دریافت که گرماده تر بودن واکنش (II) نشان دهنده پایدارتر بودن واکنش دهنده های آن است. به عبارت دیگر، مواد واکنش دهنده در واکنش (I) پایداری بیش تری از مواد واکنش دهنده در واکنش (II) دارند.



۱۲۳۶ ۳ عبارت‌های درست و نادرست به قرار زیر هستند:

عبارت اول: درست است.

عبارت دوم: نادرست است. در NO_3^- اتم N به آرایش هشتایی نرسیده است.

عبارت سوم: درست است. واکنش: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ گرما ده است ($\Delta H < 0$) و با کاهش سطح انرژی همراه است.

عبارت چهارم: درست است. با قرار دادن سامانه گازی در آب گرم، تعدادی از مولکول‌های N_2O_4 به NO_2 تبدیل می‌شود و چون از تجزیه هر مولکول N_2O_4 ، ۲ مولکول NO_2 تشکیل می‌شود، می‌توان دریافت که این فرایند با افزایش شمار مولکول‌ها همراه است.

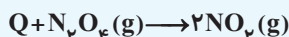
عبارت پنجم: نادرست است. در واکنش: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ شمار پیوندهای کووالانسی فرآورده بیش‌تر از واکنش‌دهنده است.

۱۲۳۷ ۳ در شکل سمت راست که دما بالاتر است، رنگ لوله آزمایش هم بیش‌تر است یعنی غلظت گاز قهوه‌ای رنگ NO_2 در آن بیش‌تر است. این مطلب می‌رساند که فرایند تبدیل $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ گرماگیر است.

توجه البته بدون نیاز به شکل‌های مورد نظر هم می‌توانیم بگوییم

که تبدیل N_2O_4 به NO_2 گرماگیر است. زیرا نماد Q در سمتی

قرار می‌گیرد که تعداد مولکول‌های گازی کم‌تری دارد:



حال به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

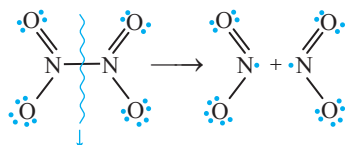
عبارت اول: درست است. همان‌طور که گفتیم واکنش: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{Q} \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ گرماگیر است؛ یعنی سطح انرژی فرآورده (NO_2) بالاتر از واکنش‌دهنده (N_2O_4) است. هر ماده‌ای که سطح انرژی بالاتری داشته باشد واکنش‌پذیرتر و ناپایدارتر است.

عبارت دوم: درست است. در شکل راست که پررنگ‌تر است غلظت NO_2 بیش‌تر از شکل سمت چپ است که به معنای آن است که واکنش: $\text{Q} + \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ دمای بالاتر در جهت رفت یعنی در جهت تعداد مولکول‌های گازی بیش‌تر پیشرفت کرده است. بنابراین چون تعداد مولکول‌های گازی بیش‌تر می‌شود فشار نیز بیش‌تر می‌شود.

عبارت سوم: درست است. هر دو واکنش ذکر شده برگشت‌پذیر هستند.



عبارت چهارم: نادرست است. در تبدیل N_2O_4 به NO_2 فقط یک پیوند شکسته می‌شود:



این پیوند شکسته می‌شود.

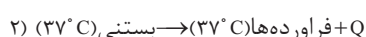
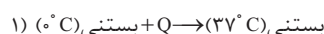
۱۲۳۸ ۳ به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

«ا»: درست است.

«ب»: نادرست است. برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی از بسته‌های سرمازا که حاوی آمونیوم نیترات (NH_4NO_3) هستند، استفاده می‌شود.

«پ»: درست است. در یخچال صحرایی عاملی که سبب خنک نگه داشتن مواد خوراکی می‌شود فرایند تبخیر آب است که در ظرف‌های سفالی نفوذ کرده است: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، $\Delta H > 0$. این فرایند گرماگیر، گرمای مورد نیاز خود را از مواد

خوراکی موجود در ظرف سفالی می‌گیرد. بدین ترتیب درون ظرف سفالی خنک می‌شود. «ت»: درست است. بستنی (با دمای 0°C) با جذب گرما از بدن ذوب می‌شود و در نهایت دمای آن به 37°C (دمای بدن) می‌رسد. (این فرایند گرماگیر است) سپس طی فرایند گوارش، انرژی آن آزاد شده و در اختیار بدن قرار می‌گیرد (این فرایند گرما ده است):



«ث»: نادرست است. شکستن پیوند (یعنی واکنش a) فرایندی گرماگیر است. دو واکنش b و c گرما ده اند.

۱۲۳۹ ۱ موارد درست و نادرست به قرار زیر هستند:

«ا»: نادرست است. شیمی‌دان‌ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم‌ارز با گرمایی می‌دانند که در فشار ثابت با محیط داد و ستد می‌کند (یعنی به محیط می‌دهد یا از محیط می‌گیرد) «ب»: نادرست است. اساس کاریخچال صحرایی به یک فرایند فیزیکی (یعنی تبخیر آب) مربوط است. «پ»: درست است. الماس و گرافیت دگرشکل‌های کربن هستند و فرآورده سوختن هر دو یکسان است، پس چون گرمای سوختن یک مول الماس بیشتر از یک مول گرافیت است می‌توان نتیجه گرفت که گرافیت پایدارتر از الماس است. «ت»: درست است.

۱۲۴۰ ۲ باید دنبال واکنشی باشیم که ΔH منفی دارد (گرما ده است).

«ا» واکنش دهنده‌ها H_2 - فرآورده‌ها H_2O $\Rightarrow \Delta H = \text{فرآورده‌ها} - \text{واکنش دهنده‌ها}$ $\Delta H < 0$ بررسی همه گزینه‌ها:

گزینه «۱»: فتوسنتز گرماگیر است.

گزینه «۲»: تبدیل الماس به گرافیت گرما ده است، زیرا سطح انرژی الماس از گرافیت بالاتر است. گزینه «۳»: این واکنش گرماگیر است.

گزینه «۴»: خود فرایند هابر $(\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}))$ گرما ده است، پس واکنش برگشت آن گرماگیر است.

۱۲۴۱ ۴ به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

«ا»: درست است.

«ب»: نادرست است. در یک واکنش شیمیایی، گرمای مبادله‌شده، بیانگر تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها) در مواد واکنش‌دهنده و فرآورده نیست بلکه شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فرآورده می‌دانند.

«پ»: نادرست است. واکنش $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ گرما ده است؛ یعنی:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = [\Delta H(\text{H}-\text{H}) + \Delta H(\text{Cl}-\text{Cl})] - [2\Delta H(\text{H}-\text{Cl})] < 0$$

$$\Rightarrow \Delta H(\text{H}-\text{Cl}) > \frac{\Delta H(\text{H}-\text{H}) + \Delta H(\text{Cl}-\text{Cl})}{2}$$

میانگین مجموع آنتالپی پیوندواکنش‌دهنده‌ها

«ت»: درست است. همه واکنش‌ها و فرایندهای ذکر شده گرما ده ($\Delta H < 0$) هستند و با کاهش سطح انرژی همراه می‌باشند.

۱۲۴۲ ۲ به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: درست است. البته این عبارت مربوط به صفحه ۹۲ کتاب شیمی دوازدهم است. در آنجا فوایدی ذکر که این عبارت درست است.

عبارت دوم: نادرست است. فرایند تصعید (فرازش) یخ خشک $(\text{CO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}))$ گرماگیر است. با جذب گرما میانگین تندی (سرعت) و انرژی جنبشی ذرات افزایش می‌یابد.

عبارت سوم: درست است. فرایند فتوسنتز در گیاهان سبز گرماگیر است. ($\Delta H > 0$)

عبارت چهارم: نادرست است. به عنوان مثال گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که از سوختن الماس گرمای بیش‌تری آزاد می‌شود.

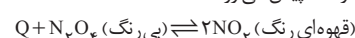
۱۲۴۳ ۳ موارد (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی همه موارد:

«ا»: الماس (آلوتروپ شفاف و بلورین کربن) از گرافیت (آلوتروپ رسانای کربن) سطح انرژی بالاتری دارد و ناپایدارتر است.

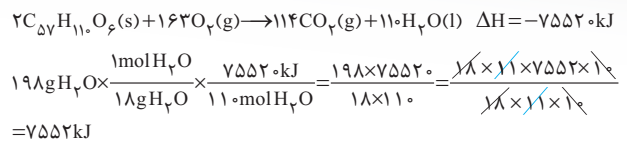
«ب»: طبق شکل پایین صفحه ۶۴ کتاب درسی شیمی یازدهم، بخار کربن دی اکسید از هوا سنگین‌تر است و پایین می‌رود. (جرم مولی کربن دی اکسید ۴۴ گرم است که از جرم مولی میانگین هوا (۲۸/۸) بیشتر است).

«پ»: سوختن کامل متان شعله آبی رنگ و سوختن ناقص متان شعله زرد رنگ ایجاد می‌کند. «ت»: با افزایش دما واکنش زیر به سمت راست پیش می‌رود.





۱۲۳۹ ابتدا واکنش را نوشته و موازنه می کنیم:

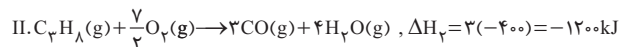
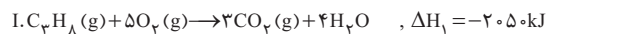


با توجه به ضریب استوکیومتری آب داریم:

$$\left[\frac{\text{جرم آب}}{\text{جرم مولی آب} \times \text{ضریب آب}} \right] = \left[\frac{Q}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{198}{110 \times 11} = \frac{Q}{75520} \Rightarrow Q = 7552 \text{ kJ}$$

۱۲۴۰ ابتدا ضرایب واکنش II را در عدد ۳ ضرب می کنیم تا ضریب استوکیومتری

C_4H_8 (g) در هر دو واکنش برابر شود:



خوب، حالا به ضرایب CO_2 و CO در دو واکنش فوق دقت کنید! ضریب هر دو یکسان است، یعنی اگر پیشرفت هر دو واکنش یکسان باشد، مقدار مول CO_2 و CO یکسان خواهد. حالا

که نسبت مولی $\frac{CO_2}{CO}$ برابر ۳ است می توان دریافت که میزان پیشرفت واکنش (I) سه برابر واکنش (II) است. به عبارت دیگر پیشرفت واکنش (I)، ۷۵٪، و پیشرفت واکنش (II)، ۲۵٪ است. یا این که می گوئیم $0.75 \times 0.1 = 0.075$ مول از C_4H_8 درگیر واکنش (I) و $0.25 \times 0.1 = 0.025$ مول باقی مانده درگیر واکنش (II) می شود. اکنون با ایجاد دو تناسب به راحتی می توان مجموع گرمای آزاد شده از این دو واکنش را محاسبه نمود.

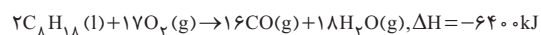
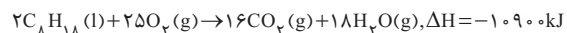
$$(I) \Rightarrow \left[\frac{1 \text{ mol } C_4H_8}{0.075 \text{ mol } C_4H_8} \right] \left[\frac{2050 \text{ kJ}}{1} \right] \Rightarrow Q_1 = 0.075 \times 2050 = 1537.5 \text{ kJ}$$

$$(II) \Rightarrow \left[\frac{1 \text{ mol } C_4H_8}{0.025 \text{ mol } C_4H_8} \right] \left[\frac{1200 \text{ kJ}}{1} \right] \Rightarrow Q_2 = 0.025 \times 1200 = 30 \text{ kJ}$$

پس در مجموع $1537.5 + 30 = 1567.5 \text{ kJ}$ گرما آزاد می شود.

۱۲۴۱ در مراحل حل، محاسبات عددی را تا آخر کار نگه دارید. در آخرین مراحل، معمولاً اعداد به راحتی ساده می شوند. اکنون با توجه به داده های مسأله می توان نوشت:

$$M_{C_8H_{18}} = (8 \times 12) + 18 = 114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\left[\frac{\text{جرم بنزین}}{\text{جرم مولی بنزین} \times \text{ضریب بنزین}} \right] = \left[\frac{Q}{|\Delta H|} \right]$$

$$\text{در خودروی اول: } \frac{100}{2 \times 114} = \frac{Q}{10900} \Rightarrow Q = \frac{10900 \times 100}{228}$$

$$\text{به طور ناقص می سوزد: } \begin{cases} \frac{54}{5} \rightarrow 54/5 \text{ g} \\ \frac{45}{5} \rightarrow 45/5 \text{ g} \end{cases}$$

$$\left[\frac{54/5}{2 \times 114} = \frac{Q}{6400} \Rightarrow Q = \frac{6400 \times 54/5}{228} \right]$$

$$\left[\frac{45/5}{2 \times 114} = \frac{Q}{10900} \Rightarrow Q = \frac{10900 \times 45/5}{228} \right]$$

(سایر مراحل را با ترغندهای مناسبی OK می نمایم)

$$\text{ترغند محاسباتی: } \frac{Q}{\text{خودروی دوم}} = \frac{(54/5 \times 6400) + (45/5 \times 10900)}{228}$$

$$= \frac{54/5 \times 6400 + 45/5 \times 10900}{228} = \frac{54/5 \times 64 + 45/5 \times 109}{22.8} = \frac{1 \times 64 + 45/5}{100} = \frac{32 + 45/5}{100} = \frac{77/5}{100} = 0.775$$

۱۲۴۲ مقادیر Q_I و Q_{II} به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$\left[\frac{\text{درصد بازده} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{جرم نمونه ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{Q}{|\Delta H|} \right]$$

بازده خلوص

$$\frac{500 \times 49 \times 50}{2 \times 122/5 \times 100 \times 100} = \frac{Q_I}{90} \Rightarrow Q_I = 45 \text{ kJ}$$

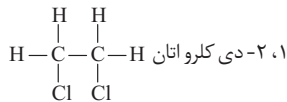
$$\frac{1000 \times 22/7 \times 100}{4 \times 227 \times 100 \times 100} = \frac{Q_{II}}{22500} \Rightarrow Q_{II} = 5625 \text{ kJ}$$

بازده خلوص

به بررسی عبارت ها می پردازیم:

عبارت اول: درست است. البته این واکنش در تمرین های دوره ای پایان کتاب شیمی یازدهم آمده است.

عبارت دوم: نادرست است. نام ترکیب موردنظر به صورت زیر است:



عبارت سوم: درست است. با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} \right] \Rightarrow \frac{x}{1} = \frac{24/75}{1 \times 99} \Rightarrow x = 0.25 \text{ mol } Cl_2$$

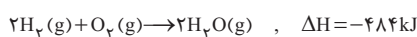
عبارت چهارم: درست است. با توجه به ΔH واکنش، داریم:

$$\frac{1 \text{ mol}}{178 \text{ kJ}} \times \frac{100}{100} = 0.56 \text{ mol } Cl_2 \rightarrow 0.56 \text{ mol } C_4H_8$$

$$0.56 \text{ mol} \left(\frac{7 \text{ g } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} + \frac{28 \text{ g } C_4H_8}{1 \text{ mol } C_4H_8} \right) = 4.95 \text{ g} (Cl_2 + C_4H_8)$$

۱۲۴۳ با توجه به این که گازهای H_2 و O_2 به طور کامل با هم واکنش می دهند، می توان دریافت که این دو گاز به نسبت های استوکیومتری مخلوط شده اند. پس در کسر

لیتر گاز، به جای لیتر گاز، مجموع حجم دو گاز و به جای ضریب گاز، مجموع ضرایب استوکیومتری O_2 و H_2 را قرار می دهیم:



$(H_2 + O_2)$

$$\left[\frac{\text{گاز}}{\text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم (Q)}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{7/5}{(2+1) \times 22/4} = \frac{Q}{-484}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{7/5 \times 484}{3 \times 22/4} = 54 \text{ kJ}$$

روش دیگر: استفاده از کسره های تبدیل:

$$7/5 L (O_2 + H_2) \times \frac{1 \text{ mol } (O_2 + H_2)}{22/4 (O_2 + H_2)} \times \frac{484 \text{ kJ}}{3 \text{ mol } (O_2 + H_2)} = 54 \text{ kJ}$$

ابتدا باید حساب کنیم هر دو نمک چند ژول گرما تولید می کنند.

$$\frac{1 \text{ mol } A}{11 \text{ g } A} \times \frac{90 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } A} = 18 \text{ kJ} = 18000 \text{ J}$$

$$\frac{1 \text{ mol } B}{80 \text{ g } B} \times \frac{40 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } B} = 2 \text{ kJ} = 2000 \text{ J}$$

گرمای تولید شده گرمای تولید شده گرمای جذب توسط نمک B + توسط نمک A شده توسط

$$m.c. \Delta \theta = 18000 + 2000 = 20000 \text{ J} \Rightarrow \Delta \theta = \frac{20000}{m.c.} = \frac{20000}{200 \times 4/2} = 24/4^\circ \text{C}$$



اکنون به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

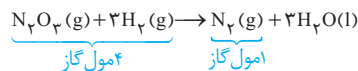
عبارت اول: نادرست است. برای تعیین ΔH واکنش به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم (Q)}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{1}{3 \times 2} = \frac{275/5}{|\Delta H|} \Rightarrow |\Delta H| = 1653 \text{ kJ(l)}$$

از آن جا که واکنش مورد نظر گرماده است، علامت ΔH باید منفی باشد:

$$\Delta H = -1653 \text{ kJ}$$

عبارت دوم: درست است. با توجه به معادله واکنش، تعداد مول‌های گازی فرآورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها است. این بدین معنی است که اگر واکنش در دمای ثابت و در ظرفی سرپسته انجام شود فشار سامانه کاهش می‌یابد:



عبارت سوم: نادرست است. با توجه به این که ΔH واکنش برابر -1653 kJ است می‌توان دریافت که با مصرف هر مول گاز N_2O_p ، 1653 کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

عبارت چهارم: درست است.

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$\text{آب} \Rightarrow Q_1 = m_1 c_p \Delta \theta = 100 \times 4/2 \times (31 - 35) = -1680 \text{ J}$$

$$\text{KNO}_3 \Rightarrow Q_2 = m_2 c_p \Delta \theta = 50 \times 2/2 \times (31 - 35) = -4/2 \text{ J}$$

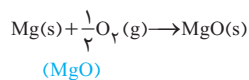
$$Q_{\text{محلول}} = Q_1 + Q_2 = -1680 - 4/2 = -1684/2 \text{ J} = -1/6842 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{واکنش}} = |Q_{\text{محلول}}| = +1/6842 \text{ kJ}$$

حال گرمای جذب شده بر اثر انحلال یک مول KNO_3 (معادل 10 g KNO_3) را به دست می‌آوریم:

$$\left[\frac{5 \text{ g KNO}_3}{10 \text{ g KNO}_3} \times \frac{1/6842 \text{ kJ}}{x} \right] \Rightarrow x = \Delta H \approx \frac{1/6842 \times 10}{5} \approx +34 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:



$$\left[\frac{\text{گرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{20}{1 \times 40} = \frac{300}{|\Delta H|}$$

$$\Rightarrow |\Delta H| = 60 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H = -60 \text{ kJ}$$

واکنش گرماده است

باید جرم C (کک) لازم به عنوان واکنش دهنده و جرم C لازم به عنوان منبع انرژی را به دست آوریم، سپس با هم جمع بزنیم.

$$\frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \times \frac{1 \text{ ton C}}{10^6 \text{ g C}} = 0/9 \text{ ton C}$$

جرم C لازم به عنوان واکنش دهنده مساوی است با:

$$1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{10^6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{3 \text{ mol C}}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{468 \text{ kJ}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}$$

جرم C لازم به عنوان منبع انرژی مساوی است با:

$$1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{10^6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{468 \text{ kJ}}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{12 \text{ g C}}{390 \text{ kJ}} \times \frac{1 \text{ ton C}}{10^6 \text{ g C}} = \frac{468}{40} \times \frac{12}{390} = \frac{12 \times 39}{40} \times \frac{12}{390} = 0/36 \text{ ton C}$$

$$\text{جرم کل C لازم} = 0/9 + 0/36 = 1/26 \text{ ton C}$$

ابتدا مقدار گرمای آزاد شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{CaCl}_2 \text{ جرم مولی} = 40 + 2(35/5) = 110 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\left[\frac{110 \text{ (gCaCl}_2\text{)} \times 39 \text{ kJ}}{55/5} \right] \Rightarrow x = \frac{39 \times 55/5}{110} = \frac{39}{2} = 19/5 \text{ kJ}$$

سپس با توجه به این که جرم مولی آب $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ است، جرم یخ قابل ذوب را به دست می‌آوریم:

$$\left[\frac{18 \text{ (g یخ)} \times 6 \text{ kJ}}{x \text{ (g یخ)} \times 19/5} \right] \Rightarrow x = \frac{19/5 \times 18}{6} = 58/5 \text{ g یخ}$$

ابتدا مقدار گرمای تولید شده را محاسبه می‌کنیم:



$$\left[\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{گرم (Q)}}{|\Delta H|} \right] \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{Q}{|-228|} \Rightarrow Q = 1824 \text{ kJ}$$

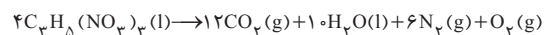
در مدت ۳ دقیقه 1824 kJ گرما تولید می‌شود، پس در مدت یک دقیقه گرمای تولید شده

$$\text{برابر} \left(\frac{1824}{3} = 608 \text{ kJ} \right) \text{ خواهد بود. بنابراین می‌توان نوشت:}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{608 \times 1000}{(10 \times 1000) \times 4/2} = 14/47^\circ \text{C}$$

میانگین افزایش دمای آب در هر دقیقه برابر $14/47^\circ \text{C}$ است.

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:



از تناسب زیر استفاده می‌کنیم:

(حواسمان باشد که در شرایط STP آب به صورت مایع است.)

$$\left[\frac{\text{نیتروگلیسرین (P)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{فرآورده‌ها (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] \Rightarrow \frac{x \times \frac{100}{100}}{4 \times 227} = \frac{134/4}{(12 + 6 + 1) \times 22/4}$$

$$\Rightarrow x = \frac{134/4}{(12 + 6 + 1) \times 22/4} \times 4 \times 227 = \frac{358/4}{0/8 \times 19 \times 22/4} = 358/4 \text{ g}$$

نیتروگلیسرین ضرب O_p ضرب N_p ضرب CO_p

با توجه به این که به ازای تجزیه یک مول نیتروگلیسرین خالص (معادل ۲۲۷ گرم از آن) $5 \times 10^3 \text{ kJ}$ گرما آزاد می‌شود، می‌توان نوشت:

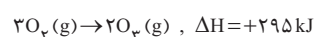
$$\left[\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \right] = \left[\frac{\text{kJ}}{x} \right] \Rightarrow x = \frac{5 \times 10^3 \times 358/4 \times 0/8}{227} = 6315/4 \text{ kJ}$$

و در ادامه می‌توان نوشت:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Rightarrow 6315/4 = m \times 4/2 \times 20 \Rightarrow m = \frac{6315/4}{4/2 \times 20} = 75/2 \text{ kg H}_2\text{O}$$

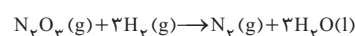
ابتدا گرمای ویژه اتانول را به دست می‌آوریم:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Rightarrow c = \frac{24/6 \times 10^3 \text{ J}}{50 \text{ g} \times (39 - 19)^\circ \text{C}} = 2/46 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$$



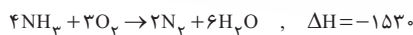
$$\left(\frac{m}{3 \times 32} \right)_{\text{O}_p} = \frac{Q}{\Delta H} = \frac{24/6}{295} \Rightarrow m_{\text{O}_p} = 8 \text{ g}$$

ابتدا معادله واکنش مورد نظر را موازنه می‌کنیم:





۱۲۵۴ معادله موازنه شده واکنش ها به صورت زیر است:



و در ادامه می توان نوشت:

$$\left(\frac{1g}{4 \times 17 \frac{g}{mol}}\right)_{NH_3} = \left(\frac{xkJ}{1530 \frac{kJ}{mol}}\right)_{\Delta H} \Rightarrow x = 22/5 kJ$$

$$\left(\frac{yg}{1 \times 76 \frac{g}{mol}}\right)_{CS_2} = \left(\frac{22/5 kJ}{1075 \frac{kJ}{mol}}\right)_{\Delta H} \Rightarrow y = 1/59 g CS_2$$

و برای قسمت دوم سؤال هم داریم:

$$\left(\frac{1mol}{4}\right)_{NH_3} \times \left(\frac{1mol}{4}\right)_{سوختن هر مول آمونیاک}$$

$$= \left(\frac{z mol}{2}\right)_{N_2} \Rightarrow z = 0/5 mol N_2$$

۱۲۵۵ با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:

$$\begin{cases} m = 1kg = 1000g, c = 4/2 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}, \Delta\theta = 1^\circ C \\ Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 1000 \times 4/2 \times 1 = 4200 J = 42 kJ \end{cases}$$

بنابراین برای آنکه دمای ۱kg آب به میزان ۱۰°C افزایش یابد، به ۴۲kJ انرژی گرمایی نیاز داریم. اکنون با استفاده از رابطه بین ΔH و استوکیومتری واکنش، حساب می کنیم چند گرم SO_3 باید در ۱kg آب حل شود تا این مقدار گرما (۴۲kJ) آزاد کند.

$$\left[\frac{Q}{|\Delta H|}\right] = \left[\frac{g SO_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}\right] \Rightarrow \frac{42 kJ}{|-132|} = \frac{x g SO_3}{80 \times 1} \Rightarrow x = 25/5 g SO_3$$

۱۲۵۶ ابتدا باید حساب کنیم برای افزایش دمای ۱۰۰g آب به میزان ۶۰°C به چند کیلوژول گرما نیاز است:

$$Q = m.c.\Delta\theta = 100 \times 4/2 \times 60 = 2520 J = 25/2 kJ$$

اکنون باید حساب کنیم که با حل کردن چند گرم کلسیم کلرید ۷۰٪ خالص در آب، ۲۵/۲kJ گرما آزاد می شود (با توجه به اطلاعات داده شده به ازای انحلال یک مول $CaCl_2$ ، ۸۳kJ گرما آزاد می شود).

$$\left[\frac{(g) \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] = \left[\frac{(Q) \text{ گرما}}{|\Delta H|}\right] \Rightarrow \frac{x \times \frac{70}{100}}{1 \times 111} = \frac{25/2}{|-83|}$$

$$\Rightarrow x = 48/14 = 48 g CaCl_2 \text{ ناخالص}$$

۱۲۵۷ ابتدا مقدار گرمای مصرف شده را حساب می کنیم:

$$Q = m.c.\Delta\theta = 200 \times 4/2 \times 1 = 840 J$$

و در پایان می توان نوشت:

$$\left[\frac{(KF) \text{ بازده انتقال گرما}}{(g) \text{ گرم}}\right] \times \left[\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{100}\right] = \left[\frac{(Q) \text{ گرما}}{|\Delta H|}\right] \Rightarrow \frac{x}{1 \times 58} \times \frac{70}{100} = \frac{84/4}{|-18|} \Rightarrow x = 38/67 = 38/7 g KF$$

۱۲۵۸ ابتدا با استفاده از فرمول $Q = m.c.\Delta\theta$ ، گرمای لازم را محاسبه می کنیم و سپس با استفاده از گرمای سوختن متان، جرم متان لازم را به دست می آوریم.

$$Q = 178 \times 0/13 \times (1065 - 25)$$

$$= 178 \times 0/13 \times 1040 J$$

اگر جرم گاز طبیعی مورد نیاز (که تمام آن را متان فرض کرده ایم)، x گرم فرض شود:

$$\left[\frac{\text{جرم متان}}{\text{جرم مولی متان} \times \text{ضریب}}\right] \times \left[\frac{\text{درصد بازده}}{100}\right] = \left[\frac{Q}{|\Delta H|}\right]$$

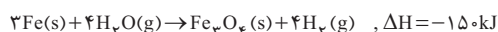
بازده درصدی

$$x \times \frac{65}{100} = \frac{178 \times 0/13 \times 1040}{890 \times 10^3} \Rightarrow x = 0/6656 g CH_4$$

ترفند محاسباتی: توجه داشته باشید عزیزان! ما Q را به همان شکل ضرب شده نوشتیم و حاصل آن را محاسبه نکردیم، تا در مرحله آخر بتوانیم اعداد را راحت تر ساده کنیم. اعدادی که با هم به فوبی و فوشی ساده می شوند را زیر و روی هم می نویسیم:

$$\text{جرم متان لازم} = \frac{178}{890} \times \frac{0/13}{65} \times 1040 \times 10^3 \times \frac{100}{1065 - 25} = \frac{1664}{2500} = 1664 \times \frac{4}{10000} = 0/6656 g CH_4$$

۱۲۵۹ با توجه به اطلاعات داده شده می توان نوشت:



$$mc\Delta\theta = 300 \times 4/2 \times 40 \Rightarrow Q = 5040 J = 50/4 kJ$$

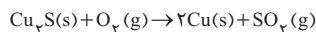
بدن دمای آب

$$?LH_2 = 50/4 kJ \times \frac{4 mol LH_2}{150 kJ} \times \frac{25 LH_2}{1 mol LH_2} = 33/6 LH_2$$

۱۲۶۰ ابتدا جرم گاز SO_3 را به دست می آوریم.

$$Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow m = \frac{Q}{c.\Delta\theta} = \frac{1/55 \times 1000}{0/62 \times 25} = 100 g SO_3$$

سپس با توجه به معادله واکنش می توان نوشت:



$$\left[\frac{(Cu_2S) \text{ گرم} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] = \left[\frac{(SO_2) \text{ گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right]$$

$$\frac{800 \times \frac{50}{100} \times \frac{R}{100}}{1 \times 160} = \frac{100}{1 \times 64} \Rightarrow R = 62/5 \text{ درصد}$$

۱۲۶۱ دوره پیش رو داریم. می توانیم جرم بوتان مورد نیاز را x فرض کنیم و سپس با تشکیل معادله ای، x را بیابیم. هم چنین می توانیم از ۳kg کلسیم کربنات، به طور معکوس پیش برویم و به جرم بوتان لازم برسیم. به نظر می رسد راه دوم بهتر است!

$$\text{مصرفی} = \frac{1 mol CaCO_3}{100 g CaCO_3} \times \frac{180 kJ}{1 mol CaCO_3} \times 3000 g CaCO_3 = 3000 g CaCO_3$$

$$\frac{100 kJ \text{ تولیدی}}{60 kJ \text{ مصرفی}} \times \frac{2 mol C_4H_{10}}{580 kJ \text{ تولیدی}}$$

$$\frac{58 g C_4H_{10}}{1 mol C_4H_{10}} = \frac{3000}{100} \times \frac{180}{60} \times \frac{200}{580} \times 58 = 30 \times 3 \times 2 = 180 g C_4H_{10}$$

راستی، دیدید که اعداد به چه خوبی ساده شدند!

روش تناسب:

$$\left[\frac{\text{جرم } CaCO_3}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}\right] = \left[\frac{Q}{|\Delta H|}\right]$$

$$\frac{3000}{1 \times 100} = \frac{Q}{180} \Rightarrow Q = 5400 kJ$$

$$\frac{\text{جرم بوتان لازم}}{\text{جرم مولی بوتان} \times \text{ضریب بوتان}} \times \frac{\text{بازده}}{100} = \frac{Q}{|\Delta H|}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{2 \times 58} \times \frac{60}{100} = \frac{5400}{580} \Rightarrow m = 180 g \text{ (جرم بوتان لازم)}$$



۱۲۶۷ ۲ ابتدا مقدار گرمایی را که ۹۰۰ گرم آب باید دریافت کند تا دمای آن به اندازه

$$2^{\circ}\text{C} \text{ بالاتر برود، حساب می‌کنیم:}$$

$$900\text{gH}_2\text{O} \times \frac{1\text{molH}_2\text{O}}{18\text{gH}_2\text{O}} = 50\text{molH}_2\text{O}$$

$$460\text{gC}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1\text{molC}_2\text{H}_5\text{OH}}{46\text{gC}_2\text{H}_5\text{OH}} = 10\text{molC}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$Q = n_{\text{H}_2\text{O}} \Delta\theta \Rightarrow Q = 50 \times 75 \times 2 = 7500\text{J}$$

اکنون حساب می‌کنیم اگر به جای آب، ۴۶۰ گرم اتانول (معادل ۱۰ مول) با دمای اولیه 2°C ، این مقدار گرما را دریافت کند، دمای آن چند درجه سلسیوس تغییر می‌کند:

$$Q = n \Delta\theta \Rightarrow 7500\text{J} = 10 \times 10 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 75^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i \Rightarrow 75^{\circ}\text{C} = \theta_f - 2^{\circ}\text{C} \Rightarrow \theta_f = 77^{\circ}\text{C}$$

بنابراین دمای پایانی گرماسنج به 77°C می‌رسد.

۱۲۶۸ ۲ همان‌طور که پیش‌تر گفتیم در مسائلی که ظرفیت گرمایی گرماسنج داده شده یا خواسته می‌شود، گرمای واکنش از رابطه: $Q = C \times \Delta\theta$ گرماسنج Q به دست می‌آید، ابتدا میزان گرمای واکنش سوختن را به دست می‌آوریم.

$$1/5\text{gC}_2\text{H}_5\text{O}_2 \times \frac{1\text{mol}}{60\text{gC}_2\text{H}_5\text{O}_2} \times \frac{170\text{KJ}}{1\text{mol}} = 21/75\text{KJ}$$

$$Q = 21/75\text{KJ} \Rightarrow \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{21/75}{1 \times 60} = \frac{Q}{-170} \Rightarrow Q = -31/75\text{KJ}$$

حالا گرماسنج C:

$$Q = C \Delta\theta \Rightarrow 31/75 = C \times 5/8 \Rightarrow C = 31/75 \times \frac{8}{5} = 3/75 \frac{\text{KJ}}{^{\circ}\text{C}}$$

۱۲۶۹ ۱ هر مول CaCl_2 ، ۸۳ کیلوژول گرما آزاد کرده و هر مول NH_4NO_3 ، ۲۶ کیلوژول گرما جذب می‌کند، بنابراین در نسبت مولی برابر از این دو ماده، گرما آزاد می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۲»: چون انحلال NH_4NO_3 گرماگیر است از آن به عنوان بسته سرمازا برای سرد کردن محل آسیب دیده بدن استفاده می‌کنند.

گزینه «۳»: با توجه به NH_4NO_3 می‌توان نوشت:

$$? \text{kJ} = 0/2 \text{molNH}_4\text{NO}_3 \times \frac{26\text{kJ}}{1\text{molNH}_4\text{NO}_3} = 5/2\text{kJ}$$

گزینه «۴»: انحلال CaCl_2 در آب گرماده است در حالی که انحلال بیشتر نمک‌ها گرماگیر می‌باشد.

۱۲۷۰ ۲ به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

«ا»: نادرست است. NH_3 یک مولکول چنداتمی است که دارای چند پیوند N-H می‌باشد. برای این‌گونه مولکول‌ها باید از واژه میانگین آنتالپی پیوند استفاده شود نه آنتالپی پیوند. بنابراین آنتالپی واکنش: $\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$ برابر با آنتالپی پیوند (N-H) نمی‌باشد.

«ب»: درست است.

«پ»: درست است. هر چه مولکول‌های مواد شرکت‌کننده در واکنش ساده‌تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده‌های تجربی هم‌خوانی بیشتری دارد. به عبارت دیگر به کار بردن میانگین آنتالپی پیوندها برای تعیین ΔH واکنش‌های گازی با مولکول‌های پیچیده تر اغلب در مقایسه با داده‌های تجربی، تفاوتی آشکار نشان می‌دهد.

«ت»: نادرست است. برای مولکول‌های دو اتمی (مانند H_2 ، O_2 ، HCl و...) از واژه آنتالپی پیوند استفاده می‌شود. زیرا فقط همین یک نوع پیوند وجود دارد. اما برای مولکول‌های چنداتمی (مانند H_2O ، CH_4 ، NH_3 و...) از میانگین آنتالپی پیوند استفاده می‌شود (دو یا تعداد بیشتری از آن‌ها می‌توانند در یک مولکول وجود داشته باشند و یا همین نوع پیوند در مولکول‌های مختلف وجود دارد).

۱۲۶۲ ۳ عبارت «ت» نادرست است. از گرماسنج لیوانی نمی‌توان برای تعیین گرمای سوختن یک ماده (CH_4) استفاده نمود. برای این منظور از گرماسنج بمبی استفاده می‌شود.

۱۲۶۳ ۴ ابتدا باید حساب کنیم برای رسیدن دمای مواد از 20°C به 50°C چه مقدار گرما لازم است:

$$Q = m.c.\Delta\theta \Rightarrow Q_{\text{آب}} = 200 \times 4/2 \times (50 - 20) = 1200\text{J} = 12/2\text{kJ}$$

$$Q_{\text{NaOH}} = 24 \times 1/5 \times (50 - 20) = 108\text{J} = 10/8\text{kJ}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{NaOH}} = 12/2 + 10/8 = 22/8\text{kJ}$$

این مقدار گرما بر اثر انحلال ۲۴ گرم سدیم هیدروکسید به دست آمده است، پس مقدار آنتالپی انحلال NaOH یعنی انحلال ۱ مول NaOH (۴۰ گرم از آن) برابر است با:

$$22/8\text{kJ} \times \frac{40\text{gNaOH}}{24\text{gNaOH}} = 37/3\text{kJ.mol}^{-1}$$

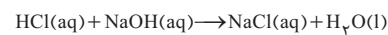
$$\Delta H_{\text{انحلال NaOH}} = -37/3\text{kJ.mol}^{-1}$$

۱۲۶۴ ۳ ابتدا باید گرمای آزاد شده توسط واکنش را تعیین نماییم. بدین منظور لازم است جرم محلول‌ها را داشته باشیم. حجم محلول‌ها ۷۵mL (۲۵ + ۵۰ = ۷۵mL) بوده و

چون چگالی محلول‌ها برابر 1g.mL^{-1} است، مجموع جرم محلول‌ها برابر ۷۵ گرم خواهد بود.

$$Q = m.c.\Delta\theta = 75 \times 4/2 \times (27 - 25) = 63\text{J} = 0/63\text{kJ}$$

حال به کمک معادله واکنش، ΔH واکنش مورد نظر را می‌توان به دست آورد. برای این منظور هم از اطلاعات مربوط به محلول HCl و هم از اطلاعات مربوط به محلول NaOH می‌توان استفاده نمود. پس اگر از اطلاعات مربوط به HCl استفاده کنیم، داریم:



(HCl)

$$\left[\frac{C_M \times \text{mL محلول}}{\text{جرم مولی} \times 1000} \right] = \left[\frac{Q}{\Delta H} \right] \Rightarrow \frac{0/5 \times 25}{1 \times 1000} = \frac{0/63}{\Delta H}$$

$$\Rightarrow |\Delta H| = \frac{0/63 \times 1000}{0/5 \times 25} = 50/4 \Rightarrow \Delta H = -50/4\text{kJ}$$

۱۲۶۵ ۱ با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:

$$Q = mc\Delta\theta = (100 + 150) \times 4/2 \times (27 - 25) = 210\text{kJ}$$

$$? \text{mol A} = 150\text{mL A} \times \frac{0/4\text{mol A}}{1000\text{mL A}} = 0/6\text{mol A}$$

$$? \text{mol X}_2 = 100\text{mL X}_2 \times \frac{0/5\text{mol X}_2}{1000\text{mL X}_2} = 0/5\text{mol X}_2$$

$$\left[\frac{0/5\text{mol X}_2}{1\text{mol X}_2} \sim \frac{2/1\text{kJ}}{X} \right] \Rightarrow X = \Delta H = -42\text{kJ}$$

۱۲۶۶ ۳ با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

$$Q = (m_{\text{آب}}.C_{\text{آب}} + C_{\text{گرماسنج}}) \times \Delta\theta$$

$$Q = ((350 \times 4/2) + (800)) \times (33 - 25) = 15500 \times 8 = 124000\text{J} = 124\text{kJ}$$

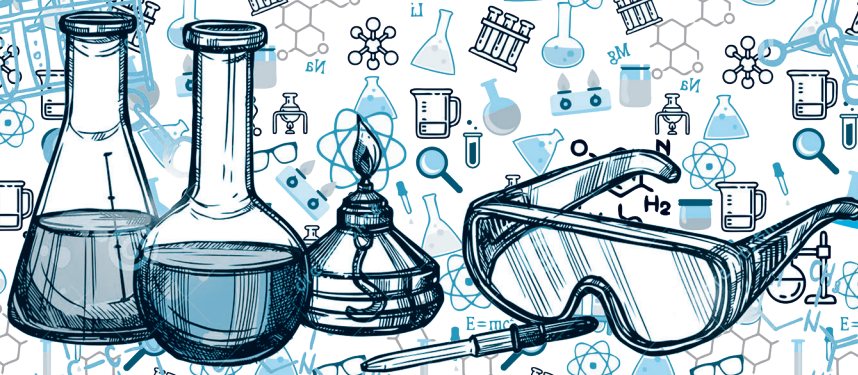
برای محاسبه ΔH انحلال به صورت زیر عمل می‌کنیم:

(NaOH)

$$\left[\frac{\text{درصد خلوص}}{\text{جرم مولی} \times \text{جرم نمونه ناخالص}} \right] = \left[\frac{Q}{\Delta H} \right]$$

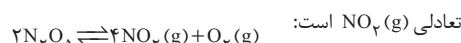
$$100 \times \frac{10}{100} = \frac{124}{|\Delta H|} \Rightarrow |\Delta H| = 62 \Rightarrow \Delta H = -62\text{kJ}$$

پاسخ نامه شیمی دوازدهم





۲۸۴۷ با توجه به ضرایب استوکیومتری، مقدار مول تعادلی $O_2(g)$ مقدار مول



مقدار مول تعادلی: $0/6$ $0/3$ $0/3 \times \frac{1}{4} = 0/075$

و در ادامه می توان نوشت:

$$K = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_5]^2} = \frac{(\frac{0/3}{3})^4 \times (\frac{0/075}{3})}{(\frac{0/6}{3})^2} = \frac{10^{-4} \times 25 \times 10^{-3}}{2^2 \times 10^{-2}} = 6/25 \times 10^{-5} \text{ mol}^2 \cdot L^{-3}$$

با توجه به داده های مسئله جدول زیر را تنظیم می نماییم:



مقدار مول اولیه (n_i)	۲/۴۸	۱/۶۸	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+2x
مقدار مول تعادلی (n_f)	۲/۴۸-x	۱/۶۸-x	2x

مقدار مول $NO(g)$ در حالت تعادل $2x = 0/08 \text{ mol} \Rightarrow x = 0/04 \text{ mol}$

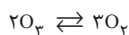
قبل از ادامه محاسبات به نکته زیر توجه نمایید.

نکته در تعادل هایی که مجموع تعداد مول های گازی (g) محلول (aq) در دو طرف معادله واکنش، برابر است برای محاسبه مقدار ثابت تعادل می توان در رابطه K، به جای غلظت های تعادلی، مقدار مول های تعادلی را قرار داد. زیرا حجم ظرف از صورت و مخرج عبارت K ساده می شود.

از آن جا که تعداد مول های گازی در دو طرف معادله واکنش برابر است، برای محاسبه ثابت تعادل می توان مقدار مول های تعادلی را در رابطه K قرار داد و نیازی به محاسبه غلظت های تعادلی نیست:

$$K = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} = \frac{(2x)^2}{(2/48-x)(1/68-x)} = \frac{(0/08)^2}{(2/48-0/04)(1/68-0/04)} = \frac{(0/08)^2}{2/44 \times 1/64} = \frac{8 \times 8 \times 10^{-4}}{244 \times 164 \times 10^{-4}} = \frac{4}{60 \times 40} = \frac{1}{1500} \rightarrow \text{نزدیک ترین گزینه}$$

با توجه به داده های مسئله می توان نوشت:



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

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

تا اینجا گزینه های «۳» و «۴» رد می شوند.

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

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

ابتدا به نکته زیر توجه نمایید:

نکته در واکنش های تعادلی، بازده درصدی واکنش یا درصد پیشرفت واکنش از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\frac{\text{مقدار مصرف شده یکی از واکنش دهنده ها}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \text{بازده درصدی واکنش (\%R)}$$

۲۸۴۳ عبارت های درست و نادرست به قرار زیر هستند. (قبل از هر چیز بهتر است

نگاهی به صفحه ۱۰۸ کتاب درسی ببندازید!)

«آ»: نادرست است. E نشان دهنده گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش نداده است.

«ب»: نادرست است. D سردکننده است.

«پ»: درست است. این دمایی است که گاز آمونیاک در آن به حالت مایع است.

«ت»: درست است. B کاتالیزگر (آهن) است.

«ث»: درست است. A همان واکنش گاه است که دما در آن به 45°C می رسد (دمای بهینه واکنش).

«ج»: نادرست است. F مخزن جمع آوری آمونیاک مایع است و دما در آن حدود 4°C است.

موارد درست و نادرست عبارتند از:

«آ»: نادرست است. کاتالیزگر هم سرعت واکنش رفت را افزایش می دهد و هم سرعت واکنش برگشت را، به یک میزان و به یک نسبت.

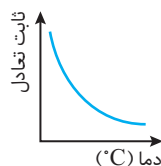
«ب»: درست است.

«پ»: نادرست است. در فرایند هابر با افزایش فشار تا 20 atm اثر نامطلوب دما (کاهش درصد مولی NH_3) تا حد ممکن (نه به طور کامل!) برطرف می شود.

«ت»: درست است.

«ث»: درست است. فرایند هابر گرماده است، لذا با افزایش

دما مقدار K در آن کاهش می یابد پس رابطه ثابت تعادل با دما به صورت زیر است:



موارد درست و نادرست عبارتند از:

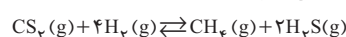
عبارت اول: درست است. هرگاه در دما و حجم ثابت به سامانه تعادلی: $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) + 2Cl_2(g)$ مقدار O_2 افزوده شود، تعادل در جهت مصرف آن یعنی در جهت رفت جابه جا می شود. البته اثر تحمیل شده (افزودن مقداری O_2) به طور کامل از بین نمی رود به طوری که در تعادل جدید غلظت O_2 بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود.

عبارت دوم: نادرست است. چون تعادل $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + q$ گرماده است، افزایش دما سبب جابه جایی آن در جهت برگشت می شود.

عبارت سوم: درست است. در فرایندها $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + q$ دما اگرچه سرعت واکنش را افزایش می دهد، اما به دلیل جابه جا شدن تعادل در جهت برگشت، مقدار فراورده کاهش می یابد. از این رو هابر با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین تر با سرعت مناسب انجام دهد.

عبارت چهارم: درست است. در تعادل های گرماده، افزایش دما سبب جابه جایی تعادل در جهت برگشت می شود بدین ترتیب غلظت فراورده های گازی و محلول با دما رابطه عکس دارند. عبارت پنجم: درست است. نقطه جوش آمونیاک 33°C است، پس کاهش دما تا 5°C سبب مایع شدن آن می شود که به راحتی از مخلوط تعادلی جدا می شود، در حالی دو گاز دیگر (H_2, N_2) که دمای جوش بسیار پایین تری دارند به صورت گاز هستند.

ابتدا معادله واکنش را موازنه می کنیم:



و سپس غلظت های تعادلی مواد شرکت کننده در تعادل را در رابطه K قرار می دهیم:

$$K = \frac{[CH_4][H_2S]^2}{[CS_2][H_2]^4} = \frac{(\frac{0/5}{5}) \times (\frac{1}{5})^2}{(\frac{0/1}{5}) \times (\frac{0/1}{5})^4} = 1/25 \times 10^6 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$$



غلظت‌های تعادلی مواد هم برابر است با:

$$[A] = \frac{1-2x}{V(L)} = \frac{1-0/8}{0/5} = 0/4, [D] = \frac{0/4-0/4}{V(L)} = \frac{0/4-0/4}{0/5} = 0/02$$

$$[E] = \frac{2x}{V(L)} = \frac{0/8}{0/5} = 1/6$$

$$K = \frac{[E]^2}{[A]^2 \times [D]} = \frac{(1/6)^2}{(0/4)^2 \times (0/02)} = \frac{256 \times 10^{-2}}{32 \times 10^{-4}} = 800$$

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

	$2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g) + D(s)$			
مول اولیه	۱	۰	۰	۰
تغییر مول	-2x	+2x	+x	+x
مول تعادلی	1-2x	2x	x	x

$$\Rightarrow 2x = \frac{2}{100} \times 1 \Rightarrow x = 0/1$$

$$K = \frac{[B]^2[C]}{[A]^2} \Rightarrow K = \frac{(0/2)^2(0/1)}{(0/8)^2} = 6/25 \times 10^{-3}$$

مقادیر مولی بر حجم ۱ لیتر تقسیم می‌شوند تا غلظت به دست آید.

	$2SO_2$	+	O_2	$\rightleftharpoons$	$2SO_3$
غلظت‌های اولیه	0/6		0/6		۰
تغییرات غلظت	-2x		-x		+2x
غلظت‌های تعادلی	0/6-2x		0/6-x		2x
غلظت‌های تعادلی	$(0/6-2x-2y) \quad (0/6-x-y) \quad (2x-0/2+2y)$				
پس از خارج کردن ۲ مول SO_3	↓ با خارج کردن ۲ مول SO_3 تعادل در جهت جابه‌جا می‌شود				

$$2x - 0/2 + 2y = 0/2 \Rightarrow x + y = 0/2$$

$$[SO_2] = 0/6 - 2x - 2y = 0/6 - 2(x+y) = 0/6 - 0/4 = 0/2$$

$$[O_2] = 0/6 - x - y = 0/6 - (x+y) = 0/6 - 0/2 = 0/4$$

$$K = \frac{(0/2)^2}{(0/2)^2(0/4)} = 2/5$$

ابتدا مقدار گرم‌ها را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم:

$$H_2(g) \text{ مقدار اولیه } = 1/4 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 0/5 \text{ mol } H_2$$

$$Br_2(g) \text{ مقدار اولیه } = 8 \text{ g } Br_2 \times \frac{1 \text{ mol } Br_2}{16 \text{ g } Br_2} = 0/5 \text{ mol } Br_2$$

$$H_2(g) \text{ مقدار تعادلی } = 0/6 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 0/3 \text{ mol } H_2$$

اکنون می‌توان جدول زیر را تنظیم کرد:

	$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$		
مقدار مول اولیه (n_i)	0/7	0/5	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+2x
مقدار مول تعادلی (n_p)	0/7-x	0/5-x	2x

$$H_2(g) \text{ مقدار مول تعادلی } = 0/7 - x = 0/3 \Rightarrow x = 0/4 \text{ mol}$$

چون مجموع توان صورت و مخرج در رابطه K یکسان است، لازم نیست مقادیر مول‌ها را بر حجم تقسیم کنیم، پس:

$$K = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(2x)^2}{(0/7-x)(0/5-x)} = \frac{(2 \times 0/4)^2}{(0/7-0/4)(0/5-0/4)} = \frac{(0/8)^2}{0/3 \times 0/1} \Rightarrow K = 2/3$$

از آن‌جا که حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول مواد شرکت‌کننده در تعادل برابر با غلظت مولی آن‌ها می‌باشد.

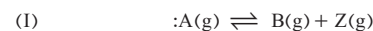
	$A(g) + D(g) \rightleftharpoons 2E(g) + G(g)$			
غلظت اولیه (M_i)	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت (ΔM)	-x	-x	+2x	+x
غلظت تعادلی (M_p)	1-x	1-x	2x	x

با توجه به این که بازده واکنش ۶۰ درصد است می‌توان دریافت که به هنگام تعادل ۶۰ درصد هر یک از واکنش‌دهنده‌ها مصرف شده است، یعنی:

$$\text{مقدار مصرف شده } D \text{ یا } A \times 100 = 60 \Rightarrow x = 0/6 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:

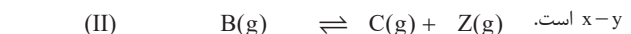


$$\text{در حالت تعادل} \quad 1-x \quad (x-y) \quad (x+y) \Rightarrow x = \frac{6}{100} \times 1 = 0/6$$

$$\text{بازده ۶۰ درصد است} \quad 1-0/6 \quad 0/6 \quad 0/6+0/12$$

$$K_I = \frac{[B][Z]}{[A]} = \frac{0/48 \times (0/6+0/12)}{0/4} = \frac{0/48 \times 0/18}{0/4}$$

توجه داشته باشید که در مخلوط تعادلی، غلظت $Z(g)$ برابر $x+y$ و غلظت $B(g)$ برابر



$$\text{در حالت تعادل} \quad x-y \quad y \quad y+x$$

$$\text{بازده ۲۰ درصد است} \quad (0/6-0/12) \quad 0/12 \quad 0/12$$

$$y = \frac{20}{100} \times 0/6 = 0/12$$

$$K_{II} = \frac{[C][Z]}{[B]} = \frac{0/12 \times 0/12}{0/48}$$

$$\frac{K_I}{K_{II}} = \frac{0/48 \times 0/18}{0/4} = \frac{0/48 \times 4}{0/4} = 4/8$$

بنابراین:

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:

	$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$		
مول اولیه	۳	۴	۰
تغییر مول	-x	-3x	+2x
مول در لحظه تعادل	3-x	4-3x	2x

$$\text{طبق فرض سوال} \quad 3-x=2 \Rightarrow x=1$$

بنابراین غلظت گونه‌ها در ظرف ۵ لیتری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$[N_2] = \frac{3-x}{5} = \frac{3-1}{5} = 0/4, [H_2] = \frac{4-3x}{5} = \frac{4-3}{5} = 0/2$$

$$[NH_3] = \frac{2x}{5} = \frac{2}{5} = 0/4$$

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0/4)^2}{0/4 \times (0/2)^3} = \frac{16 \times 10^{-2}}{32 \times 10^{-4}} = 50$$

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:

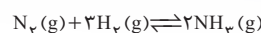
	$2A + D \rightleftharpoons 2E$		
مول اولیه	۱	0/41	۰
تغییر مول	-2x	-x	+2x
مول در لحظه تعادل	1-2x	0/41-x	2x

$$\text{طبق فرض سوال} \quad 1-2x=0/2 \Rightarrow x=0/4$$



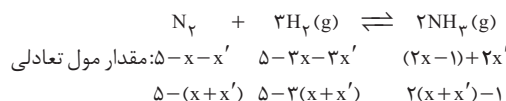
۲۸۵۷

در تعادل تشکیل شده، مقدار مول تعادلی مواد شرکت کننده در واکنش به صورت زیر است:



با خارج کردن ۱ مول $NH_3(g)$ از تعادل فوق، طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت رفت

جابه‌جایی شود تا با تولید $NH_3(g)$ ، تغییر تحمیل شده را جبران نماید. در تعادل جدید، مقدار مول تعادلی گونه‌ها به صورت زیر است:



و از آن جا که غلظت آمونیاک در تعادل جدید برابر 0.1 مول بر لیتر است، می‌توان نوشت:

$$[NH_3] = \frac{2(x + x') - 1}{1} = 0.1 \Rightarrow (x + x') = 1 \text{ mol}$$

پس مقدار مول تعادلی $N_2(g)$ و $H_2(g)$ هم برابر خواهد بود با:

$$N_2 \text{ مقدار مول تعادلی } = \Delta - (x + x') = \Delta - 1 = 4 \text{ mol}$$

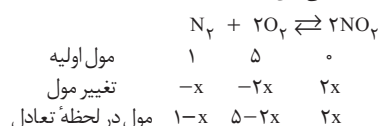
$$H_2 \text{ مقدار مول تعادلی } = \Delta - 3(x + x') = \Delta - 3 = 2 \text{ mol}$$

و در پایان هم می‌توان نوشت:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{1}{1}\right)^2}{\left(\frac{4}{1}\right) \times \left(\frac{2}{1}\right)^3} = 3.125 \text{ mol}^{-2} \cdot L^2$$

۲۸۵۸

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:



تا رسیدن به لحظه تعادل به اندازه 50% از گاز نیتروژن $(\frac{5}{100} = 0.5)$ مصرف می‌شود:

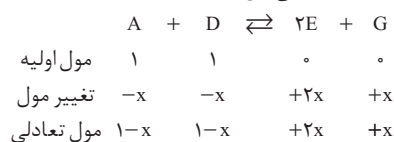
$$N_2 \text{ بنابرین: } x = 0.5$$

$$\begin{cases} \text{mol } N_2 = 0.5 \Rightarrow [N_2] = \frac{0.5 \text{ mol}}{1L} = 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1} \\ \text{mol } O_2 = 5 - 2x = 5 - 1 = 4 \Rightarrow [O_2] = \frac{4 \text{ mol}}{1L} = 4 \text{ mol} \cdot L^{-1} \\ \text{mol } NO_2 = 2x = 1 \Rightarrow [NO_2] = \frac{1 \text{ mol}}{1L} = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \end{cases}$$

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = \frac{(1)^2}{(0.5)(4)^2} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۲۸۵۹

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:



از آن جا که بازده واکنش 60% درصد است، یعنی 60% مواد واکنش دهنده مصرف شده، پس $x = 0.6$ به عبارتی.

$$[D]_{\text{تعادلی}} = [A]_{\text{تعادلی}} = 1 - 0.6 = 0.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

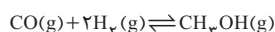
$$[E]_{\text{تعادلی}} = 2x = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[G]_{\text{تعادلی}} = 0.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$K = \frac{[E]^2[G]}{[A][D]} = \frac{(1.2)^2 \times (0.6)}{(0.4) \times (0.4)} = 5.625 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

۲۸۶۰

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:



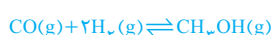
مقدار مول H_2 مصرف شده:

$$96 \text{ g } CH_3OH \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{32 \text{ g } CH_3OH} \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } CH_3OH} = 6 \text{ mol } H_2$$

$$\begin{cases} R(H_2) = \frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{100} \text{ mol}}{1.8 \times 10^{-3} \text{ s}} = \frac{1}{1.8 \times 10^{-3}} = 6.67 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1} \\ \Delta t = 0.5 \text{ h} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1800 \text{ s} \end{cases}$$

و در مورد قسمت دوم سوال، داریم:

$$H_2 \text{ مقدار مول اولیه } = 16 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} = 8 \text{ mol } H_2$$



مقدار مول اولیه (n_i)	Δ	2Δ	0
تغییر مقدار مول (Δn)	$-x$	$-2x$	$+x$
مقدار مول تعادلی (n_f)	$\Delta - x$	$2\Delta - 2x$	x

$$H_2 \text{ مول مصرفی } = 2x = 6 \Rightarrow x = 3 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} = \frac{\left(\frac{x}{\Delta}\right)}{\left(\frac{\Delta-x}{\Delta}\right) \left(\frac{2\Delta-2x}{\Delta}\right)^2} = \frac{\left(\frac{3}{\Delta}\right)}{\left(\frac{\Delta-3}{\Delta}\right) \left(\frac{2\Delta-6}{\Delta}\right)^2} = \frac{3}{\Delta} \times \left(\frac{\Delta}{\Delta-3}\right)^2 \times \left(\frac{\Delta}{2\Delta-6}\right)^2$$

$$= \frac{3 \times 25}{2 \times 4} = 9.375 \text{ mol}^{-2} \cdot L^2$$

ابتدا مقدار گرم‌ها را به مقدار مول تبدیل می‌کنیم:

$$\Delta \text{ kg } SnO_2 \times \frac{100 \text{ g } SnO_2}{1 \text{ kg } SnO_2} \times \frac{1 \text{ mol } SnO_2}{152 \text{ g } SnO_2} = 32.9 \text{ mol } SnO_2$$

$$\Delta / 6 \text{ kg } CO \times \frac{100 \text{ g } CO}{1 \text{ kg } CO} \times \frac{1 \text{ mol } CO}{28 \text{ g } CO} = 200 \text{ mol } CO$$

و در ادامه می‌توان نوشت:



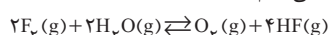
مقدار مول اولیه (n_i)	32.9	200	0	0
تغییر مقدار مول (Δx)	$-x$	$-2x$	$+x$	$+2x$
مقدار مول تعادلی (n_f)	$32.9 - x$	$200 - 2x$	x	$2x$

$$Sn \text{ مقدار مول تعادلی } = x = 2 / 4 \text{ kg } Sn \times \frac{100 \text{ g } Sn}{1 \text{ kg } Sn} \times \frac{1 \text{ mol } Sn}{119 \text{ g } Sn} = 20 \text{ mol } Sn$$

با توجه به اینکه مجموع توان غلظت مواد در صورت و مخرج کسر K یکسان است، برای محاسبه غلظت نیازی به تقسیم مقدار مول مواد بر حجم نیست، پس:

$$K = \frac{[CO_2]^2}{[CO][H_2]^2} = \frac{(2x)^2}{(200-2x)(32.9-x)^2} = \frac{400}{1600} = \frac{400}{1600} = 0.25$$

ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم:



و در ادامه غلظت‌های تعادلی را در رابطه تعادل قرار می‌دهیم:

$$K = \frac{[O_2][HF]^4}{[F_2]^2[H_2O]^2} = \frac{\left(\frac{0.5}{2}\right) \times \left(\frac{0.2}{2}\right)^4}{\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{25 \times 10^{-3} \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-2}} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$



و در پایان می‌توان نوشت:

$$K = \frac{[N_2][CO_2]^2}{[NO]^2[CO]^2} = \frac{\left(\frac{x}{2}\right) \times \left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\left(\frac{6-2x}{2}\right)^2 \times \left(\frac{4-2x}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{1}{5}\right)^2}{\left(\frac{6-2(1/5)}{2}\right)^2 \times \left(\frac{4-2(1/5)}{2}\right)^2} = \frac{\left(\frac{1}{5}\right) \times \left(\frac{1}{5}\right)^2}{\left(\frac{11}{5}\right)^2 \times \left(\frac{9}{5}\right)^2} = 3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

واکنش انجام شده به صورت زیر است:



با توجه به اطلاعات داده شده، جدول زیر را تنظیم می‌کنیم:



مقدار مول اولیه (n_i)	۲	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-۲x	+۴x	+x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۲-۲x	۴x	x

در حالت تعادل: $x = 0.5 \text{ mol}$

$$K = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_5]^2} = \frac{\left(\frac{4x}{2}\right)^4 \times \left(\frac{x}{2}\right)}{\left(\frac{2-2x}{2}\right)^2} = \frac{\left(\frac{4 \times 0.5}{2}\right)^4 \times \left(\frac{0.5}{2}\right)}{\left(\frac{2-2(0.5)}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{1 \times 0.125}{(0.5)^2} = 0.5 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

و برای قسمت دوم سؤال می‌توان نوشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} R(\text{واکنش}) = R(O_2) = \frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \\ \Delta t = 60 \text{ s} = 1 \text{ min} \end{array} \right.$$

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:



مقدار مول اولیه (n_i)	۳	۲	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۳-x	۲-x	x	x

با توجه به این که در حالت تعادل، ۱۰ درصد از گاز NO_2 باقی مانده است، می‌توان نوشت:

$$NO_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = NO_2 \text{ مقدار باقی مانده} = 2-x = \frac{10}{100} \times 2 \Rightarrow x = 1.8 \text{ mol}$$

از آن جا که تعداد مول‌های گازی در دو سوی معادله واکنش یکسان است، لازم نیست مقادیر مول‌ها را بر حجم تقسیم کنیم، پس:

$$K = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{x^2}{(3-x)(2-x)} = \frac{(1.8)^2}{(3-1.8)(2-1.8)} = \frac{1.8^2}{1.2 \times 0.2} = 13.5$$

درصد مولی SO_2 و NO یکسان است اما چون جرم مولی SO_2 بیش‌تر از NO است به راحتی و بدون محاسبه می‌توان دریافت که در مخلوط تعادلی مورد نظر، درصد جرمی SO_2 بیش‌تر از NO است.

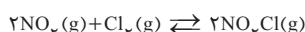
$$NO \text{ جرم مولی} = 14 + 16 = 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$SO_2 \text{ جرم مولی} = 32 + 2(16) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ابتدا مقدار مول اولیه NO_2 و Cl_2 را به دست می‌آوریم:

$$n_{(NO_2)} = \frac{18/4}{46} = 0.978 \text{ mol} \rightarrow 50 \text{ درصد یعنی } 0.5 \text{ mol آن مصرف می‌شود.}$$

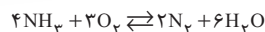
$$n_{(Cl_2)} = \frac{21/3}{71} = 0.3 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{l} \text{مول اولیه:} \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0 \\ \text{تغییر مول:} \quad -0.2 \quad -0.1 \quad +0.2 \\ \text{مول نهایی:} \quad 0.2 \quad 0.2 \quad 0.2 \end{array} \Rightarrow 2 \frac{\text{mol نهایی } NO_2}{\text{mol نهایی } Cl_2} = \frac{0.2}{0.2} = 1$$

$$K = \frac{[NO_2Cl]^2}{[NO_2]^2 [Cl_2]} = \frac{\left(\frac{0.2}{4}\right)^2}{\left(\frac{0.2}{4}\right)^2 \left(\frac{0.2}{4}\right)}$$

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:



غلظت اولیه	۱	۱	۰	۰
تغییر غلظت	-۴x	-۳x	+۲x	+۶x
غلظت تعادلی	۱-۴x	۱-۳x	۲x	۶x

$$[N_2] \text{ تعادلی} = 2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[NH_3] \text{ تعادلی} = 1-4x = 1-4 \times 0.1 = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[O_2] \text{ تعادلی} = 1-3x = 1-3 \times 0.1 = 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[H_2O] \text{ تعادلی} = 6x = 6 \times 0.1 = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

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

$$K = \frac{[N_2]^2 [H_2O]^6}{[O_2]^3 [NH_3]^4} = \frac{(0.2)^2 (0.6)^6}{(0.7)^3 (0.6)^4} = 0.42 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

با توجه به این که گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳/۷۵، ۱ وارد واکنش می‌شوند، می‌توان نوشت:



مقدار مول اولیه (n_i)	۱	۳/۷۵	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-۳x	+۲x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۱-x	۳/۷۵-۳x	۲x

و با توجه به این که ۲۵ درصد $N_2(g)$ به فراورده تبدیل می‌شود، داریم:

$$x = \frac{25}{100} \times 1 = 0.25 \text{ mol}$$

و از آن جا که حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول مواد برابر با غلظت آن‌هاست، پس:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(2x)^2}{(1-x)(3/75-3x)^3}$$

$$= \frac{(2 \times 0.25)^2}{(1-0.25)(3/75-3(0.25))^3} = \frac{(0.5)^2}{(0.75 \times (3)^3)} = 1/23 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-2}$$

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:



مقدار مول اولیه (n_i)	۱	۱	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۱-x	۱-x	x	x

$$CO(g) \text{ مقدار مول تعادلی} = 1-x = 0.5 \Rightarrow x = 0.5 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{x}{1-x} = \frac{0.5}{1-0.5} = \frac{0.5}{0.5} = 1$$

و در ادامه داریم: $56 \text{ g Fe} \times \frac{0.5 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 28 \text{ g Fe}$ مقدار Fe در حالت تعادل

واکنش انجام شده به صورت زیر است:



مقدار مول اولیه (n_i)	۶	۴	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δx)	-۲x	-۲x	+x	+۲x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۶-۲x	۴-۲x	x	۲x

با توجه به اینکه در لحظه تعادل ۴۲ گرم N_2 وجود دارد، می‌توان نوشت:

$$N_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = x = \frac{42}{28} = 1.5 \text{ mol}$$

و در ادامه:

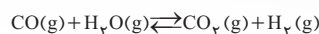
مجموع شمار مول‌های گاز در ظرف واکنش در حالت تعادل:

$$(6-2x) + (4-2x) + x + 2x = 10 - x = 10 - 1.5 = 8.5 \text{ mol}$$



۲۸۷۰

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:

غلظت اولیه: $n \quad n \quad 0 \quad 0$ (بازده = ۸۰٪) $\rightleftharpoons 0/\lambda n \quad 0/\lambda n \quad +0/\lambda n \quad +0/\lambda n$ تغییر غلظتغلظت نهایی: $0/\lambda n \quad 0/\lambda n \quad 0/\lambda n \quad 0/\lambda n$

$$K = \frac{0/\lambda n \times 0/\lambda n}{0/\lambda n \times 0/\lambda n} = 16$$

اولیه $\text{mol CO} \Rightarrow n = 0/\lambda \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow n = 0/\lambda \text{ mol.L}^{-1}$ تعادلی $[\text{CO}_2]$

$$= 0/\lambda \text{ mol.L}^{-1} \times 4\text{L} = 2 \text{ mol}$$

حجم ظرف

۲۸۷۱

پاسخ پرسش‌های مطرح شده به صورت زیر است:

«آ»: برای محاسبه درصد پیشرفت واکنش با توجه به نمودار می‌توان نوشت:



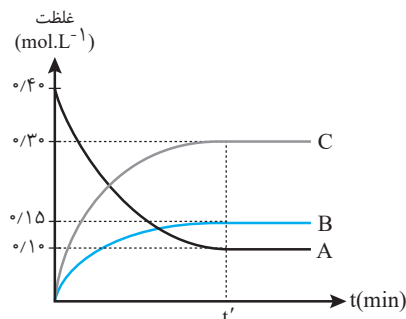
غلظت اولیه (M_1)	۰	۰	۰/۴
تغییر غلظت (ΔM)	+۲x	+x	-۲x
غلظت تعادلی (M_2)	۲x	x	0/۴-۲x

$$[\text{B}] \text{ تعادلی} = x = 0/\lambda \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{درصد پیشرفت (R\%)} = \frac{\text{مقدار مصرف شده A}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \frac{2x}{0/4} \times 100$$

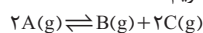
$$= \frac{2 \times 0/15}{0/4} \times 100 = 75\%$$

«ب»: برای محاسبه زمان رسیدن به تعادل می‌توان نوشت:



$$\bar{R} \text{ واکنش} = \bar{R}(\text{B}) = 6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{B}) = \frac{\Delta M}{\Delta t} \Rightarrow 6 \times 10^{-3} = \frac{0/15 - 0}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{0/15}{6 \times 10^{-3}} = 25 \text{ min}$$

بنابراین واکنش پس از ۲۵ دقیقه به تعادل می‌رسد. ($t' = 25 \text{ min}$)«پ»: با توجه به این که ۶۰ درصد A(g) تجزیه شده باشد، داریم:

۰/۴-۲x x ۲x

$$\text{A(g)} \text{ درصد تجزیه} = \frac{2x}{0/4} \times 100 = 60 \Rightarrow x = \frac{24}{200} = 0/12 \text{ mol.L}^{-1}$$

بنابراین غلظت مواد موجود در واکنش، پس از تجزیه ۶۰ درصد از A(g) عبارت است از:

$$[\text{A}] = 0/4 - 2x = 0/4 - 2(0/12) = 0/16 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{B}] = x = 0/12 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{C}] = 2x = 2 \times 0/12 = 0/24 \text{ mol.L}^{-1}$$

بنابراین:

$$\frac{[\text{B}][\text{C}]^2}{[\text{A}]^2} = \frac{(0/12) \times (0/24)^2}{(0/16)^2} = 12 \times 10^{-2} \times \left(\frac{24}{16}\right)^2 = 12 \times 10^{-2} \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 = 0/27$$

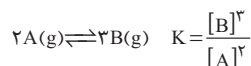
اما مقدار K را هنوز به دست نیاورده‌ایم. با توجه به نمودار داده شده، غلظت تعادلی A(g) و B(g) و C(g) به ترتیب برابر $0/1$ ، $0/15$ و $0/3$ مول بر لیتر است، پس:

$$K = \frac{[\text{B}][\text{C}]^2}{[\text{A}]^2} = \frac{(0/15) \times (0/3)^2}{(0/1)^2} = 0/15 \times 3^2 = 1/35$$

$$\Rightarrow \frac{1/35}{0/27} = 5$$

و در پایان داریم:

۲۸۷۲

ابتدا باید معادله واکنش را تعیین نماییم. با مقایسه دو شکل از شکل‌های داده شده، مثلاً شکل‌های مربوط به ($t=0$) و (t چند لحظه بعد $t=$) می‌توان مشاهده نمود که به ازای مصرف ۴ ذره A(g) ، ۶ ذره B(g) تولید شده است. پس ضریب استوکیومتری A(g) و B(g) به ترتیب برابر ۲ و ۳ است. یعنی تعادل مورد نظر به صورت زیر می‌باشد:برای محاسبه مقدار K باید غلظت‌های تعادلی را در رابطه ثابت تعادل قرار دهیم. از آن جا که هر گلوله معادل $0/1$ مول فرض شده است درمی‌یابیم که در حالت تعادل ۱ مول A(g) (۱۰ گلوله $0/1 \times 0/9$ مول) و B(g) (۹ گلوله $0/1 \times 0/9$ مول) داریم. از طرفی حجم ظرف ۳ لیتر است، پس غلظت مواد به این صورت تعیین می‌شود:

$$[\text{A}] \text{ تعادلی} = \frac{1 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = \frac{1}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{B}] \text{ تعادلی} = \frac{0/9 \text{ mol}}{3 \text{ L}} = \frac{3}{10} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{B}]^3}{[\text{A}]^2} = \frac{\left(\frac{3}{10}\right)^3}{\left(\frac{1}{3}\right)^2} = 0/243 \text{ mol.L}^{-1}$$

و در پایان می‌توان نوشت:

۲۸۷۳

بخش اول مسئله:

با مقایسه شکل‌ها، به این نتیجه می‌رسیم که در بازه زمانی ۰ تا ۲۵ دقیقه، ۶ ذره از شمار ذرات هر یک از واکنش‌دهنده‌ها، کاسته شده است؛ بنابراین:

$$\bar{R} \text{ واکنش} = \frac{-\Delta[A_p]}{\Delta t} = \frac{-(6 \times 0/1) \text{ mol}}{25 \text{ s}} = -\frac{2 \text{ L}}{(25 \times 60) \text{ s}} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

بخش دوم مسئله:

با توجه به شکل سوم ($t = 45 \text{ min}$) که طبق فرض سوال، سامانه را در حالت تعادل نشان می‌دهد؛ ابتدا غلظت‌های تعادلی هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش و در نهایت ثابت تعادل واکنش را حساب می‌کنیم:

$$[\text{D}_p] = [\text{A}_p] = \frac{0/2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}, [\text{AD}] = \frac{1/6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$K = \frac{[\text{AD}]^2}{[\text{A}_p][\text{D}_p]} = \frac{(0/3)^2}{0/1 \times 0/1} = 9$$

با توجه به داده‌های مسأله، جدول زیر را تنظیم می‌نماییم:



مقدار مول اولیه (n_1)	۶	۲	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-۲x	-x	+۲x
مقدار مول تعادلی (n_p)	۶-۲x	۲-x	۲x

$$\text{در حالت تعادل} \quad 6 - 2x = \frac{4}{100} \Rightarrow x = \frac{6 - 2/4}{2} = 1/10 \text{ mol}$$

اکنون به پرسش‌های مطرح شده می‌توان پاسخ داد:

«آ»: تعداد مولکول‌های موجود در تعادل برابر است با:

$$= 23 \times 0/2 \times 10^{-23} + (6 - 2x + 2 - x + 2x) \times 6 \times 0/2 \times 10^{-23}$$

$$= 24 \times 0/2 \times 10^{-23} = 24 \times 0/2 \times 10^{-23} = 24 \times 0/2 \times 10^{-23} = 24 \times 0/2 \times 10^{-23}$$



۲۸۷۶ با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت (حجم ظرف یک لیتر است پس مقدار مول مواد برابر با غلظت مولی آن‌هاست):



غلظت اولیه (M_1)	۲	۰	۰
تغییر غلظت (ΔM)	-۲x	+۲x	+x
غلظت تعادلی (M_2)	۲-۲x	۲x	x

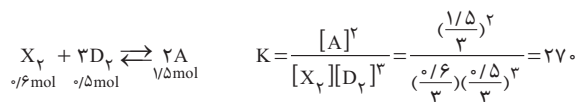
$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_2]^2} \Rightarrow \frac{(2x)^2 \times x}{(2-2x)^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{x^3}{(1-x)^2} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow 2x^3 = x^2 - 2x + 1 \Rightarrow 2x^3 - x^2 + 2x - 1 = 0 \Rightarrow x^2(2x-1) + 2x-1 = 0$$

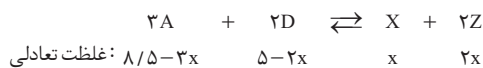
$$\Rightarrow (2x-1)(x^2+1) = 0 \Rightarrow \begin{cases} 2x-1=0 \Rightarrow x=0.5 \\ x^2+1=0 \Rightarrow \text{غیرممکن} \end{cases}$$

پس مقدار تعادلی $\text{O}_2(\text{g})$ برابر ۰/۵ مول است.

۲۸۷۷



$$\text{D}_2 \text{ غلظت تعادلی } 0.5 = M - 3x \xrightarrow{x=0.75} M = 2.75$$



$$\text{غلظت تعادلی: } 8/5 - 3x \quad 5 - 2x \quad x \quad 2x$$

$$x = 2 \rightarrow 8/5 - 3x = 2/5 \quad 5 - 2x = 1 \quad 2x = 4$$

$$K = \frac{[\text{X}][\text{Z}]^2}{[\text{A}]^2[\text{D}]^2} = \frac{(2/5)(4)^2}{(2/5)^2(1/5)^2} = 51/2$$

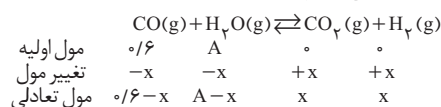
۲۸۷۹ اگر گرم متان یعنی ۰/۵ مول متان (۰/۱۶). داریم:

ماده با ضریب	CH_4	$2\text{H}_2\text{S}$	CS_2	4H_2
مول اولیه	۰/۵۵	۰/۲	۰	۰
تغییر مول	-۰/۵۵	۲(-۰/۵۵)	+۰/۵۵	۴(+۰/۵۵)
مول تعادلی	۰/۵	۰/۱	۰/۵۵	۰/۲
غلظت تعادلی	۱	۰/۲	۰/۱	۰/۴

$$\Rightarrow K = \frac{[\text{CS}_2][\text{H}_2]^4}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2} = \frac{0.1 \times 0.4^4}{1 \times 0.2^2} = 6/4 \times 10^{-2} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

۲۸۸۰ با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:

(مقدار مول اولیه آب را A مول فرض می‌نماییم)



مول اولیه	۰/۶	A	۰	۰
تغییر مول	-x	-x	+x	+x
مول تعادلی	۰/۶-x	A-x	x	x

$$\text{CO}_2 \text{ غلظت تعادلی } 0.3 \Rightarrow x = 0.3 \Rightarrow \begin{cases} [\text{CO}_2] = \frac{0.3}{3} = 0.1 \\ [\text{H}_2] = \frac{0.3}{3} = 0.1 \\ [\text{H}_2\text{O}] = \frac{A-0.3}{3} = \frac{A}{3} - 0.1 \\ [\text{CO}] = \frac{0.3}{3} = 0.1 \end{cases}$$

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{0.1 \times 0.1}{0.1 \times (\frac{A}{3} - 0.1)} = 1 \Rightarrow \frac{A}{3} - 0.1 = 0.1 \Rightarrow \frac{A}{3} = 0.2 \Rightarrow A = 0.6 \text{ mol}$$

«ب»: مقدار ثابت تعادل برابر است با:

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(2x)^2}{(6-2x)^2 \times (\frac{2-x}{5})} = \frac{(2 \times 1/8)^2}{(6-2(1/8))^2 \times (\frac{2-1/8}{5})}$$

$$= \frac{2^2 \times 1/8^2}{(2/4)^2 \times 0/2} \times 5 = 56/25 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \Rightarrow K > 1$$

«پ»:

$$\text{مقدار تجزیه شده NO} = \frac{\text{مقدار اولیه آن}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \frac{2x}{6} \times 100$$

$$= \frac{2 \times 1/8}{6} \times 100 = 6.7\%$$

$$\text{مقدار تجزیه شده O}_2 = \frac{\text{مقدار اولیه آن}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \frac{x}{3} \times 100 = \frac{1/8}{3} \times 100 = 4.2\%$$

پس:

$$\frac{\text{درصد تجزیه O}_2}{\text{درصد تجزیه NO}} = \frac{9.0}{6.0} = 1.5$$

۲۸۷۵ به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

«ا»: نادرست است. با توجه به داده‌های ارائه شده، می‌توان جدول زیر را تنظیم نمود:



مقدار مول اولیه (n_1)	۲	۱	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-۲x	-x	+۲x
مقدار مول تعادلی (n_2)	۲-۲x	۱-x	۲x

$$\text{مقدار مول } \text{NO}_2(\text{g}) = 2x = 1/6 \Rightarrow x = 0.167 \text{ mol}$$

حجم ظرف یک لیتر است پس مقدار مول مواد برابر با غلظت مولی آن‌هاست.

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(2x)^2}{(2-2x)^2 (1-x)} = \frac{4x^2}{4(1-x)^3} = \frac{x^2}{(1-x)^3}$$

$$= \frac{(0.167)^2}{(1-0.167)^3} = 0.18 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$$

$$\text{جرم مولی } (\text{mol NO}_2) \times \text{NO}_2 = \text{جرم مولی } (\text{mol NO}) \times \text{NO} + \text{جرم مولی } (\text{mol O}_2) \times \text{O}_2$$

$$= \frac{2x \times 46}{[(2-2x) \times 30] + [(1-x) \times 32]}$$

در هنگام تعادل:

$$\frac{2 \times 0.167 \times 46}{[(2-2(0.167)) \times 30] + [(1-0.167) \times 32]} = \frac{73/6}{(12+6/4)} = \frac{73/6}{18/4}$$

«ب»: درست است. فقط بالاتر را نگاه کنید!

«پ»: درست است. بازده درصدی واکنش را می‌توان براساس مصرف $\text{O}_2(\text{g})$ بیان نمود

(البته براساس مصرف NO هم می‌توان بیان نمود، فرقی نمی‌کند.)

$$\text{مقدار مول مصرف شده یکی از واکنش دهنده‌ها} = \frac{\text{بازده درصدی واکنش}}{\text{مقدار مولی اولیه آن}} \times 100 = \frac{0.167}{1} \times 100 = 16.7\%$$

«ت»: نادرست است. ابتدا باید مجموع مول‌های موجود در تعادل را به دست آوریم:

مجموع مول‌های موجود در تعادل:

$$(2-2x) + (1-x) + 2x = 3 - x = 3 - 0.167 = 2.833 \text{ mol}$$

فشار گاز در دمای ثابت در یک ظرف سربسته متناسب با تعداد مول‌های گازی موجود در ظرف است. با توجه به این که در مخلوط گازی اولیه ۳ مول وجود داشته است، می‌توان نوشت:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1}{p_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{2/2}{3} = 0.73$$



	C_4H_8	H_2O	C_4H_8OH
غلظت اولیه	$\frac{2}{L}$	$\frac{2}{L}$	۰
تغییر غلظت	$-x$	$-x$	x
غلظت تعادلی	$1-x$	$1-x$	x

$$K = \frac{[C_4H_8OH]}{[H_2O][C_4H_8]} \Rightarrow 2 = \frac{x}{(1-x)^2} \Rightarrow 2 = \frac{x}{1+x^2-2x}$$

$$2x^2 - 5x + 2 = 0 \Rightarrow x = \frac{5 \pm \sqrt{25-16}}{4} \begin{cases} x_1 = 2 > 1 \text{ غ ق} \\ x_2 = 0.5 < 1 \text{ غ ق} \end{cases}$$

$$\frac{\text{مقدار مصرفی واکنش دهنده}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100 = \frac{0.5}{1} \times 100 = 50\%$$

مقدار اولیه بخار آب را A مول فرض می‌نماییم و سپس:



مول اولیه	A	۰/۴	۰	۰
تغییرات مول	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مول تعادلی	$A-x$	$0.4-x$	x	x

$$CO \text{ تعادلی} = 0.2 \Rightarrow x = 0.2 \Rightarrow \begin{cases} H_2O \text{ تعادلی} = A - 0.2 \\ H_2 \text{ تعادلی} = 0.2 \end{cases}$$

غلظت‌های تعادلی را می‌یابیم و در ثابت تعادل جای گذاری می‌کنیم.

$$\begin{cases} [H_2] = \frac{0.2}{2} = 0.1 \\ [CO] = \frac{0.2}{2} = 0.1 \\ [H_2O] = \frac{A-0.2}{2} = \frac{A}{2} - 0.1 \end{cases} \text{ غلظت‌های تعادلی}$$

$$K = \frac{[H_2][CO]}{[H_2O]} \Rightarrow 1 = \frac{0.1 \times 0.1}{\frac{A}{2} - 0.1} \Rightarrow \Delta A = 1/0.1 \Rightarrow A = 0.2 + 0.2 \text{ mol}$$

$$\text{جرم اولیه بخار آب} = 0.2 + 0.2 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 7.2 \text{ g } H_2O$$

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:



مقدار مول اولیه (n_i)	۳	۱	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
مقدار مول تعادلی (n_f)	$3-x$	$1-x$	x	x

از آن جا که حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول مواد برابر با غلظت مولی آن‌هاست:

$$K = \frac{[H_2O]}{[H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow 4-4x = x \Rightarrow x = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ mol}$$

$$H_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = 1-x = 1-0.8 = 0.2 \text{ mol}$$

با افزودن یک مول گاز H_2 به تعادل فوق، تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود پس:



مقدار مول اولیه (n_i)	—	$(0.2+1)$	—	0.8
تغییر مقدار مول (Δn)	—	$-x$	—	$+x$
مقدار مول تعادلی (n_f)	—	$1.2-x$	—	$0.8+x$

توجه! Cu و CuO به دلیل جامد بودن در معادله K قرار نمی‌گیرند

پس لازم نیست که اصلاً نگران مقادیر آن‌ها باشیم!

$$K = \frac{[H_2O]}{[H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{0.8+x}{1.2-x} \Rightarrow 4.8-4x = 1.2-x \Rightarrow x = \frac{3.6}{3} = 1.2 \text{ mol}$$

با توجه به اطلاعات داده شده، داریم:



غلظت اولیه (M_i)	۱	۰
تغییر غلظت (ΔM)	$-x$	$+2x$
غلظت تعادلی (M_f)	$1-x$	$2x$

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

$$\Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{1+8}}{4} = \frac{-1 \pm 3}{4} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -1 \text{ غیر قابل قبول} \\ x_2 = 0.5 \end{cases}$$

$$\frac{\text{مقدار مصرف شده } A}{\text{مقدار اولیه } A} \times 100 = \frac{0.5}{1} \times 100 = 50\%$$

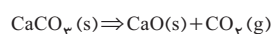
۲ ۲۸۸۲

$$K = \frac{[NOBr]^2}{[NO][Br_2]} = \frac{\left(\frac{66}{110}\right)^2}{\left(\frac{18}{3L}\right)\left(\frac{24}{3L}\right)} = \frac{0.4}{0.4 \times \frac{1}{2}} = 2$$

۶۰ درصد از Br_2 مصرف شده، پس ۴۰ درصد باقیمانده آن برابر با ۲۴ گرم است، پس داریم:

$$Br_2 \text{ جرم آغازی} = \frac{100}{40} \times 24 \text{ g} = 60 \text{ g} \xrightarrow{+16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} 0.375 \text{ mol } Br_2$$

با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:

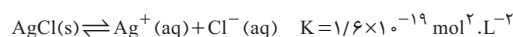


$$K = [CO_2] = 0.04 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{حجم (L)} \times \text{غلظت مولار } CO_2 &= \left(\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم نمونه } CaCO_3} \times \frac{\text{درصد بازده}}{100} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \right) \times \text{ضریب} \\ \Rightarrow \frac{10 \times \frac{40}{100} \times \frac{20}{100}}{1 \times 100} &= \frac{0.04 \times x}{1} \Rightarrow x = 2L \end{aligned}$$

۴ ۲۸۸۴

فرایند انحلال یک ماده جامد در یک حلال (مانند آب) زمانی به تعادل می‌رسد که سرعت فرایند حل شدن با سرعت فرایند متبلور شدن برابر شود. در این صورت محلول سیر شده از آن ماده به دست می‌آید:



$$\begin{aligned} \text{چون } [Ag^+] &= [Cl^-] \Rightarrow K = [Ag^+]^2 = 1/6 \times 10^{-19} \\ \Rightarrow [Ag^+] &= \sqrt{1/6 \times 10^{-19}} = 4 \times 10^{-10} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

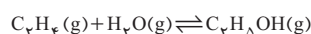
اگر فرض کنیم ۱۰۰ mL (معادل ۰/۱ L) محلول نقره کلرید داشته باشیم:

$$\begin{aligned} \text{?g } AgCl &= 0.1 \text{ L } AgCl \text{ محلول} \times \frac{4 \times 10^{-10} \text{ mol } AgCl}{1 \text{ L } AgCl \text{ محلول}} \times \frac{143.5 \text{ g } AgCl}{1 \text{ mol } AgCl} \\ &= 5.7 \times 10^{-9} \text{ g } AgCl \end{aligned}$$

چگالی محلول برابر $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ است، یعنی ۱۰۰ میلی لیتر از آن معادل ۱۰۰ گرم محلول است و با توجه به این که جرم ماده حل‌شونده ($AgCl$) بسیار ناچیز است، می‌توان جرم حلال (یعنی آب) را برابر ۱۰۰ در نظر گرفت. بنابراین در ۱۰۰ گرم آب، گرم 5.7×10^{-9} گرم $AgCl$ حل شده است. به عبارت دیگر انحلال‌پذیری آن برابر 5.7×10^{-9} گرم (در ۱۰۰ گرم H_2O) است.

ابتدا جدول زیر را تنظیم می‌نماییم:

۲ ۲۸۸۵



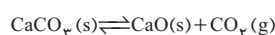


* چون حجم ظرف یک لیتر است، تعداد مول هر ماده در لحظه تعادل با غلظت آن ماده برابر است. در رابطه ثابت تعادل، غلظت ماده جامد و مایع خالص وارد نمی‌شود؛ بنابراین:

$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} \Rightarrow \frac{0.25}{1-x} = \frac{x}{1/5} \Rightarrow 0.25 - 0.25x = x \Rightarrow x = \frac{0.25}{1.25} = 0.2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{در لحظه تعادل} \\ \text{در لحظه تعادل} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1/8 \text{ mol}}{0.2} = \frac{1/8 \text{ mol}}{0.2} \Rightarrow \frac{1/8}{0.2} = 0.25$$

با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:



$$K = [CO_2] = 1.0^{-2} = [CO_2]$$

$$CO_2 \text{ مولکول } \frac{6/0.2 \times 1.0^{-23}}{1 \text{ mol } CO_2} \Rightarrow \frac{6/0.2 \times 1.0^{-23}}{1 \text{ mol } CO_2} = 1.0^{-23} \text{ mol/L}$$

با توجه به مقدار بسیار کوچک K می‌توان دریافت که انحلال‌پذیری روی کربنات در آب ناچیز است. اما همان مقدار ناچیز که حل می‌شود به یون‌های $Zn^{2+}(aq)$ و $CO_3^{2-}(aq)$ تفکیک می‌شود. برای محاسبه غلظت این ماده کافی است ابتدا غلظت $Zn^{2+}(aq)$ یا $CO_3^{2-}(aq)$ را به دست آوریم:

$$K = [Zn^{2+}][CO_3^{2-}] \Rightarrow 1.0^{-23} = [Zn^{2+}]^2 \Rightarrow [Zn^{2+}] = 1.0^{-11.5} \text{ mol/L}$$

پس غلظت روی کربنات برابر $1.0^{-11.5} \text{ mol/L}$ است. یعنی در یک لیتر محلول (که معادل ۱۰۰۰ گرم محلول است)، $1.0^{-6} \times 4 \text{ mol}$ $ZnCO_3$ حل شده است. پس در ۵۰۰ گرم محلول (که همان ۵۰۰ mL محلول است)، داریم:

$$M = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{x}{125} = \frac{1.0^{-6} \times 4}{125} \Rightarrow x = 1.0^{-6} \times 4 \times 125 = 5.0 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 1.0^6 = \frac{5.0 \times 10^{-4}}{1.0} \times 1.0^6 = 0.5 \text{ ppm}$$

ابتدا با توجه به داده‌های مسئله، جدول زیر را تنظیم می‌نماییم:

$2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$				
مقدار مول اولیه (n_i)	۰/۱۵	۰	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-۲x	+x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_e)	۰/۱۵-۲x	x	x	x

در این واکنش رابطه ثابت تعادل به صورت $K = [CO_2][H_2O]$ می‌باشد ولی چون حجم ظرف ۴۰۰ mL (۰/۴ L) است، می‌توان نوشت:

$$K = [CO_2][H_2O] = \left(\frac{x}{0.4}\right) \times \left(\frac{x}{0.4}\right) \Rightarrow 9 \times 10^{-4} = \frac{x^2}{(0.4)^2} \Rightarrow x = 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

در ادامه برای محاسبه جرم مواد جامد ($NaHCO_3$ ، Na_2CO_3) می‌توان نوشت:

$$Na_2CO_3 \text{ جرم} = 0.12 \text{ mol } Na_2CO_3 \times \frac{106 \text{ g } Na_2CO_3}{1 \text{ mol } Na_2CO_3} = 12.72 \text{ g } Na_2CO_3$$

$$NaHCO_3 \text{ باقی مانده} = 0.15 - 2x = 0.15 - 2(0.0012) = 0.1476 \text{ mol}$$

جرم $NaHCO_3$ باقی مانده:

$$0.1476 \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{84 \text{ g } NaHCO_3}{1 \text{ mol } NaHCO_3} = 12.40 \text{ g } NaHCO_3$$

پس:

$$\text{جرم } Na_2CO_3 \text{ تولید شده} + \text{جرم } NaHCO_3 \text{ باقی مانده} = \text{مجموع جرم مواد جامد باقی مانده} = 12.40 + 12.72 = 25.12 \text{ g}$$

مقدار مول تعادلی H_2 :

$$= 1/2 - x = 1/2 - 0.8 = 0.4 \text{ mol} \Rightarrow \text{تعداد مول تعادلی } [H_2] = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$$

فرض می‌کنیم مقدار اولیه $CO_2(g)$ و $H_2(g)$ به ترتیب a و b مول می‌باشد.



مقدار مول اولیه (n_i)	a	b	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_e)	a-x	b-x	x	x

با توجه به این که در حالت تعادل، ۹۰ درصد $H_2O(g)$ تبدیل شده است، پس:

از آن جا که تعداد مول‌های گازی دو طرف معادله برابر است، نیازی به تقسیم کردن مقادیر مول‌های تعادلی بر حجم نیست، زیرا از صورت و مخرج کسر ساده می‌شوند:

$$K = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 1 = \frac{x^2}{(a-x)(b-x)} = \frac{(0.9b)^2}{(a-0.9b)(b-0.9b)} \Rightarrow (0.9b)^2 = (a-0.9b) \times 0.1b$$

$$\Rightarrow 0.81b^2 = (a-0.9b) \times 0.1b \Rightarrow 8.1b = a-0.9b \Rightarrow a = 9b \Rightarrow \frac{a}{b} = 9$$

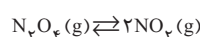
از آن جا که در مورد گازها نسبت مولی گازها برابر نسبت حجمی آنها است لذا نسبت حجمی $CO_2(g)$ به $H_2(g)$ نیز در مخلوط اولیه برابر ۹ می‌شود:

$$\frac{V(CO_2)}{V(H_2)} = 9$$

با توجه به اطلاعات داده شده، می‌توان نوشت:

$$K = \frac{[Z]^2}{[X_2][Y_2]} \Rightarrow 5.0 = \frac{\left(\frac{2/2}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.4}{2}\right) \times \left(\frac{X_2}{2}\right)} \Rightarrow X_2 = 0.242 \text{ mol}$$

با توجه به داده‌های مسئله، می‌توان نوشت:



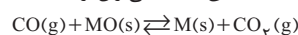
غلظت اولیه	$\frac{1.0}{5}$	۰	۰	۰
تغییر غلظت	-x	+۲x		
غلظت تعادلی	$\frac{1.0}{5} - x$	+۲x		

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

$$\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]} = \frac{2}{1} = 2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{مول } NO_2 = 2 \frac{\text{mol}}{L} \times 5L = 10 \text{ mol} \\ \text{مول } N_2O_4 = 1 \frac{\text{mol}}{L} \times 5L = 5 \text{ mol} \end{array} \right. \Rightarrow \text{مجموع مول ها} = 5 + 10 = 15 \text{ mol}$$

با توجه به داده‌های مسئله، می‌توان نوشت:



مول اولیه	۱	۲	۰	۰
تغییر مول	-x	-x	+x	+x
مول در لحظه تعادل*	۱-x	۲-x	x	x



۲۸۹۹ ۴ چون ضریب استوکیومتری $N_2(g)$ و $O_2(g)$ یکسان است، منحنی تغییر غلظت آن‌ها کاملاً برهم منطبق است؛ یعنی نمودار موردنظر فقط دو منحنی دارد (رد گزینیه‌های (۱) و (۲)). در ادامه هم برای تعیین غلظت‌های تعادلی می‌توان نوشت:



مول اولیه:	۱۰	۰	۰
تغییر مول:	-x	+x	+x
مول تعادلی:	۱۰-۲x	x	x

چون مجموع ضریب استوکیومتری فراورده‌ها با واکنش دهنده‌ها برابر است نیازی نیست که مقدار مول تعادلی را بر حجم ظرف تقسیم کنیم بنابراین:

$$K = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} \Rightarrow 49 = \frac{x^2}{(10-2x)^2} \Rightarrow \sqrt{49} = \frac{x}{10-2x} \Rightarrow x = 4/6 \text{ mol}$$

پس:

$$[N_2] = [O_2] = \frac{x \text{ mol}}{2L} = \frac{4/6}{2} = 2/3 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[NO] = \frac{10-2x \text{ mol}}{2L} = \frac{10-2(4/6)}{2} = 0/4 \text{ mol.L}^{-1}$$

۲۹۰۰ ۲

ماده	PH_3	BCl_3	H_3PBCl_3
مول اولیه	۱/۲	۱/۲۸	۰
تغییر مول	-۰/۲۸	-۰/۲۸	+۰/۲۸
مول تعادلی	۰/۹۲	۱	۰/۲۸
غلظت تعادلی	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۷

$$40/8 \text{ g } PH_3 \xrightarrow{\div 34 \text{ g.mol}^{-1}} 1/2 \text{ mol } PH_3 \Rightarrow K = \frac{[H_3PBCl_3]}{[PH_3][BCl_3]} = \frac{0/07}{0/23 \times 0/25} \approx 1/22 \text{ mol}^{-1} \cdot L$$

۲۹۰۱ ۲ با شمارش تعداد ذره‌های $NO(g)$ و $O_2(g)$ درمی‌یابیم که از هر کدام ۱۰ عدد وجود دارد و چون هر ذره معادل ۰/۱ مول فرض شده است می‌توان دریافت که مقدار مول اولیه $NO(g)$ و نیز $O_2(g)$ برابر یک مول است. اکنون می‌توان جدول زیر را تنظیم نمود:



مقدار مول اولیه (n_i)	۱	۱	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	-x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_f)	۱-x	۱-x	x	x

با باز کردن شیر رابط بین دو محفظه، حجم ظرف واکنش از یک لیتر به دو لیتر افزایش می‌یابد اما از آن‌جا که مجموع توان غلظت گونه‌ها در صورت با مجموع توان غلظت گونه‌ها در مخرج K برابر است لذا لزومی ندارد که برای محاسبه K مقدار مول‌ها را بر حجم ظرف تقسیم کنیم، پس:

$$K = \frac{[NO_2][O_2]}{[NO][O_2]} \Rightarrow 16 = \frac{x^2}{(1-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر}} 4 = \frac{x}{1-x} \Rightarrow 4-4x = x \Rightarrow x = 4/5 = 0/8 \text{ mol}$$

و در ادامه خواهیم داشت:

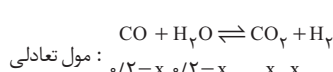
$$46 \text{ g } NO_2 \times \frac{1 \text{ mol } NO_2}{94 \text{ g } NO_2} = 36/8 \text{ g } NO_2$$

$$O_2(g) \text{ مول تعادلی } = 1-x = 1-0/8 = 0/2 \text{ mol}$$

$$? \text{ g } O_2 = 0/2 \text{ mol } O_2 \times \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 9/6 \text{ g } O_2$$

$$\text{مجموع جرم } NO_2 \text{ و } O_2 \text{ در حالت تعادل} = 36/8 + 9/6 = 46/4 \text{ g}$$

۲۹۰۲ ۴ با باز شدن شیر میان دو ظرف چه خواهیم داشت؟ ۰/۲ مول CO و ۰/۲ مول H_2O در ظرفی ۲ لیتری. پس داریم:



۲۸۹۵ ۲ با توجه به داده‌های مسئله می‌توان نوشت:



مقدار مول اولیه (n_i)	۲	۰	۰
تغییر مقدار مول (Δn)	-x	+x	+x
مقدار مول تعادلی (n_f)	۲-x	x	x

$$K = [A][X_2] = \frac{x}{\Delta} \times \frac{x}{\Delta} = \left(\frac{x}{\Delta}\right)^2$$

در دمای $100^\circ C$:

$$K = 10^{-4} \Rightarrow \left(\frac{x}{\Delta}\right)^2 = 10^{-4} \Rightarrow [X_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{x}{\Delta} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

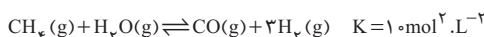
در دمای $300^\circ C$:

$$K = 10^{-1} \Rightarrow \left(\frac{x}{\Delta}\right)^2 = 10^{-1} \Rightarrow [X_2]_{\text{تعادلی}} = \frac{x}{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{10}} \approx \frac{1}{3} \text{ mol.L}^{-1}$$

پس:

$$\frac{\text{غلظت تعادلی } X_2 \text{ در دمای } 300^\circ C}{\text{غلظت تعادلی } X_2 \text{ در دمای } 100^\circ C} = \frac{1/3}{1/10} = \frac{10}{3} \approx 3.33 \rightarrow 3.1/6 \text{ نزدیک‌ترین گزینه}$$

۲۸۹۶ ۳ حجم ظرف واکنش را V فرض می‌کنیم، بنابراین:

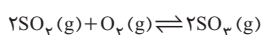


$$H_2 \text{ مقدار مول تعادلی} = 3 \times CO = 3 \times 0/1 = 0/3 \text{ mol}$$

$$K = \frac{[CO][H_2]^3}{[CH_4][H_2O]} \Rightarrow 10 = \frac{(\frac{0/1}{V}) \times (\frac{0/3}{V})^3}{(\frac{0/3}{V}) \times (\frac{0/1}{V})} \Rightarrow V = 3L$$

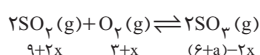
در حل این مسئله باید فرض کنیم که CO و H_2 در ابتدا در ظرف وجود نداشته‌اند و فقط بر اثر واکنش CH_4 و H_2O تولید شده‌اند. بنابراین با توجه به ضرایب استوکیومتری می‌توان گفت که غلظت H_2 سه‌برابر غلظت CO است.

۲۸۹۷ ۱ ابتدا باید مقدار ثابت تعادل (K) را محاسبه نماییم:



$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(\frac{6}{3})^2}{(\frac{9}{3})^2(\frac{3}{3})} = \frac{2^2}{3^2 \times 1} = \frac{4}{9} \text{ mol}^{-1} \cdot L$$

با افزودن a مول $SO_2(g)$ به ظرف واکنش تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود:



در تعادل جدید، مقدار $O_2(g)$ به ۱۲ مول رسیده است، پس: $3+x=12 \Rightarrow x=9 \text{ mol}$ و چون دما ثابت است، مقدار K هم ثابت است:

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(\frac{6+a-2x}{3})^2}{(\frac{9+2x}{3})^2(\frac{3+x}{3})} = \frac{(\frac{6+a-18}{3})^2}{(\frac{9+2x}{3})^2(\frac{3+x}{3})} = \frac{(a-12)^2}{9^2 \times 4}$$

$$= \frac{(a-12)^2}{9^2 \times 4} \Rightarrow \frac{(a-12)^2}{9^2 \times 4} = \frac{(a-12)^2}{9^2 \times 4} \Rightarrow (a-12)^2 = 36^2 \Rightarrow a-12 = 36 \Rightarrow a = 48 \text{ mol } SO_2$$

۲۸۹۸ ۱

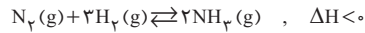
همان‌طور که گفته شد کاتالیزگر غلظت‌های تعادلی اجزای یک واکنش تعادلی را تغییر نمی‌دهد. پس غلظت تعادلی $CO_2(g)$ در حضور کاتالیزگر برابر با مقدار آن در غیاب کاتالیزگر است که با توجه به نمودار، مقدار آن برابر ۰/۱ مول بر لیتر است (منحنی نزولی مربوط به CO_2 است). با توجه به نمودار، غلظت CO_2 در ثانیه پنجم برابر ۰/۲۸ مول بر لیتر است. یعنی در فاصله زمانی صفر تا پنج ثانیه، تغییر غلظت آن برابر ۰/۲۲ مول بر لیتر است (۰/۲۲ = ۰/۲۸ - ۰/۰۶). می‌باشد. همان‌طور که می‌دانید کاتالیزگر سرعت واکنش را افزایش می‌دهد یعنی در فاصله زمانی صفر تا پنج ثانیه مقدار بیش‌تری از CO_2 مصرف می‌شود. به بیان دیگر تغییر غلظت آن بیش‌تر از ۰/۲۲ مول بر لیتر خواهد بود. در نتیجه در حضور کاتالیزگر غلظت CO_2 در ثانیه پنجم کمتر از ۰/۲۸ مول بر لیتر مثلاً ۰/۲۲ مول بر لیتر خواهد بود.



پس مقدار مول NH_3 برابر $2/8 \times 2 = 5/6 \text{ mol}$ خواهد بود:

$$5/6 \text{ mol NH}_3 \times \frac{17 \text{ g NH}_3}{17 \text{ g mol}^{-1}} = 95/2 \text{ g NH}_3$$

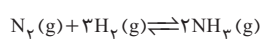
با توجه به اطلاعات داده شده می‌توان نوشت:



$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{1}{2})(\frac{1}{2})^3} = 0.25 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2$$

تعداد فوق گرماده است، پس با کاهش دما سامانه در جهت **رفت** جابه‌جا می‌شود که بدین ترتیب بر غلظت فراورده افزوده شده و از غلظت واکنش دهنده‌ها کاسته می‌شود. در نتیجه مقدار ثابت تعادل **بزرگ‌تر** می‌شود.

با افزودن a مول $\text{N}_2(\text{g})$ به واکنش زیر، تعادل مطابق اصل لوشاتلیه در



جهت رفت جابه‌جا می‌شود:

$$\text{NH}_3 \text{ مول تعادلی } = 0.14 + 2x = 0.16 \Rightarrow x = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{N}_2 \text{ مول تعادلی } = 0.07 + a - x = 0.07 + a - 0.01 = 0.06 + a \text{ mol}$$

برای به‌دست آوردن مقدار مول تعادلی N_2 باید مقدار ثابت تعادل واکنش را در تعادل اولیه به‌دست آوریم. چون حجم ظرف یک لیتر است، مقدار مول تعادلی مواد برابر با غلظت مولی آن‌ها می‌باشد:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0.14)^2}{(0.07)(0.05)^3} = 2/24 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2$$

توجه داشته باشید که دما ثابت است پس مقدار ثابت تعادل هم ثابت است و تغییری نمی‌کند. با قرار دادن مقادیر تعادل جدید در رابطه K می‌توان نوشت:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \Rightarrow 2/24 = \frac{(0.16)^2}{(0.06+a)(0.047)^3} \Rightarrow (0.06+a) = 0.11 \text{ mol} \Rightarrow b = 0.11 \text{ mol}$$

$$0.06 + a = 0.11 \Rightarrow a = 0.05 \text{ mol}$$

و در پایان داریم:

ابتدا ثابت تعادل واکنش را به‌دستی می‌آوریم:

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

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

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

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

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

	A	$\rightleftharpoons$	X	+	D
غلظت اولیه	0.1		0.1		0.1
تغییر غلظت	-x		+x		+x
غلظت در لحظه تعادل	0.1-x		0.1+x		0.1+x

$$K = \frac{[X][D]}{[A]} \Rightarrow 0.2 = \frac{(0.1+x)(0.1+x)}{0.1-x}$$

$$\Rightarrow x^2 + 0.4x - 0.01 = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -0.425 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ x_2 = 0.025 \end{cases}$$

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

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

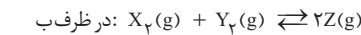
وقتی مجموع ضرایب گازی دو طرف برابر است، حجم ظرف در محاسبه K بی‌تأثیر است، پس داریم:

$$K = 9 \Rightarrow \frac{x^2}{(0.2-x)^2} = 9 \Rightarrow \frac{x}{0.2-x} = 3 \Rightarrow x = 0.06 - 3x \Rightarrow x = 0.015$$

چون دما ثابت است، K تغییر نمی‌کند. پس طبق شکل آ، K را محاسبه می‌کنیم و از آن برای یافتن غلظت‌های تعادلی نهایی در ظرف ب، استفاده می‌کنیم:

$$K = \frac{[\text{Z}]^2}{[\text{X}_2][\text{Y}_2]} = \frac{(0.4)^2}{(0.2)(0.2)} = 4$$

مجموع ضرایب گازی دو طرف واکنش یکسان است. پس حجم ظرف و غلظت مهم نیست و همان مول مواد را قرار می‌دهیم.



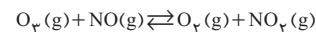
در ظرف ب	$\text{X}_2(\text{g})$	$\text{Y}_2(\text{g})$	$2\text{Z}(\text{g})$
مول اولیه	0.3	0.6	0
تغییر مول	-x	-x	+2x

$$\Rightarrow K = \frac{(2x)^2}{(0.3-x)(0.6-x)} = 4$$

$$\Rightarrow x^2 = (0.18 - 0.6x - 0.3x + x^2) \Rightarrow 0.18 = 0.9x \Rightarrow x = 0.2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{X}_2: 0.3 - 0.2 = 0.1 \text{ mol} \\ \text{Y}_2: 0.6 - 0.2 = 0.4 \text{ mol} \\ \text{Z}: 2(0.2) = 0.4 \text{ mol} \end{cases}$$

به محض باز شدن شیر رابط و مخلوط شدن دو گاز، حجم در اختیار گازها از یک لیتر به دو لیتر افزایش می‌یابد پس غلظت آغازی گازهای O_2 و NO نصف می‌شود یعنی از 0.5 به 0.25 مول بر لیتر کاهش می‌یابد.



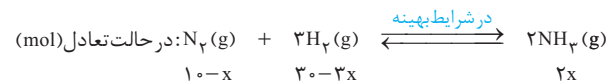
غلظت اولیه	0.25	0.25	0	0
تغییر غلظت	-x	-x	+x	+x
غلظت تعادلی	0.25-x	0.25-x	x	x

$$K = \frac{[\text{O}_2][\text{NO}_2]}{[\text{O}_2][\text{NO}]} \Rightarrow 64 = \frac{x^2}{(0.25-x)^2} \Rightarrow 8 = \frac{x}{0.25-x} \Rightarrow x = \frac{2}{9} \Rightarrow [\text{O}_2] = x = \frac{2}{9}$$

از طرفی چون حجم نهایی ظرف 2 لیتر است، تعداد مول‌های O_2 برابر است با:

$$\text{mol O}_2 = \frac{2 \text{ mol}}{9 \text{ L}} \times 2 \text{ L} = \frac{4}{9} \text{ mol}$$

در شرایط بهینه واکنش هابر، درصد مولی گاز در مخلوط تعادلی برابر 28٪ است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$\text{درصد مولی NH}_3 = \frac{2x}{(1-x) + (3-3x) + (2x)} \times 100 \Rightarrow 28 = \frac{200x}{4-2x}$$

$$\Rightarrow 200x = 1120 - 56x \Rightarrow x = \frac{1120}{256} \approx 4.375 \text{ mol}$$

پس مقدار مول تعادلی NH_3 برابر $2x = 2 \times 4.375 = 8.75 \text{ mol}$ خواهد بود:

$$\frac{17 \text{ g NH}_3}{17 \text{ g mol}^{-1}} \times \frac{8.75 \text{ mol}}{1} = 148.75 \text{ g NH}_3$$

اما ظاهراً این عدد در هیچ کدام از گزینه‌ها وجود ندارد. سازمان سنجش در کلید اعلام شده، گزینه «ا» را به عنوان گزینه صحیح اعلام کرده است. ظاهراً طراح مقترم شرایط بهینه را برابر با بازده واکنش 28 درصد در نظر گرفته است و بر اساس این فرض، مسئله را حل نموده است (همان‌طور که گفتیم در شرایط بهینه درصد مولی آمونیاک 28 درصد است که این با بازده واکنش متفاوت است). حال اگر با این فرض نادرست مسئله را حل کنیم، داریم:

$$\text{مقدار مول مصرف‌شده } \text{N}_2 = \frac{\text{بازده درصدی واکنش}}{\text{مقدار اولیه آن}} \times 100$$

$$\Rightarrow 28 = \frac{x}{10} \times 100 \Rightarrow x = 2.8 \text{ mol}$$



غلظت اکسیژن در حالت (۲)، $\frac{5}{3}$ برابر غلظت آن در حالت (۱) است نه $\frac{4}{3}$ برابر!

$$\text{غلظت } O_2(g) \text{ در حالت (۱)}: \frac{\text{mol}}{V(L)} = \frac{0.16 \text{ mol}}{10L} = 0.016 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{غلظت } O_2(g) \text{ در حالت (۲)}: \frac{\text{mol}}{V(L)} = \frac{0.85 \text{ mol}}{10L} = 0.085 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{\text{غلظت } O_2(g) \text{ در حالت (۲)}}{\text{غلظت } O_2(g) \text{ در حالت (۱)}} = \frac{0.85}{0.16} = \frac{5}{3}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با توجه به این که در حالت (۱) حجم ظرف واکنش برابر ۱۰ لیتر است، مقدار ثابت تعادل (K) برابر است با:

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]} = \frac{(\frac{0.68}{10})^2}{(\frac{0.32}{10})^2 \times (\frac{0.16}{10})} = \frac{(0.68)^2 \times 10}{(0.32)^2 \times 0.16} = 282.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

گزینه «۲»: با کاهش حجم (افزایش فشار) تعادل در جهت مول‌های گازی کمتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

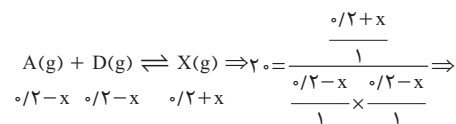
گزینه «۴»: با توجه به داده‌های موجود در شکل می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \text{غلظت } SO_3(g) \text{ در حالت (۱)} &= \frac{0.68 \text{ mol}}{10L} = 0.068 \text{ mol.L}^{-1} \\ \text{غلظت } SO_3(g) \text{ در حالت (۲)} &= \frac{0.85 \text{ mol}}{10L} = 0.085 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{0.85}{0.68} = \frac{5}{4}$$

مبنای حل این مسئله، ثابت ماندن K در دمای ثابت است.

$$K = \frac{[x]}{(A)[D]} = \frac{\frac{4}{4}}{\frac{0.2}{4} \times \frac{0.2}{4}} = 20 \text{ mol.L}^{-1}$$

با کاهش حجم ظرف، تعادل به سمت مول‌های گازی کمتر (یعنی تولید X بیشتر) می‌رود:



$$0.2+x \Rightarrow 20x^2 - 9x + 0.6 = 0 \Rightarrow x = \frac{9 \pm \sqrt{81-48}}{40}$$

$$20(0.2-x)(0.2-x) = 0.2+x \Rightarrow 0.8+20x^2-8x = 0.2+x$$

$$= \frac{9 \pm \sqrt{32}}{40} = \frac{9 \pm 5.74}{40} \Rightarrow x = \begin{cases} 0.3685 \\ 0.0815 \end{cases}$$

مقدار ۰/۳۶۸۵ غیرقابل قبول است زیرا ۰/۲-۰/۳۶۸۵ (غلظت تعادلی جدید A(g) و D(g) مقداری منفی می‌شود.

پس داریم:

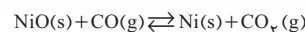
$$\text{molX جدید} = (0.2+0.0815) \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.14075 \text{ mol}$$

با کاهش فشار، حجم زیاد می‌شود و تعادل به سمت مول‌های گازی بیشتر (سمت

راست در این تعادل)، می‌رود. پس به شمار مول‌های H_2O باید افزوده شود (گزینه ۱ یا ۲)، حال گزینه ۱ نادرست است و گزینه ۲ درست می‌باشد، چرا که اگر مول جدید H_2O بخواد ۴/۴۵ مول باشد، یعنی باید ۲/۴۵ مول به آن اضافه شود که طبق نسبت ضرایب O_2 به

H_2O (۵ به ۶)، باید $\frac{5}{6} \times 2/45$ یعنی حدود ۰/۲۰۴ مول O_2 مصرف شود؛ درحالی که کلاً ۲ مول O_2 در ظرف وجود دارد!

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



غلظت در تعادل اولیه	۰/۱	۰/۱
تغییر غلظت (بر اثر تغییر دما)	-x	+x
غلظت در تعادل جدید	۰/۱-x	۰/۱+x

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

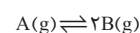
$$K = \frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{0.1+x}{0.1-x} = 99 \Rightarrow x = 0.98$$

$$[CO_2] = 0.1+x = [CO] = 0.1+0.98 = 0.198 \text{ mol.L}^{-1}$$

ابتدا باید مقدار ثابت تعادل (K) را حساب کنیم:

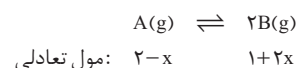
$$184 \text{ gA} \times \frac{1 \text{ molA}}{92 \text{ gA}} = 2 \text{ molA} \Rightarrow [A] = \frac{2 \text{ mol}}{0.5L} = 4 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$46 \text{ gB} \times \frac{1 \text{ molB}}{46 \text{ gB}} = 1 \text{ molB} \Rightarrow [B] = \frac{1 \text{ mol}}{0.5L} = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$



$$K = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{2^2}{4} = 1$$

با افزایش حجم (کاهش فشار) تعادل در جهت مول‌های گازی بیشتر، یعنی در جهت رفت جابه‌جا می‌شود:



در تعادل جدید حجم ظرف واکنش برابر ۹ لیتر ($18 \times 0.5L = 9L$) است:

$$K = \frac{[B]^2}{[A]} = 1 = \frac{(\frac{1+2x}{9})^2}{(\frac{2-x}{9})} \Rightarrow (1+2x)^2 = 9(2-x) \Rightarrow 4x^2 + 13x - 17 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 13^2 - 4(4)(-17) = 441$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-13 \pm \sqrt{441}}{8} = \frac{-13 \pm 21}{8}$$

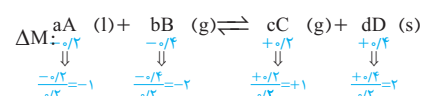
$$x_1 = 1 \text{ mol}$$

غیرقابل قبول $x_2 = 4/25 \text{ mol}$

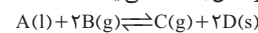
پس مقدار A در تعادل جدید برابر است با:

$$92 \text{ g} = \text{مقدار تعادلی A} \Rightarrow A = 2-x = 2-1 = 1 \text{ molA}$$

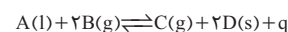
ابتدا باید معادله واکنش را به‌دست آوریم:



و با تقسیم مقادیر ΔM بر کوچک‌ترین ΔM ، معادله واکنش به دست می‌آید:



با توجه به نمودار سمت راست می‌توان دریافت که ثابت تعادل (K) با دما رابطه عکس دارد که این مطلب می‌رساند که تعادل مورد نظر **گرماده** است و نماد q در سمت راست تعادل قرار دارد:



با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. با افزایش حجم (کاهش فشار) تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی بیش‌تر، یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود. مقدار ثابت تعادل هم برابر است با:

$$K = \frac{[C]}{[B]^2} = \frac{(\frac{0.2}{10})}{(\frac{0.2}{10})^2} = \frac{10}{0.2} = 50 \text{ mol}^{-1} \cdot L$$



$$= \frac{92 - 92x + 92x}{1+x} = \frac{92}{1+x}$$

$$92 = 80 + 80x \Rightarrow x = \frac{12}{80} = 0.15 \text{ mol}$$

درصد مولی N_2O_4 :

$$\frac{n(N_2O_4)}{n(N_2O_4) + n(NO_2)} \times 100 = \frac{(1-x)}{(1-x+2x)} \times 100 = \frac{1-x}{1+x} \times 100$$

$$= \frac{0.85}{1.15} \times 100 = 73.9\% = 74\% = \frac{(1-0.15)}{(1+0.15)} \times 100$$

«ب»: درست است.

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(2x)^2}{(1-x)} = \frac{(2 \times 0.15)^2}{(1-0.15)} = \frac{0.09}{0.85} = 0.106 \text{ mol.L}^{-1}$$

«پ»: نادرست است. با کاهش حجم ظرف، غلظت $NO_2(g)$ و $N_2O_4(g)$ (افزایش می‌یابد و رنگ سامانه (به دلیل افزایش غلظت $NO_2(g)$) زیاد می‌شود. اگرچه تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و در نتیجه به تدریج از غلظت $NO_2(g)$ و رنگ سامانه کاسته می‌شود. اما این جابه‌جایی اثر تغییر تحمیل شده را نمی‌تواند به طور کامل از بین ببرد. به عبارت دیگر در تعادل جدید در مقایسه با تعادل اولیه، غلظت $NO_2(g)$ بیش‌تر و در نتیجه رنگ سامانه هم بیش‌تر است.

«ت»: درست است. تعادل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) + q$ گرماگیر است و با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و مقدار K افزایش می‌یابد.

به بررسی عبارت‌های مطرح شده می‌پردازیم:

«ا»: درست است. با توجه به داده‌های مسأله، جدول زیر را تنظیم می‌نماییم:

$$[H_2O]_{\text{اولیه}} = [CO]_{\text{اولیه}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{20 \text{ L}} = 0.005 \text{ mol.L}^{-1}$$



غلظت اولیه (M_1)	0.005	0.005	0	0
تغییر غلظت (ΔM)	-x	-x	+x	+x
غلظت تعادلی (M_2)	0.005-x	0.005-x	x	x

$$[CO]_{\text{تعادلی}} = 0.005 - x = 0.002 \Rightarrow x = 0.003 \text{ mol.L}^{-1}$$

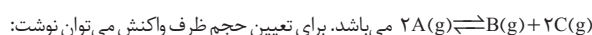
$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{x^2}{(0.005-x)^2} = \frac{(0.003)^2}{(0.005-0.003)^2} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = 2.25$$

«ب»: نادرست است. فشار گاز در دمای ثابت و در یک ظرف سرپسته رابطه مستقیم با تعداد مول‌های گاز دارد. در واکنش مورد نظر تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادله یکسان است. بنابراین هر اندازه که از واکنش دهنده‌ها کاهش یابد، به همان اندازه بر فراورده‌ها افزوده می‌شود. به طوری که مجموع مول‌های اولیه و تعادلی یکسان خواهد بود. از این رو فشار برابر فشار اولیه است.

«پ»: درست است. با توجه به توضیحات بالا، مجموع مول‌های تعادلی برابر ۰/۲ مول است (برابر با مقدار مول‌های اولیه). پس با افزودن ۰/۲ مول دیگر از $CO(g)$ ، مجموع مول‌ها برابر ۰/۴ خواهد شد که دو برابر مقدار تعادلی است. در نتیجه فشار سامانه نیز دو برابر می‌شود.

«ت»: نادرست است. چون تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادله یکسان است، تغییر حجم تأثیری بر جابه‌جایی تعادل ندارد. بنابراین با کاهش حجم سامانه، گرمای بیش‌تری تولید نمی‌شود.

با توجه به نمودار مورد نظر می‌توان دریافت که معادله واکنش تعادلی به صورت:



$$K = \frac{[B][C]^2}{[A]^2} \Rightarrow 2 = \frac{(\frac{0.2}{V}) \times (\frac{0.4}{V})^2}{(\frac{0.1}{V})^2} = \frac{0.2 \times 0.16}{V \times 0.1} \Rightarrow V = 1/6 \text{ L}$$

با کاهش حجم سامانه از ۱/۶ لیتر به ۱ لیتر، فشار سامانه افزایش یافته و تعادل در جهت مول‌های گازی کم‌تر یعنی در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

۲۹۱۵ به بررسی عبارت‌های می‌پردازیم:

عبارت اول: درست است. با توجه به جدول ارائه شده، با افزایش دما، غلظت $A(g)$ کم ولی غلظت $B(g)$ زیاد شده است؛ یعنی تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده است. این مطلب می‌رساند که نماد q در سمت چپ قرار دارد، یعنی واکنش گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر سطح انرژی فراورده‌ها بیش‌تر از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.

عبارت دوم: درست است. برای تعیین مقدار x ابتدا باید معادله

$$aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$$

واکنش را به دست آوریم. با توجه به جدول داده شده، مقادیر

$$M_1: \quad 0.84 \quad 0.01 \quad M_2: \quad 0.72 \quad 0.25$$

ΔM (در فاصله دمایی 20°C تا 40°C) را تعیین

$$\Delta M: \quad -0.12 \quad +0.24$$

می‌کنیم:

با تقسیم کردن ΔM ها بر ΔM کوچک‌تر، داریم:

$$aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$$

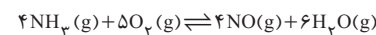
$$\frac{-0.12}{0.12} = -1 \quad \frac{+0.24}{0.12} = +2 \Rightarrow A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری، تغییر غلظت $B(g)$ ، دو برابر تغییر غلظت $A(g)$ می‌باشد، بنابراین:

در فاصله دمایی 20°C تا 30°C تغییر غلظت $A(g)$ برابر 0.08 mol.L^{-1} است، پس تغییر غلظت $B(g)$ برابر 0.16 mol.L^{-1} باید باشد. یعنی x برابر است با:

$$x = 0.01 + 0.16 = 0.17 \text{ mol.L}^{-1}$$

عبارت سوم: درست است. معادله موازنه شده واکنش اکسایش NO به NO_2 و H_2O به صورت زیر است:



$$K_{\text{یکای}} = (\text{mol.L}^{-1})^{(4+6)-(4+5)} = \text{mol.L}^{-1}$$

یکای ثابت تعادل $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ هم mol.L^{-1} است:

$$K_{\text{یکای}} = (\text{mol.L}^{-1})^{(2-1)} = \text{mol.L}^{-1}$$

عبارت چهارم: نادرست است. با توجه به داده‌های جدول ارائه شده، می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} 30^\circ\text{C دمای} \Rightarrow K &= \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.17)^2}{(0.12)} = \frac{289 \times 10^{-2}}{76} \\ 20^\circ\text{C دمای} \Rightarrow K &= \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.1)^2}{(0.84)} = \frac{10^{-2}}{84} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{289 \times 10^{-2}}{76} = \frac{3/8}{1/84} = 84 \times 3/8 = 31.5/2 = 32.25$$

به بررسی عبارت‌های مورد نظر می‌پردازیم:

«ا»: نادرست است. ابتدا به نکته زیر توجه نمایید:

نکته جرم مولی مخلوط گازی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$M = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{(n_1 + n_2)}$$

جرم مولی مخلوط

M_1 : جرم مولی گاز ۱، n_1 : تعداد مول گاز ۱

M_2 : جرم مولی گاز ۲، n_2 : تعداد مول گاز ۲

اکنون می‌توان نوشت:



$$1-x \quad 2x$$

جرم مولی NO_2 جرم مولی N_2O_4

$$M = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2}{n_1 + n_2} \Rightarrow 80 = \frac{[(1-x) \times 92] + [2x \times 46]}{1-x+2x}$$

تعداد مول NO_2 تعداد مول N_2O_4



یک مثال آشنا برای این مورد تعادل: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ است. در این واکنش یک مولکول N_2O_4 به دو مولکول NO_2 تبدیل می‌شود. جرم مولی N_2O_4 دو برابر جرم مولی NO_2 است.

«پ»: نادرست است. در حالت تعادل ۱۲ گوی و در ابتدا ۸ گوی در ظرف واکنش وجود دارد.

پس در دمای ثابت فشار تعادلی سامانه $\frac{12}{8} = 1.5$ برابر فشار اولیه است.

«ت»: نادرست است. مقدار ثابت تعادل (K) فقط با دما تغییر می‌کند و پس! چون دما ثابت است تغییر غلظت، فشار یا حجم، تأثیری بر مقدار K ندارد.

بررسی همه موارد: ۳ ۲۹۲۲

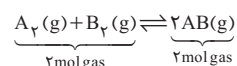
«الف»: نادرست است. اگر هر ذره نمادین را x مول و حجم ظرف را V لیتر فرض کنیم، داریم:

$$K = \frac{[AB]^2}{[A_p][B_p]} = \frac{\left(\frac{4x}{V}\right)^2}{\left(\frac{4x}{V}\right)\left(\frac{4x}{V}\right)} = 4$$

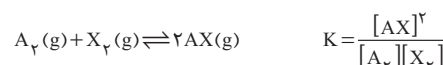
«پ»: درست است. از آنجا که ضرایب A_p و B_p برابر است، پس تغییر مول آن‌ها یکسان بوده و از آنجا که مقدار تعادلی آن‌ها یکسان است، پس یعنی مقدار اولیه آن‌ها نیز برابر بوده است.

«پ»: درست است. ما که نمی‌دانیم تعادل گرماگیر یا گرماده است، پس با افزایش دما ممکن است تعادل به سمت تولید بیشتر یا مصرف بیشتر AB برود، بنابراین ممکن است ظرف پررنگ‌تر یا کم‌رنگ‌تر شود.

«ت»: نادرست است. تغییر فشار یا تغییر حجم، تعادلهایی که مجموع مول گازی دو طرف واکنش آن‌ها یکسان است را، جابجا نمی‌کند.



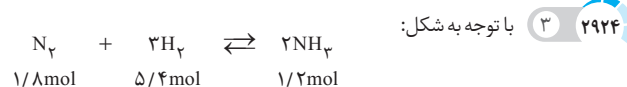
با توجه به شکل داده شده، می‌توان نوشت:



در رابطه K مجموع توان غلظت گونه‌ها در صورت و مخرج کسر برابر است. بنابراین نیاز نیست که مقادیر مول مواد را بر حجم ظرف تقسیم کنیم، پس:

$$K = \frac{(0.4)^2}{(0.8)(0.8)} = \frac{0.16}{0.64} = 0.25$$

چون تعداد مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش یکسان است، تغییر حجم تأثیری بر جابجایی تعادل ندارد؛ به عبارت دیگر وضعیت تعادل حفظ می‌شود. البته به دلیل افزایش غلظت همه مواد (به دلیل کاهش حجم) سرعت واکنش افزایش پیدا می‌کند.



در واقع اگر واکنش به‌طور کامل انجام شود و $1/8$ مول N_2 به NH_3 تبدیل شود، $3/6$ مول دیگر NH_3 تولید شده و مقدار NH_3 به $4/8$ مول می‌رسد. $(3/6 + 1/2)$

با توجه به مطلب درسنامه ۲۰ عبارت‌های اول و پنجم نادرست‌اند. ۳ ۲۹۲۵

با توجه به مطالب درسنامه ۲۰ و ۲۱، فقط عبارت دوم نادرست است. ۴ ۲۹۲۶

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست اما عبارت‌های سوم و پنجم نادرست هستند. اغلب (نه همه) مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند. در ضمن برای سنتز یک استر (نه کتون!) می‌توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

موارد «آ» و «ت» درست و بقیه نادرست هستند. ۲ ۲۹۲۸

بررسی عبارت‌های نادرست:

«پ»: خام‌فروشی بازده اقتصادی را کاهش می‌دهد.

«پ»: اصلاً پرکاربردتر از فن‌آوری جداسازی و خالص‌سازی مگه داریم؟!؟

«ث»: اغلب (نه همه) مواد آلی دارای گروه‌های عاملی گوناگون هستند.

«ج»: از واکنش اسید آلی و الکل، یک استر تولید می‌شود.

با توجه به داده‌های مسأله می‌توان نوشت:



غلظت اولیه (M_1)	۴	۲/۲	۰	۰
تغییر غلظت (ΔM)	-x	-x	+۳x	+x
غلظت تعادلی (M_2)	۴-x	۲/۲-x	۳x	x

$$[CH_4]_{\text{تعادلی}} = 4 - x = 2 \Rightarrow x = 2 \text{ mol.L}^{-1}$$

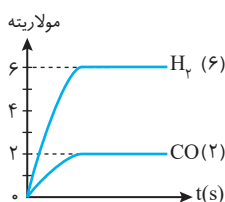
$$[H_2] = 3x = 3 \times 2 = 6 \text{ mol.L}^{-1}$$

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

و در ادامه داریم:

$$K = \frac{[H_2]^3 [CO]}{[CH_4][H_2O]} = \frac{(3x)^3 \times x}{(4-x)(2/2-x)} = \frac{(3 \times 2)^3 \times (2)}{(4-2) \times (2/2-2)} = 108 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

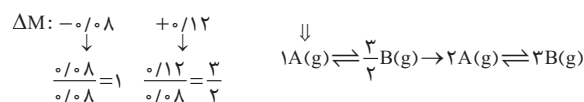
نمودار مورد نظر هم باید به صورت زیر باشد:



عبارت‌های درست و نادرست به قرار زیر هستند:

«آ»: درست است. با افزایش دما غلظت فراورده (B) زیاد و واکنش دهنده (A) کم شده است. بنابراین مقدار ثابت تعادل (K) زیاد خواهد شد. یعنی ترتیب ثابت تعادل در این سه دما به صورت: $K_3 > K_2 > K_1$ می‌باشد.

«پ»: درست است. برای تعیین ضرایب a و b در معادله واکنش باید تغییرات غلظت را در یک بازه دمایی مثلاً 10°C تا 20°C در نظر بگیریم:



حال که معادله واکنش برای ما معلوم شد می‌توان مقدار K_p را به دست آورد:

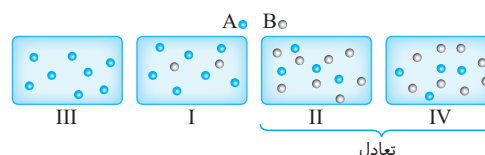
$$T = 20^\circ\text{C} \Rightarrow K = \frac{[B]^3}{[A]} = \frac{(0.08)^3}{(0.08)} = 0.0064$$

«پ»: نادرست است. همان طور که در بالا گفتیم با افزایش دما تعادل در جهت رفت که تعداد مول‌های گازی آن بیشتر است جابجا شده است.

«ت»: درست است. تعادل گرماگیر است، پس کاهش دما سبب جابجایی آن در جهت برگشت می‌شود. با افزایش فشار تعادل در جهت تعداد مول‌های گازی کمتر یعنی در جهت برگشت جابجا می‌شود، افزایش غلظت فراورده (B) هم بدیهی است که سبب جابجایی تعادل در جهت مصرف آن یعنی در جهت برگشت می‌شود.

به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم: ۲ ۲۹۲۱

«آ»: نادرست است. ترتیب پیشرفت واکنش در شکل‌های داده شده به صورت زیر است:



پس ترتیب سرعت واکنش رفت به صورت $III > I > II = IV$ می‌باشد.

«پ»: نادرست است. ابتدا باید معادله واکنش را به دست آوریم. با مقایسه شکل‌های I و II مشاهده می‌شود که به ازای مصرف یک گوی A، ۲ گوی B تولید شده است. پس معادله واکنش به صورت $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ می‌باشد. طبق قانون پایستگی جرم به راحتی می‌توان دریافت که جرم مولی A دو برابر جرم مولی B است. $(M_A = 2M_B)$