۳۳۶- گزینه ۲ موازنه را با عنصر K شروع می‌کنیم. (*اگه گفتین چرا؟*). به ترکیب پیچیده‌ی $KHSO_4$ ضریب (۱) می‌دهیم. بنابراین ریب KI در سمت چپ را برابر (۱) قرار می‌دهیم تا تعداد اتم K در دو طرف برابر شود. حالا در سمت چپ با توجه به $\frac{1}{2}I_2$، ۱ اتم I داریم پس

ریب I_2 در سمت راست را برابر $(\frac{1}{2})$ درنظر می‌گیریم.

$$\frac{1}{2}KI + \frac{1}{2}H_2SO_4 \longrightarrow \frac{1}{2}KHSO_4 + \frac{1}{2}SO_2 + \frac{1}{2}H_2O + \frac{\frac{1}{2}}{2}I_2$$

دام ضربتی! همه‌ی ضرایب معلوم را در (۲) ضرب می‌کنیم تا ضریب کسری *نابود شود!*

$$\frac{2}{2}KI + \frac{1}{2}H_2SO_4 \longrightarrow \frac{2}{2}KHSO_4 + \frac{1}{2}SO_2 + \frac{1}{2}H_2O + \frac{1}{2}I_2$$

ل *این‌که بدبخت شدیم!* موازنه را با هیچ‌یک از عنصرهای H، S و O نمی‌توان ادامه داد زیرا *متاسفانه!* هنوز ضریب بیش از یک ماده‌ی دارای آن‌ها مشخص است. پس ناچاریم ضرایب مجهول a، b و c را *وارد میدان کنیم!*

$$\frac{2}{2}KI + \frac{a}{2}H_2SO_4 \longrightarrow \frac{2}{2}KHSO_4 + \frac{b}{2}SO_2 + \frac{c}{2}H_2O + \frac{1}{2}I_2$$

حالا با توجه به این‌که تعداد اتم‌های H، S و O باید در دو طرف واکنش با هم برابر باشند، خواهیم داشت:

(۱): تعداد اتم‌های H در سمت چپ = تعداد اتم‌های H در سمت راست $\Longrightarrow 2a = 2 + 2c$

(۲): تعداد اتم‌های S در سمت چپ = تعداد اتم‌های S در سمت راست $\Longrightarrow a = 2 + b$

(۳): تعداد اتم‌های O در سمت چپ = تعداد اتم‌های O در سمت راست $\Longrightarrow 4a = 8 + 2b + c$

ب! حالا برای این‌که خیلی *زود، تند و سریع!!!* مقدار a را پیدا کنیم، در دو معادله‌ی اول، b و c را برحسب a به‌دست آورده و در معادله‌ی سوم می‌گذاریم:

(۱): $2a = 2 + 2c \Longrightarrow 2c = 2a - 2 \Longrightarrow c = a - 1$

(۲): $a = 2 + b \Longrightarrow b = a - 2$

(۳): $4a = 8 + 2b + c \Longrightarrow 4a = 8 + 2(a-2) + (a-1) \Longrightarrow 4a = 8 + 2a - 4 + a - 1 \Longrightarrow 4a = 3 + 3a \Longrightarrow a = 3$

$b = a - 2 \Longrightarrow b = 3 - 2 = 1 \Longrightarrow b = 1$, $c = a - 1 \Longrightarrow c = 3 - 1 = 2 \Longrightarrow c = 2$

س معادله‌ی موازنه‌شده‌ی نهایی به‌صورت روبه‌رو است:

$$\frac{2}{2}KI + \frac{3}{2}H_2SO_4 \longrightarrow \frac{2}{2}KHSO_4 + \frac{1}{2}SO_2 + \frac{2}{2}H_2O + \frac{1}{2}I_2$$

همان‌طور که می‌بینید، اختلاف مجموع ضرایب فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها برابر ۱ است (۱ = ۵ − ۶).

Scanned with CamScanner

۳۳۷- گزینه ۴) در راستای کم‌کردن حجم کتاب و مبارزه با گران‌فروشی! کلاً یهوا واکنش‌ها را به صورت موازنه‌شده براتون می‌نویسیم!

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی همه‌ی واکنش‌های داده‌شده و خواسته‌های هر قسمت به این صورت است:

$$\underbrace{Br_2 + 5Cl_2 + 6H_2O}_{\text{مجموع ضرایب}=12} \longrightarrow \underbrace{10HCl + 2HBrO_3}_{\text{مجموع ضرایب}=12}$$

$$\underbrace{2KNO_2 + 2KI + 4HCl}_{\text{۴ ترکیب ضریب ۲ دارند}} \longrightarrow 4KCl + 2NO + 2H_2O + I_2$$

$$\underbrace{3Cl_2 + 4NH_4Cl}_{\text{تعداد اتم‌های کلر}=4(2)+4=12} \longrightarrow S_4N_4 + \underbrace{8S}_{\text{ضریب گوگرد}=8} + 16HCl$$

$$\underbrace{2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C}_{\text{مجموع ضرایب}=18} \longrightarrow \underbrace{6CaSiO_3 + 10CO + P_4}_{\text{مجموع ضرایب}=17}$$

۳۳۸- گزینه ۱) می‌ریم سراغ موازنه‌ی واکنش‌ها:

اول معادله‌ی واکنش (I): موازنه را از Cu شروع می‌کنیم (اگه گفتین چرا؟!). به ترکیب پیچیده‌ی $Cu(NO_3)_2$، ضریب (۱) می‌دهیم! بنابراین ضریب Cu در سمت چپ برابر (۱) می‌شود.

$$\frac{1}{1}Cu + \frac{\quad}{\quad}HNO_3 \longrightarrow \frac{1}{1}Cu(NO_3)_2 + \frac{\quad}{\quad}NO + \frac{\quad}{\quad}H_2O$$

قلب! مثل این‌که بریدنت شدیم! موازنه را با هیچ‌یک از عنصرهای N، O و H نمی‌توان ادامه داد! پس ناچاریم از ضرایب مجهول استفاده کنیم!

$$\frac{1}{1}Cu + \frac{a}{\quad}HNO_3 \longrightarrow \frac{1}{1}Cu(NO_3)_2 + \frac{b}{\quad}NO + \frac{c}{\quad}H_2O$$

(۱) تعداد اتم‌های H در سمت راست = تعداد اتم‌های H در سمت چپ $\Rightarrow a = 2c$

(۲) تعداد اتم‌های N در سمت راست = تعداد اتم‌های N در سمت چپ $\Rightarrow a = 2 + b$

(۳) تعداد اتم‌های O در سمت راست = تعداد اتم‌های O در سمت چپ $\Rightarrow 3a = 6 + b + c$

با توجه به این‌که $a = 2c$ به دست آمد، در دو معادله‌ی (۲) و (۳)، a را برحسب c می‌نویسیم:

$$(1)\ a = 2 + b \xrightarrow{a=2c} \boxed{2c = 2 + b}$$

$$(2)\ 3a = 6 + b + c \xrightarrow{a=2c} 3(2c) = 6 + b + c \Rightarrow \boxed{5c = 6 + b}$$

حالا با حل یک دستگاه دو معادله دو مجهول ساده، b و c به دست می‌آیند.

$$\begin{cases} 2c = 2 + b \\ 5c = 6 + b \end{cases} \longrightarrow b = \frac{2}{3},\ c = \frac{4}{3}$$

پس a هم برابر $\frac{8}{3}$ میشه! $\left(a = 2c = 2\left(\frac{4}{3}\right) = \frac{8}{3}\right)$

$$\frac{1}{1}Cu + \frac{\frac{8}{3}}{\quad}HNO_3 \longrightarrow \frac{1}{1}Cu(NO_3)_2 + \frac{\frac{2}{3}}{\quad}NO + \frac{\frac{4}{3}}{\quad}H_2O$$

اقدام ضربتی! همه‌ی ضرایب را در عدد (۳) ضرب می‌کنیم تا ضرایب کسری نابود شود!

$$\frac{3}{3}Cu + \frac{8}{\quad}HNO_3 \longrightarrow \frac{3}{3}Cu(NO_3)_2 + \frac{2}{\quad}NO + \frac{4}{\quad}H_2O$$

معادله‌ی واکنش (II) هم به همین روش موازنه میشه! دیگه زحمتشو خودتون بکشید.

قلب! معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش‌ها این‌جوری می‌شه!

$$I)\ 3Cu(s) + 8HNO_3(aq) \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$$

$$II)\ Cu(s) + 4HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

و اما عبارت‌ها:

آ) ضریب NO و NO_2 در دو واکنش برابر است.

ب) مجموع ضرایب مواد در واکنش (I) و (II) به ترتیب برابر ۲۰ و ۱۰ است.

پ) درسته! NO بی‌رنگ و NO_2 قهوه‌ای‌رنگ است.

ت) در صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی واکنش روبه‌رو را مشاهده می‌کنید:

$$2NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$$

با توجه به معادله‌ی واکنش، به ازای ۲ مول NO_2، ۲ مول O_3 تولید می‌شود.

Scanned with CamScanner

۳۴۰- گزینه(۱) لطفاً به تمرین ۲ کادر بالا مراجعه کنید.

تمرین در واکنش $IO_3^- + I^- + H^+ \longrightarrow I_2 + H_2O$، پس از موازنه نسبت ضریب I_2 به ضریب I^- کدام است؟ *(المپیاد شیمی ۷۸)*

۱) $\frac{3}{5}$ ☑ ۲) $\frac{5}{3}$ ۳) $\frac{6}{5}$ ۴) $\frac{1}{5}$

۳۴۱- گزینه(۳) Ag در هر دو طرف معادله در ساختار یک ماده وجود دارد. واضح است که ضریب این دو ماده باید با هم برابر باشد. ضریب هر دو را a در نظر می‌گیریم. با توجه به H_2O در سمت چپ و OH^- در سمت راست نیز واضح است که ضریب OH^- باید دو برابر ضریب H_2O باشد. ضریب H_2O را c و ضریب OH^- را (۲c) در نظر می‌گیریم و به بقیه‌ی گونه‌ها نیز یک ضریب مشخص می‌دهیم:

$$\frac{a}{}Ag + \frac{b}{}CN^- + \frac{c}{}H_2O + \frac{d}{}O_2 \longrightarrow \frac{a}{}Ag(CN)_2^- + \frac{2c}{}OH^-$$

موازنه‌ی N و C: $b = 2a$

موازنه‌ی O: $c + 2d = 2c$ $\xrightarrow{a=1\ \text{فرض}}$ $\begin{cases} b = 2 \\ c = \frac{1}{2} \\ d = \frac{1}{4} \end{cases}$ $\xrightarrow{\times 4}$ $\begin{cases} a = 4 \\ b = 8 \\ c = 2 \\ d = 1 \end{cases}$

موازنه‌ی بار: $b = a + 2c$

مثال موازنه‌ی اتم‌های O،N،C و موازنه‌ی بار را می‌نویسیم:

Scanned with CamScanner

۳۵۷- گزینه(۲) *کمربندها رو ببندین! با یه سؤال فوق‌العاده سخت روبه‌رو هستیم!*

کسر مولی کربن دی‌اکسید در مخلوط آن با اکسیژن را x در نظر می‌گیریم:

$$\text{جرم مولی مخلوط کربن دی‌اکسید و اکسیژن} = (x \times ۴۴) + (۱-x)\,۳۲ = ۱۲x + ۳۲$$

$$\text{جرم مولی گاز نیتروژن} = ۱۴ \times ۲ = ۲۸\ g.mol^{-۱}$$

با استفاده از نسبت چگالی گازها، خواهیم داشت:

$$\frac{\text{چگالی مخلوط } CO_۲ \text{ و } O_۲}{\text{چگالی } N_۲} = \frac{\text{جرم مولی مخلوط } CO_۲ \text{ و } O_۲}{\text{جرم مولی } N_۲} = ۱/۳۵۷ = \frac{۱۲x+۳۲}{۲۸} \Longrightarrow ۳۷/۹۹۶ = ۱۲x + ۳۲$$

$$\xrightarrow{\text{کسر مولی } O_۲ \text{ در مخلوط } CO_۲ \text{ و } O_۲} \text{کسر مولی } CO_۲ \text{ در مخلوط } CO_۲ \text{ و } O_۲ \Rightarrow x = ۰/۵ = O_۲ \quad :۱-x = ۱-۰/۵ = ۰/۵$$

سؤال از ما نسبت جرم $O_۲$ به $CO_۲$ را در مخلوط خواسته است. فرض کنید ۱ مول از مخلوط $CO_۲$ و $O_۲$ داریم. با توجه به کسر مولی‌ها خواهیم داشت:

$$\text{تعداد مول } CO_۲ \text{ در مخلوط} = ۰/۵ \times ۱ = ۰/۵\ mol \Longrightarrow \text{جرم } CO_۲ \text{ در مخلوط} = ۰/۵\ mol \times \frac{۴۴\ g}{۱\ mol} = (۰/۵ \times ۴۴)\ g$$

$$\text{تعداد مول } O_۲ \text{ در مخلوط} = ۰/۵ \times ۱ = ۰/۵\ mol \Longrightarrow \text{جرم } O_۲ \text{ در مخلوط} = ۰/۵\ mol \times \frac{۳۲\ g}{۱\ mol} = (۰/۵ \times ۳۲)\ g$$

$$\frac{\text{جرم } O_۲ \text{ در مخلوط}}{\text{جرم } CO_۲ \text{ در مخلوط}} = \frac{۰/۵ \times ۳۲}{۰/۵ \times ۴۴} = \frac{۳۲}{۴۴}$$

۳۵۸- گزینه(۱)

Scanned with CamScanner

۳۴۸- گزینه ۲ به تمرین ۱ کادر «۶۶» مراجعه کنید.

تمرین مطابق جدول زیر، یک نمونه گاز N_2 طی فرایندی از حالت (۱) به حالت (۲) رسیده است. نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ برابر است با: (المپیاد شیمی ۸۹)

خاصیت	حالت (۲)	حالت (۱)
دما (کلوین)	۳۵۰	۴۵۰
حجم (لیتر)	۲۸	۴۰
فشار (کیلوپاسکال)	P_2	P_1

۱) ۰/۹۰
☑ ۲) ۱/۱۱
۳) ۰/۵۴
۴) ۱/۸۴

۳۴۹- گزینه ۴ ابتدا باید دماها را به کلوین تبدیل کنیم:

$$T_1 = ۲۷(^\circ C) + ۲۷۳ = ۳۰۰$$

$$T_2 = -۳(^\circ C) + ۲۷۳ = ۲۷۰$$

در قدم بعدی حجم بالون را در سطح زمین و پس از بالارفتن می‌یابیم!

$$V_1 = \frac{۴}{۳}\pi r_1^۳ = \frac{۴}{۳}\pi(۱)^۳ = \frac{۴}{۳}\pi$$

$$V_2 = \frac{۴}{۳}\pi r_2^۳ = \frac{۴}{۳}\pi(۳)^۳ = ۲۷ \times \frac{۴}{۳}\pi$$

فرض! فشار هوا در سطح زمین را ۱atm در نظر گرفته و داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{۱ \times \frac{۴}{۳}\pi}{۳۰۰} = \frac{P_2 \times ۲۷ \times \frac{۴}{۳}\pi}{۲۷۰} \Rightarrow P_2 = \frac{۲۷۰}{۳۰۰ \times ۲۷} = \frac{۱}{۳۰}$$

۳۵۰- گزینه ۲ با توجه به رابطه‌ی بین حجم، فشار و دمای یک گاز، تغییرات حجم را در حالت‌های داده‌شده می‌یابیم!

آ) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow[T_2 = \frac{۱}{۲}T_1]{P_2 = ۲P_1} \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{۲P_1 \times V_2}{\frac{۱}{۲}T_1} \Rightarrow \frac{۱}{۲}V_1 = ۲V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۱}{۴}V_1$

ب) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow[T_2 = \frac{۳}{۴}T_1]{P_2 = \frac{۱}{۲}P_1} \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{\frac{۱}{۲}P_1 \times V_2}{\frac{۳}{۴}T_1} \Rightarrow \frac{۳}{۴}V_1 = \frac{۱}{۲}V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۳}{۲}V_1$

پ) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow[T_2 = \frac{۲}{۳}T_1]{P_2 = \frac{۱}{۲}P_1} \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{\frac{۱}{۲}P_1 \times V_2}{\frac{۲}{۳}T_1} \Rightarrow \frac{۲}{۳}V_1 = \frac{۱}{۲}V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۴}{۳}V_1$

ت) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow[T_2 = \frac{۱}{۲}T_1]{P_2 = \frac{۱}{۴}P_1} \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{\frac{۱}{۴}P_1 \times V_2}{\frac{۱}{۲}T_1} \Rightarrow \frac{۱}{۲}V_1 = \frac{۱}{۴}V_2 \Rightarrow V_2 = ۲V_1$

با توجه به این‌که سؤال، پاسخ درست (آ) و (ب) و پاسخ نادرست (پ) و (ت) را می‌خواهد، جواب گزینه‌ی (۲) است.

Scanned with CamScanner

۳۴۴- گزینه ۴ اول بریم ببینیم X کدوم اتمه!

در این راستا، همه‌ی اتم‌ها را در ساختار لوویس داده‌شده، هشت‌تایی می‌کنیم:

$$\left[X\equiv X-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{X}}-X\equiv X:\right]^{1+}$$

بار یون (q) = (مجموع تعداد الکترون‌های به کار رفته در ساختار لوویس) − (مجموع عدد یکان شماره‌ی گروه اتم‌ها)

$+1 = 5(X) - 24 \Rightarrow X = 5 \Rightarrow$ اتم X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

X در گروه پانزدهم (ns^2np^3) و تناوب دوم ($n=2$) جدول قرار دارد؛ بنابراین X همان اتم نیتروژن است.

$$X: \ldots 2s^2 2p^3 \Rightarrow [{}_2He]\ \underbrace{2s^2 2p^3}_{\text{لایه‌ی ظرفیت}} \Rightarrow X = {}_7N$$

قلب! بریم سراغ عبارت‌ها،

آ) در ساختار الکترون ـ نقطه‌ای N، سه الکترون تک وجود دارد. این عبارت که درسته!

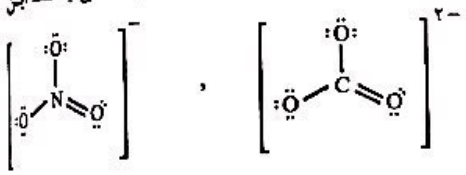
ساختار الکترون ـ نقطه‌ای N $\Rightarrow \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{N}}\cdot$

ب) ببینیم! X_3^- همان یون N_3^- است و ساختار لوویس آن به صورت زیر می‌باشد. (اگه تو رسم ساختار لوویس N_3^- مشکل دارید حتماً یه سری به کادرهای قبلی بزنید!)

$$\left[:N\equiv N-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{N}}-N\equiv N:\right]^{1+} \Rightarrow \text{مجموع تعداد الکترون‌های ناپیوندی} = 8e^- \quad \text{یا همان} \quad \left[\ddot{N}=N=\ddot{N}:\right]^-$$

این عبارت هم درسته!

پ) ساختار لوویس دو گونه در صورتی مشابه است که تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی اتم‌های مرکزی و کناری در آن‌ها یکسان باشد. این قضیه در مورد یون XO_3^{2-} یا همان NO_3^- و CO_3^{2-} صدق می‌کنه. ببینید!



پس این عبارت هم درسته!

ت) بیایید ساختار لوویس یون NO_3^- و مولکول NO_2 را رسم کنیم ببینیم اوضاع چه‌جوریه! اتم N هشت‌تایی شده است. $\Rightarrow NO_3^-: \left[\ddot{O}-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{N}}=\ddot{O}\right]^-$

اتم N یک الکترون تک دارد و هشت‌تایی نشده است. $\Rightarrow NO_2: \ddot{O}-\dot{N}=\ddot{O}$

پس این عبارت هم درسته!

۳۴۵- گزینه ۴ اول از همه! حجمی از سطح زمین که توسط اوزون اشغال می‌شود را می‌حسابیم!

$$2\,mm = 2\times10^{-3}\,m$$

$$\text{حجم} = \text{سطح} \times \text{ضخامت} = 1\,m^2 \times 3\times10^{-3}\,m = 3\times10^{-3}\,m^3 = 3\,L$$

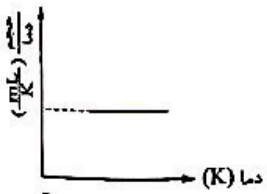
می‌دانیم که یک مول از هر گازی در شرایط STP (فشار ۱atm و دمای ۰°C)، ۲۲/۴ لیتر حجم دارد؛ بنابراین با یه تناسب ساده خواهیم داشت:

مول اوزون		لیتر اوزون
۱	$\Rightarrow$	۲۲/۴
x	$\Rightarrow$	۳

$$\Rightarrow x = \frac{3}{22/4} = 0/13\,mol$$

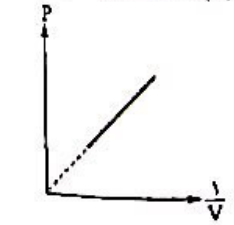
۳۴۶- گزینه ۳ عبارت‌های «آ»، «ب» و «پ» برای تکمیل جمله‌ی داده‌شده مناسب‌اند.

آ) طبق قانون شارل، برای مقدار معینی از یک گاز در فشار ثابت، نسبت حجم به دمای کلوین ($\frac{V}{T}$) همیشه برابر با مقدار ثابتی است ($\frac{V}{T}=K$). پس نمودار $\frac{V}{T}$ برحسب T (و یا برحسب V) یک خط افقی موازی محور x ها است:



ب) طبق قانون بویل، برای مقدار معینی از یک گاز در دمای ثابت، فشار گاز (P) با معکوس حجم ($\frac{1}{V}$) رابطه‌ی مستقیم دارد:

$$PV = K \Rightarrow \underbrace{P}_{y} = K\underbrace{\frac{1}{V}}_{x} \Rightarrow y = ax \quad \text{نمودار}$$



Scanned with CamScanner

۳۵- گزینه ۲) لطفاً به تمرین ۲ کادر «۶۷» مراجعه کنید.

۳۶- گزینه ۳) عبارت‌ها را *یکی‌یکی* بررسی می‌کنیم:

قانون آووگادرو، در دما و فشار یکسان، حجم‌های برابر از گازهای مختلف، تعداد مول یا مولکول یکسانی دارند. پس این عبارت *درسته*

یم که تعداد مولکول‌های گازها با هم برابر است. در هر مولکول متان، تعداد اتم بیشتری وجود دارد؛ بنابراین تعداد اتم‌های موجود در

متان از همه بیشتر است. *این یکی هم درسته*

دما و فشار یکسان، چگالی گازها با جرم مولی نسبت مستقیم دارد. جرم مولی همه‌ی گازهای داده‌شده به صورت زیر است:

CO_2 جرم مولی: $12+2(16)=44$

CH_4 جرم مولی: $12+4(1)=16$

NH_3 جرم مولی: $14+3(1)=17$

Cl_2 جرم مولی: $2(35/5)=71$

ه به این‌که جرم مولی Cl_2 از بقیه‌ی گازها بیشتر است، چگالی آن از همه بیشتر است. *این هم درسته*

واردکردن محتویات هر ۴ بادکنک ۱ لیتری درون یک بادکنک ۴ لیتری، تعداد مول گاز در مخلوط نهایی نسبت به حالت اولیه چهار برابر

$n_2=)$ شده است. با استفاده از قانون گازها خواهیم داشت:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{n_2T_2\times V_1}{n_1T_1\times V_2}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{\cancel{4n_1}\times\cancel{T_1}\times\cancel{V_1}}{\cancel{n_1}\times\cancel{T_1}\times\cancel{4V_1}}=1$$

ن فشار گاز در مخلوط نهایی با فشار اولیه‌ی هر یک از بادکنک‌ها برابر است و این عبارت نادرست است.

بارت درست بودند و *جواب میشه گزینه‌ی (۳)*.

۳۶۱- گزینه ۴) نسبت تعداد ذره‌ها با نسبت تعداد مول‌ها برابر است. با استفاده از قانون ترکیبی گازها برای دو ارتفاع دلخواه مثلاً ۱۶

کیلومتری خواهیم داشت:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{۶۲\times\cancel{V_1}}{۲۷\times۲۲۰}=\frac{۱۰۴\times\cancel{V_1}}{n_2\times۲۱۷}\Rightarrow n_2=X=۴۶$$

۳۶۲- گزینه ۳) طراح *فرموده!* فشار ثابت است؛ پس $P_1=P_2$. از طرفی با توجه به شکل مشخص است که حجم ظرف قبل از واکنش با

ظرف؛ پس از واکنش برابر است پس $V_1=V_2$. با توجه به رابطه‌ی قانون ترکیبی گازها خواهیم داشت:

$$\frac{\cancel{P_1}V_1}{n_1T_1}=\frac{\cancel{P_2}V_2}{n_2T_2}\Rightarrow n_2T_2=n_1T_1\Rightarrow n_2=\frac{n_1\times T_1}{T_2}=\frac{n_1\times۱۵۰}{۳۰۰}\Rightarrow n_2=\frac{1}{2}n_1$$

این پس از انجام واکنش، تعداد مول‌های گازی $\frac{1}{2}$ برابر شده است؛ از این رو تعداد مول‌ها در سمت فراورده‌ها باید نصف تعداد مول‌ها در سمت

ش‌دهنده‌ها باشد. *فقط گزینه‌ی (۳) ما رو به مراد دلمون می‌رسونه و بس!*

$$\underbrace{A(g)+B_2(g)}_{\text{۲ مول گاز}}\longrightarrow\underbrace{AB_2(g)}_{\text{۱ مول گاز}}$$

۳۶۳- گزینه ۳) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو است:

$$2SO_2+O_2\longrightarrow 2SO_3$$

باید تعداد مول SO_2 را به دست آوریم. می‌دانیم که ۱ مول از هر گازی در دمای $0^\circ C$ و فشار ۱atm حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارد؛ بنابراین با

فاده از قانون ترکیبی گازها می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{1\times273}=\frac{2/4\times56}{n_2\times(54/6+273)}\Rightarrow n_2=5\ mol$$

حساب می‌کنیم به ازای مصرف ۵ مول SO_2، مطابق واکنش داده‌شده چند مول SO_2 تولید می‌شود:

$$5\ \cancel{mol\ SO_2}\times\frac{2\ mol\ SO_3}{2\ \cancel{mol\ SO_2}}=5\ mol\ SO_3$$

۳۶۴- گزینه ۳) معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو است:

$$2Al(s)+6HCl(aq)\longrightarrow 2AlCl_3(aq)+3H_2(g)$$

ها با مقایسه با شرایط STP، تعداد مول گاز هیدروژن را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{1\times273}=\frac{1/5\times2}{n_2\times(91+273)}\Rightarrow n_2=0/1\ mol$$

وجه به استوکیومتری واکنش خواهیم داشت:

$$0/1\ \cancel{mol\ H_2}\times\frac{2\ \cancel{mol\ Al}}{3\ \cancel{mol\ H_2}}\times\frac{27\ g\ Al}{1\ \cancel{mol\ Al}}=1/8\ g\ Al$$

۳۶۵- گزینه ۱) *اول از همه!* معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش‌ها:

$$2KMnO_4(s)\longrightarrow K_2MnO_4(s)+MnO_2(s)+O_2(g)$$

$$MnO_2(s)+4HCl(aq)\longrightarrow MnCl_2(aq)+2H_2O(l)+Cl_2(g)$$

ما باید ببینیم در واکنش دوم، چند مول گاز کلر تولید شده است:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}\Rightarrow\frac{1\times22/4}{1\times273}=\frac{0/8\times7}{n_2\times273}\Rightarrow n_2=0/25\ mol\ Cl_2$$

وجه به این‌که ضریب استوکیومتری Cl_2 با MnO_2 یکسان است، بنابراین ۰/۲۵ مول MnO_2 در واکنش‌ها داشته‌ایم. *الا* حساب می‌کنیم همزمان با تولید

۰/۱ مول MnO_2 در واکنش اول، چند لیتر O_2 در شرایط STP تولید شده است:

$$0/25\ \cancel{mol\ MnO_2}\times\frac{1\ \cancel{mol\ O_2}}{1\ \cancel{mol\ MnO_2}}\times\frac{22/4\ L\ O_2}{1\ \cancel{mol\ O_2}}=5/6\ L\ O_2$$

Scanned with CamScanner

تمرین با چند مورد از روش‌های زیر می‌توان حجم مقدار معینی از یک گاز را چهار برابر کرد؟

آ) نصف‌کردن فشار و دو برابر کردن دمای برحسب کلوین آن

ب) دو برابر کردن فشار و دمای برحسب کلوین آن

پ) نصف‌کردن فشار و دمای برحسب کلوین آن

ت) دو برابر کردن فشار و نصف‌کردن دمای برحسب کلوین آن

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱ ☑

۳۵۱- گزینه ۲ سری به تمرین ۲ کادر «۶۶» بزنید.

۳۵۲- گزینه ۱ لطفاً به تمرین ۳ کادر «۶۶» مراجعه کنید.

تمرین دمای گازی $127\,^{\circ}C$ است. اگر فشار آن را ٪۲۵ افزایش دهیم و حجم آن در این فرایند ٪۳۶ کاهش یابد، دمای گاز چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟

۱) ۴۰ ۲) ۴۷ ☑ ۳) ۵۶ ۴) ۶۵

۳۵۳- گزینه ۲ می‌دانید که حجم مولی گازها در شرایط STP (فشار ۱atm و دمای $0\,^{\circ}C$) برابر با ۲۲/۴ لیتر است. با استفاده از قانون ترکیبی گازها خواهیم داشت:

$P_1 = 1\,atm = 760\,mmHg \qquad P_2 = 218\,mmHg$

$T_1 = 0\,^{\circ}C = 273\,K \qquad T_2 = -45\,^{\circ}C + 273 = 228\,K$

$V_1 = 22/4\,L \qquad V_2 = ?$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{760\times 22/4}{273} = \frac{218\times V_2}{228} \Rightarrow V_2 = \frac{760\times 22/4\times 228}{273\times 218} \simeq 65/2\,L$$

۳۵۴- گزینه ۲ با استفاده از رابطه‌ی فشار ـ حجم یک گاز در دمای ثابت خواهیم داشت:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 1/2\times 77 = 1\times V_2 \Rightarrow V_2 = 92/4\,L$$

و در آخر محاسبه‌ی درصد تغییرات حجم:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{V_2 - V_1}{V_1}\times 100 = \frac{92/4 - 77}{77}\times 100 = +٪20$$

۳۵۵- گزینه ۴ *برادر و آگاه باشید!* که چگالی مخلوط گازها را می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

$$\text{چگالی مخلوط گازها} = \text{درصد جرمی گاز(۱)} \times \text{(چگالی گاز(۱))} + \text{درصد جرمی گاز(۲)} \times \text{(چگالی گاز(۲))} + \cdots$$

ابتدا چگالی He و N_2 را در شرایط STP به دست می‌آوریم. ۱ مول هلیم که جرمی برابر ۴ گرم دارد، در شرایط STP حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر را اشغال می‌کند؛ به همین ترتیب ۱ مول گاز نیتروژن که جرمی برابر ۲۸ (۲×۱۴=۲۸) گرم دارد، در شرایط STP حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{چگالی}\,(g.L^{-1}) = \frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{حجم}\,(L)} \Rightarrow \begin{cases} \text{چگالی He}: \frac{4}{22/4} \simeq 0/179\,g.L^{-1} \\ \text{چگالی } N_2: \frac{28}{22/4} = 1/25\,g.L^{-1} \end{cases}$$

درصد جرمی He را x در نظر می‌گیریم و از رابطه‌ی اولیه‌ای که گفتیم، استفاده می‌کنیم:

$$0/423 = (x\times 0/179) + (1-x)\times 1/25 \Rightarrow 1/25x - 0/179x = 0/827 \Rightarrow x \simeq ٪77/2$$

۳۵۶- گزینه ۳ می‌دانید که در دما و فشار یکسان، نسبت چگالی گازها با نسبت جرم مولی آن‌ها یکسان است؛ یعنی:

$$\frac{\text{چگالی گاز } A_1}{\text{چگالی گاز } A_2} = \frac{\text{جرم مولی گاز } A_1}{\text{جرم مولی گاز } A_2} \Rightarrow \frac{\text{چگالی گاز } CO_2}{\text{چگالی هوا}} = \frac{\text{جرم مولی } CO_2}{\text{جرم مولی هوا}}$$

پس ابتدا باید جرم مولی هوا را به کمک فرمول زیر به دست آوریم:

$$\text{جرم مولی مخلوط گازها} = \text{کسر مولی گاز (۱)} \times \text{(جرم مولی گاز (۱))} + \text{کسر مولی گاز (۲)} \times \text{(جرم مولی گاز (۲))} + \cdots$$

منظور از کسر مولی هر گاز در یک مخلوط گازی، نسبت تعداد مول آن گاز به مجموع تعداد مول همه‌ی گازهای موجود در مخلوط است.

بر طبق قانون آووگادرو، در دما و فشار یکسان، حجم یکسانی از گازهای مختلف، تعداد مول‌های یکسانی از گازها را شامل می‌شود؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که طبق این قانون در دما و فشار یکسان، درصد حجمی گازها با کسر مولی آن‌ها برابر است؛ پس می‌توانیم تو رابطه‌ی جرم مولی مخلوط گازها، به جای کسر مولی از درصد حجمی گازها استفاده کنیم؛ بنابراین داریم:

$$\text{جرم مولی هوا}: \underbrace{(0/78\times 28)}_{N_2} + \underbrace{(0/21\times 32)}_{O_2} + \underbrace{(0/01\times 40)}_{Ar} = 28/96\,g.mol^{-1}$$

$$\frac{\text{چگالی گاز } CO_2}{\text{چگالی هوا}} = \frac{\text{جرم مولی } CO_2}{\text{جرم مولی هوا}} = \frac{44\,g.mol^{-1}}{28/96} = 1/5$$

دیگه داره تموم میشه!

Scanned with CamScanner

قانون ترکیبی گازها (قسمت اول)

خواندیم و دیدیم! که حجم مقدار معینی گاز در دمای ثابت، با فشار آن رابطه‌ی عکس دارد (قانون بویل) و از طرفی در فشار ثابت، حجم گاز با دما (برحسب کلوین) رابطه‌ی مستقیم دارد (قانون شارل). **خلاصه** اگر فشار و دما هم‌زمان با هم تغییر کنند چه بلایی بر سر این حجم بیچاره می‌یاد؟! با ترکیب قوانین بویل و شارل خواهیم داشت:

برای مقدار معینی از یک گاز $\Longrightarrow$ $\begin{cases} V \propto \frac{1}{P} \text{ (قانون بویل)} \\ V \propto T \text{ (قانون شارل)} \end{cases} \Longrightarrow V \propto \frac{T}{P} \Longrightarrow V = \text{عدد ثابت} \times \frac{T}{P} \Longrightarrow \boxed{\frac{PV}{T} = \text{عدد ثابت}}$

نتیجه‌گیری برای مقدار معینی از یک گاز، حاصل‌ضرب فشار گاز در حجم آن، تقسیم بر دمای گاز برحسب کلوین همواره عدد ثابتی است؛ پس اگر در یک فرایند، فشار، حجم و دمای مقدار معینی گاز از P_1 ، V_1 ، T_1 به P_2 ، V_2 ، T_2 برسد، خواهیم داشت:

$$\underbrace{\frac{P_1V_1}{T_1}}_{\text{حالت اولیه}} = \underbrace{\frac{P_2V_2}{T_2}}_{\text{حالت ثانویه}}$$

نکته مراقب باشیم! در رابطه‌ی بالا، دما *فقط و فقط* برحسب کلوین مجاز است؛ اما برای فشار و حجم هیچ محدودیتی وجود ندارد و تنها باید برای هر یک از آن‌ها یکاهای یکسانی استفاده شود.

خب حالا بریم سراغ حل چند تمرین.

تمرین ۱ حجم نمونه‌ای از یک گاز در دمای $0\,^\circ C$ و فشار $1\,atm$ برابر ۹ لیتر است. اگر فشار گاز به $1/5\,atm$ و حجم آن به ۱۰ لیتر برسد، دمای نهایی گاز چند درجه‌ی سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۹۱ ۲) ۱۸۲ ۳) ۳۶۴ ۴) ۴۵۵

جواب: گزینه‌ی «۲» با توجه به اطلاعات داده‌شده، خواهیم داشت:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{1\times 9}{(0+273)} = \frac{1/5\times 10}{T_2} \Longrightarrow T_2 = 455\,K$$

$$T_2(K) = 273 + T_2(^\circ C) \Longrightarrow 455 = 273 + T_2 \Longrightarrow T_2 = 182\,^\circ C$$

تمرین ۲ دمای مقدار معینی گاز را از $-23\,^\circ C$ به $27\,^\circ C$ و فشار آن را از $750\,mmHg$ به $720\,mmHg$ می‌رسانیم. اگر در این فرایند، حجم گاز ۲ لیتر افزایش یابد، حجم اولیه‌ی گاز چند لیتر بوده است؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

جواب: گزینه‌ی «۳»

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Longrightarrow \frac{750\times V_1}{(-23+273)} = \frac{720\times V_2}{(27+273)}$$

$$\Longrightarrow \frac{750\times V_1}{250} = \frac{720\times V_2}{320} \Longrightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{750\times 320}{720\times 250} = \frac{4}{3} \Longrightarrow V_2 = \frac{4}{3}V_1$$

از طرفی سؤال گفته که $V_2 - V_1 = 2$؛ بنابراین خواهیم داشت: $\begin{cases} V_2 = \frac{4}{3}V_1 \\ V_2 - V_1 = 2 \end{cases} \Longrightarrow \frac{4}{3}V_1 - V_1 = 2 \Longrightarrow \frac{1}{3}V_1 = 2 \Longrightarrow V_1 = 6\,L$

شیمی دهم

Scanned with CamScanner

ه‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به صورت روبه‌رو خواهد بود:

$$\underbrace{۴Ag + ۸CN^- + ۲H_۲O + O_۲}_{\text{مجموع ضریب‌ها = ۱۵}} \longrightarrow ۴Ag(CN)_۲^- + ۴OH^-$$

کنش روبه‌رو، پس از موازنه نسبت $\frac{\text{ضریب S}}{\text{ضریب NO}_۲^-}$ کدام است؟

$$PbS + NO_۲^- + H^+ \longrightarrow S + NO + H_۲O + Pb^{۲+}$$

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۴ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$ (المپیاد شیمی ۸۱)

گزینه (۱) به دلایلی کاملاً واضح و روشن! موازنه را با عنصر O شروع می‌کنیم. به ترکیب پیچیده‌ی $H_۲O_۲$ ضریب (۱) می‌دهیم و

بر شدن تعداد اتم‌های O، ضریب $H_۲O$ در سمت راست را برابر (۲) درنظر می‌گیریم.

ت راست با توجه به $\frac{۲}{۱}H_۲O$، ۴ اتم H داریم. در سمت چپ نیز با توجه به $\frac{۱}{۱}H_۲O_۲$، ۲ اتم H داریم؛ بنابراین ضریب H^+ را برابر (۲)

م تا در سمت چپ هم مجموعاً ۴ اتم H داشته باشیم.

$$_Fe^{۲+} + \frac{۱}{۱}H_۲O_۲ + \frac{۲}{۱}H^+ \longrightarrow _Fe^{۳+} + \frac{۲}{۱}H_۲O$$

عنصر Fe نمی‌توان ادامه داد (چرا؟) تازه! موازنه‌ی بار الکتریکی هم دردی رو دوا نمی‌کنه (چرا؟) بنابراین به $Fe^{۲+}$ ضریب مجهول a و به

یب مجهول b را می‌دهیم.

$$\frac{a}{۱}Fe^{۲+} + \frac{۱}{۱}H_۲O_۲ + \frac{۲}{۱}H^+ \longrightarrow \frac{b}{۱}Fe^{۳+} + \frac{۲}{۱}H_۲O$$

باید تعداد اتم‌های Fe و نیز بار الکتریکی در دو سمت معادله موازنه باشند. خواهیم داشت:

$$\text{تعداد اتم‌های Fe در سمت راست = تعداد اتم‌های Fe در سمت چپ، واکنش (۱)} \Longrightarrow a = b$$

$$\text{مجموع بار الکتریکی در سمت راست = مجموع بار الکتریکی در سمت چپ، واکنش (۲)} \Longrightarrow a(+۲) + ۲(+۱) = b(+۳) \Longrightarrow ۲a + ۲ = ۳b$$

این‌که $a = b$ است، می‌توان نوشت:

$$۲a + ۲ = ۳b \xrightarrow{a=b} ۲a + ۲ = ۳a \Longrightarrow a = ۲ \ , \ b = ۲$$

ه‌ی موازنه‌شده‌ی نهایی به‌صورت روبه‌رو است:

$$\frac{۲}{۱}Fe^{۲+} + \frac{۱}{۱}H_۲O_۲ + \frac{۲}{۱}H^+ \longrightarrow \frac{۲}{۱}Fe^{۳+} + \frac{۲}{۱}H_۲O$$

که می‌بینید، مجموع ضرایب استوکیومتری کاتیون‌ها یعنی $Fe^{۲+}$، H^+ و $Fe^{۳+}$ برابر ۶ است.

۳- گزینه (۴) در معادله‌ی واکنش داده‌شده عنصرهای S و As هر دو، در دو سمت معادله فقط در ساختار یک ماده وجود دارند. با

رمول شیمیایی مواد شامل این عناصر، واضح است که ضریب $AsO_۴^{۳-}$ با $AsO_۲^-$ برابر است. این ضریب را b در نظر می‌گیریم. ضریب

یز باید دو برابر ضریب $HS_۲O_۳^-$ باشد. اگر ضریب $HS_۲O_۳^-$ را برابر a در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{a}{۱}HS_۲O_۳^- + \frac{b}{۱}AsO_۴^{۳-} + \frac{c}{۱}H_۲O \longrightarrow \frac{۲a}{۱}SO_۴^{۲-} + \frac{b}{۱}AsO_۲^- + \frac{d}{۱}OH^-$$

ه‌ی بار و موازنه‌ی اتم‌های H و O را می‌نویسیم:

$$\text{موازنه‌ی H}: a + ۲c = d \quad (I)$$

$$\text{موازنه‌ی O}: ۳a + ۳b + c = ۸a + ۲b + d \Longrightarrow ۲b - ۴a + c - d = ۰ \quad (II)$$

$$\text{موازنه‌ی بار}: a + ۳b = ۴a + b + d \Longrightarrow ۲b - ۳a - d = ۰ \quad (III)$$

ر (۱) فرض می‌کنیم:

$$\text{معادله‌ی (I)} \Longrightarrow ۱ + ۲c = d$$

$$\text{معادله‌ی (II)} \Longrightarrow ۲b - ۴ + c - d = ۰ \xrightarrow{d=۲c+۱} ۲b - ۴ + c - ۲c - ۱ = ۰ \Longrightarrow ۲b - c = ۵$$

$$\text{معادله‌ی (III)} \Longrightarrow ۲b - ۳ - d = ۰ \Longrightarrow ۲b - d = ۳ \xrightarrow{d=۲c+۱} ۲b - ۲c - ۱ = ۳ \Longrightarrow ۲b - ۲c = ۴$$

حل یک دستگاه دو معادله دو مجهول ساده، b و c به دست می‌آیند.

$$\begin{cases} ۲b - ۲c = ۴ \\ ۲b - c = ۵ \end{cases} \Longrightarrow b = ۳, c = ۱$$

دن مقدار c در معادله‌ی (I)، d برابر ۳ می‌شود $(۳ = ۱ + ۲(۱))$.

معادله‌ی موازنه‌شده‌ی واکنش به صورت مقابل خواهد بود:

$$HS_۲O_۳^- + ۲AsO_۴^{۳-} + H_۲O \longrightarrow ۲SO_۴^{۲-} + ۲AsO_۲^- + ۲OH^-$$

ور که می‌بینید مجموع ضرایب مواد برابر $(۱۳ = ۳ + ۲ + ۲ + ۱ + ۲ + ۳)$ است.

پس از موازنه، نسبت ضریب استوکیومتری OH^- به $B_۲Cl_۴$ در واکنش مقابل کدام است؟

$$B_۲Cl_۴ + OH^- \longrightarrow BO_۲^- + Cl^- + H_۲O + H_۲$$

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲ (المپیاد شیمی ۹۳)

Scanned with CamScanner