مسأله ۲۲ تجربی ۱۴۰۰

اگر ۱۶ گرم از عنصر A با ۷ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب AX را تشکیل دهد و ۱۲ گرم از عنصر Z با ۲/۸ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب XZ_3 را به وجود آورد. جرم مولی X چند برابر جرم مولی Z و جرم مولی XZ_3 برابر چند گرم است؟ (جرم مولی عنصر A را برابر ۱۲۸ گرم در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۷۰، ۲۶۹ ۲) ۰/۷۰، ۲۹۶

۳) ۰/۸۵، ۲۶۹ ۴) ۰/۸۵، ۲۹۶

پاسخ گزینهٔ ۲

اگر جرم مولی A , X و Z را به‌ترتیب با M_A , M_X و M_Z نشان دهیم:

$$\frac{M_A}{M_X}=\frac{16}{7}\,,\ \frac{3M_Z}{M_X}=\frac{12}{2/8}\Rightarrow\frac{M_Z}{M_X}=\frac{10}{7}$$

قسمت اول

$$\frac{\text{جرم مولی X}}{\text{جرم مولی Z}}=\frac{7}{10}=0/7$$

قسمت دوم

$$\frac{128}{M_X}=\frac{16}{7}\Rightarrow M_X=56$$

$$\frac{56}{M_Z}=0/7\Rightarrow M_Z=80$$

$$KXZ_3=56+3(80)=296\,g\cdot mol^{-1}$$

مسأله ۲۳ ریاضی خارج ۱۴۰۰

اگر برای تشکیل ۶۰ گرم از اکسید یک فلز قلیایی خاکی (از واکنش فلز با اکسیژن)، $۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۳}$ الکترون مبادله شود، جرم اتمی فلز در این اکسید، چند برابر جرم اتمی اکسیژن است؟ $(O = ۱۶g\cdot mol^{-۱})$

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۷۵

۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

پاسخ گزینهٔ ۴

فلزات قلیایی خاکی (گروه دوم) کاتیونی با ظرفیت ۲+ دارند. فرمول اکسید آن‌ها به‌صورت MO می‌باشد. برای تشکیل یک مول MO، دو مول الکترون بین فلز و اکسیژن مبادله می‌شود.

$$۱molMO \sim ۲mole^-$$

اگر جرم مولی فلز M را m فرض کنیم، داریم:

$$۶۰gMO\times\frac{۱molMO}{(m+۱۶)gMO}\times\frac{۲mole^-}{۱molMO}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e^-}{۱mole^-}$$

$$=۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۳}e^-$$

$$\Rightarrow\frac{\text{جرم M}}{\text{جرم O}}=\frac{۲۴}{۱۶}=۱/۵$$

مسأله ۳۲ تجربی خارج ۹۸

اگر در مقدار معینی از یک نمونهٔ آب به ترتیب ۱۹۵ و ۱۸۴ گرم از یون‌های Zn^{2+} و Na^{+} و مقدار کافی از SO_4^{2-} وجود داشته باشد، پس از تبخیر آب، تفاوت جرم نمک بدون آب سدیم با جرم نمک بدون آب روی، چند گرم است؟

$(O=16, Na=23, S=32, Zn=65 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۹۴ ۴) ۱۱۲

پاسخ گزینهٔ ۲

به ازای هر مول Zn^{2+}، یک مول $ZnSO_4$ حاصل می‌شود:

$$1\,Zn^{2+} \sim 1\,ZnSO_4$$

$$\frac{\text{mol } Zn^{2+}}{1} = \frac{\text{mol } ZnSO_4}{1} \Rightarrow \frac{195}{65} = \frac{x}{161}$$

$$\Rightarrow x = 483\,g\ ZnSO_4$$

به ازای هر دو مول Na^{+}، یک مول Na_2SO_4 پدید می‌آید:

$$2Na^{+} \sim 1\,Na_2SO_4$$

$$\frac{\text{mol } Na^{+}}{2} = \frac{\text{mol } Na_2SO_4}{1} \Rightarrow \frac{184}{2\times 23} = \frac{y}{142}$$

$$\Rightarrow y = 568g\ Na_2SO_4$$

$$y - x = 568 - 483 = 85\,g$$

قسمت ۵ انواع غلظت

- غلظت مولی یک ماده در محلول آن:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (میلی‌لیتر)}} \times ۱۰۰۰$$

- درصد جرمی یک ماده در محلول آن:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰۰$$

- غلظت ppm یک ماده در محلول آن:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times ۱۰^{۶}$$

- روابط میان انواع غلظت:

درصد جرمی (بدون ٪) ←

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ \times \boxed{a} \times \boxed{d}}{\text{جرم مولی حل‌شونده}}$$

چگالی محلول (گرم بر میلی‌لیتر) ←

$$\text{ppm} = ۱۰^{۴} \times \text{درصد جرمی}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{ppm} \times d}{\text{جرم مولی حل‌شونده} \times ۱۰۰۰}$$

مسأله ۵۴ تجربی خارج ۱۴۰۰

انحلال‌پذیری سدیم کلرید در دمای $25^{\circ}C$، برابر ۳۶ گرم است. اگر ۴۱۶ گرم سدیم کلرید را در این دما درون یک کیلوگرم آب بریزیم، چند مورد از مطالب زیر برای تشکیل یک مخلوط سیرشدهٔ همگن، درست است؟

- **٪۵ / ۱۵ از جرم آغازی حلال، آب اضافه شود.**
- **٪۴ / ۱۱ از جرم محلول موجود، نمک اضافه شود.**
- **٪۵ / ۱۳ از جرم آغازی نمک، از ظرف خارج شود.**
- **٪۵ / ۷ از جرم آغازی نمک، آب از ظرف خارج شود.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ گزینهٔ ۲

عبارت‌های اول و سوم درستند.

ابتدا وضعیت محلول تهیه شده (۴۱۶ گرم $NaCl$ در ۱۰۰۰ گرم آب) را مشخص می‌کنیم. در ۱۰۰ گرم آب، ۳۶ گرم نمک می‌تواند حل شود. پس ۱۰۰۰ گرم آب، ۳۶۰ گرم نمک را می‌تواند در خود حل کرده و محلول سیرشده پدید آورد. بنابراین محلول به‌دست آمده، سیر شده است و در ضمن، مقداری از نمک افزوده شده هم ته‌نشین شده است:

$$۴۱۶ - ۳۶۰ = ۵۶g$$ (جرم نمک ته‌نشین شده)

حالا به بررسی عبارت‌ها می‌پردازیم:

عبارت اول: باید حساب کنیم برای حل شدن ۵۶ گرم نمک ته‌نشین شده، چند گرم آب لازم است:

$$۵۶ \times \frac{۱۰۰}{۳۶} = \frac{۱۴۰۰}{۹} g\ H_۲O \Rightarrow \frac{\frac{۱۴۰۰}{۹}}{۱۰۰۰} \times ۱۰۰ \simeq ٪۱۵/۵$$

عبارت دوم: برای تشکیل محلول سیرشدهٔ همگن، لازم است آب افزوده شود، نه نمک!

عبارت سوم: باید حساب کنیم نمک ته‌نشین شده چند درصد نمک اولیهٔ افزوده شده است: $\frac{۵۶}{۴۱۶} \times ۱۰۰ \simeq ٪۱۳/۵$

عبارت چهارم: نادرستی این عبارت در بررسی عبارت دوم، مشخص گردید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مسأله
۱۶۱
تجربی ۱۴۰۰

۱۱/۲ لیتر مخلوطی از گازهای اتان، اتن و اتین در شرایط STP، با ۰/۱۵ مول گاز هیدروژن به طور کامل واکنش می‌دهد و فراورده‌های سیر شده، تشکیل می‌شود. اگر شمار مول‌های اتن و اتین در این مخلوط با هم برابر باشد، چند درصد از مول‌های مخلوط اولیه را گاز اتان تشکیل می‌دهد؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

پاسخ گزینهٔ ۴ اگر تعداد مول C_2H_6 , C_2H_4 و C_2H_2 در مخلوط را به‌ترتیب، x , y و z در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} x+y+z=(\frac{11/2}{22/4})mol=0/5mol \\ y+2z=0/15 \quad , \quad y=z \end{cases}$$

نتیجه می‌شود که $3z=0/15$، یعنی $z=0/05$، پس y هم برابر $0/05$ مول است. بنابراین:

$$x+0/05+0/05=0/5 \rightarrow x=0/4mol$$

$$\Rightarrow \text{درصد مولی اتان}=\frac{0/4}{0/5}\times 100=\%80$$

توجه: هر مول اتن، یک مول H_2 و هر مول اتین، دو مول H_2 جذب می‌کند تا به حالت سیرشده (اتان) برسد.

پایهٔ دوازدهم
شیمی ۳

فصل	قسمت	عنوان	مسائل
اول	۱۶	استوکیومتری واکنش‌ها ـ چربی و صابون	۱۶۲ تا ۱۶۳
	۱۷	درجهٔ یونش ـ رابطهٔ غلظت مولی محلول یک اسید یا باز با غلظت هر یک از گونه‌های حل شده	۱۶۴ تا ۱۶۷
	۱۸	ثابت یونش اسید و باز	۱۶۸ تا ۱۷۲
	۱۹	pH محلول اسید HA	۱۷۳ تا ۱۹۱
	۲۰	pH محلول باز BOH	۱۹۲ تا ۱۹۴
	۲۱	تغییر pH محلول در اثر رقیق شدن آن	۱۹۵ و ۱۹۶
	۲۲	تعیین pH حاصل از مخلوط شدن چند محلول	۱۹۷ تا ۲۰۰
	۲۳	استوکیومتری واکنش‌ها ـ ثابت یونش ـ pH	۲۰۱ تا ۲۰۷
	۲۴	$[H^+]\cdot[OH^-]=۱۰^{-۱۴}$	۲۰۸ تا ۲۱۱
دوم	۲۵	اکسایش ـ کاهش و تعداد الکترون مبادله شده	۲۱۲ تا ۲۱۷
	۲۶	استوکیومتری ـ سلول گالوانی	۲۱۸ تا ۲۲۱
	۲۷	استوکیومتری ـ سلول الکترولیتی	۲۲۲ تا ۲۲۶
	۲۸	خوردگی آهن	۲۲۷
	۲۹	استوکیومتری ـ تیغهٔ یک فلز در محلول نمک فلز دیگر	۲۲۸ تا ۲۲۹
چهارم	۳۰	انرژی فعال‌سازی	۲۳۰ تا ۲۳۵
	۳۱	ثابت تعادل	۲۳۶تا ۲۴۷
	۳۲	ثابت تعادل و جابه‌جایی تعادل	۲۴۸ تا ۲۵۶

۲۲ ثابت یونش اسید HA: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]}$$

۲۳ درجهٔ یونش و درصد یونش اسید HA: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$\text{درجهٔ یونش} = \alpha = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار مول‌های حل‌شده}}$$

$$\text{درجهٔ یونش} = \alpha \times ۱۰۰ \quad \text{(برحسب ٪ بیان می‌شود)}$$

۲۴ رابطهٔ بین غلظت مولی اسید HA(M) با درجهٔ یونش آن (α) و غلظت هر یک از اجزای موجود در محلول: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+] = \alpha.M \qquad \text{یا} \qquad \alpha = \frac{[H^+]}{M}$$

$$[F^-] = \alpha.M$$

$$[HA] = M - \alpha.M = M(۱ - \alpha)$$

۲۵ رابطهٔ ثابت یونش اسید HA با غلظت مولار و درجهٔ یونش:

$$K_a = \frac{\alpha^۲.M}{۱ - \alpha}$$

(شیمی یازدهم فصل ۱)

⚠ **توجه:** اگر اسید به قدری ضعیف باشد که مقدار α در حد چند صدم باشد، می‌توان از رابطهٔ تقریبی زیر استفاده کرد: $K_a \simeq \alpha^۲.M$

۲۶ رابطهٔ بین غلظت مولی باز یک ظرفیتی با درجهٔ یونش و غلظت یون OH^-: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[OH^-] = \alpha.M \qquad \text{یا} \qquad \alpha = \frac{[OH^-]}{M}$$

۲۷ ثابت یونش باز یک ظرفیتی: $K_b = \frac{\alpha^۲.M}{۱ - \alpha}$ (شیمی دوازدهم فصل ۱)

⚠ **توجه:** اگر مقدار α باز خیلی کم باشد (در حد چند صدم)، می‌توان از رابطهٔ تقریبی زیر استفاده کرد: $K_b \simeq \alpha^۲.M$

۲۸ فرمول مربوط به pH محلول آبی (یا آب خالص):

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$pH = -\log[H^+] \quad \text{یا} \quad [H^+] = ۱۰^{-pH}$$

۲۹ فرمول مربوط به pH محلول اسید HA:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(\alpha.M)$$

$$\alpha.M = ۱۰^{-pH}$$

۳۰ فرمول مربوط به pH محلول باز یک ظرفیتی: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(\alpha.M)$$

$$pH = ۱۴ - pOH \qquad pH = ۱۴ + \log(\alpha.M)$$

۳۱ رابطهٔ pH با pOH در محلول آبی در دمای $۲۵^\circ C$:

$$pH + pOH = ۱۴$$

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

۳۲ رابطهٔ $[H^+]$ با K_a اسید HA: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+]^۲ = K_a \times M \times (۱ - \alpha)$$

توجه: اگر اسید خیلی ضعیف باشد، به طوری که بتوان $۱ - \alpha$ را با تقریب برابر یک در نظر گرفت، می‌توان از رابطهٔ تقریبی زیر استفاده کرد:

$$[H^+]^۲ \simeq K_a.M$$

۳۳ رابطهٔ $[OH^-]$ با K_b در محلول باز یک ظرفیتی:

$$[OH^-]^۲ = K_b \times M \times (۱ - \alpha)$$

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

در محلول باز خیلی ضعیف با فرض $۱ - \alpha \simeq ۱$ می‌توان نوشت:

$$[OH^-]^۲ \simeq K_b.M$$

۳۴ رابطهٔ بین $[H^+]$ با $[OH^-]$ در آب خالص و هر محلول آبی (اسیدی، بازی یا خنثی) در دمای $۲۵^\circ C$: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+].[OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

۳۵ اگر محلول اسید قوی HX (با $\alpha = ۱$) با افزودن آب، رقیق‌تر شده و حجم آن به n برابر حجم اولیه برسد، pH محلول به اندازهٔ $\log n$ افزایش می‌یابد:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$n \text{ مرتبه رقیق‌تر} \Rightarrow pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} + \log n$$

پیوست