پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۱

تست ۱ چند میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار کلسیم کلرید با محلول حاوی ۷۰/۲ گرم صابون جامدی که زنجیر هیدروکربنی آن ۱۲ اتم کربن داشته و دارای یک پیوند دوگانهٔ $(C=C)$ است، به‌طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(C=12, O=16, Na=23, H=1 : g.mol^{-1})$ مربوط به تست ۱۴ ـ آزمون ۱

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰
۳) ۷۵۰ ۴) ۹۰۰

پاسخ: واکنش انجام شده به‌صورت روبه‌رو است:

$$CaCl_2(aq)+2RCOONa(aq)\rightarrow (RCOO)_2Ca(s)+2NaCl(aq)$$

فرمول شیمیایی صابون، با توجه به راهنمایی ارائه شده در صورت سؤال، به‌صورت $C_{11}H_{23}COONa$ است.

روش اول (کسر تبدیل):

$$70/2g\ \text{صابون}\times\frac{1\ mol\ \text{صابون}}{234g\ \text{صابون}}\times\frac{1\ mol\ CaCl_2}{2\ mol\ \text{صابون}}\times\frac{1\ L\ \text{محلول}}{0/2\ mol\ CaCl_2}\times\frac{10^3\ mL\ \text{محلول}}{1\ L\ \text{محلول}}=750\ mL\ \text{محلول}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم صابون}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{میلی‌لیتر محلول}\times\text{غلظت مولی}}{1000\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{70/2}{2\times234}=\frac{0/2\times V}{1000\times1}\Rightarrow V=750\ mL\ \text{محلول}$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{70/2\times1000}{2\times234\times0/2}=?\xrightarrow[\text{در نظر گرفتن صفر و اعشار}]{\text{ساده کردن بدون}}\frac{\overset{3}{\cancel{70}2}}{2\times\cancel{234}\times2}=\frac{3}{4}=0/75$$

پاسخ از جنس ۰/۷۵ است. (پاسخ: ۷۵۰)

گزینهٔ (۳)

تست ۲ ۱۱/۲ لیتر گاز هیدروژن فلوئورید در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب حل می‌شود. اگر درجهٔ یونش اسید برابر ۰/۰۴ باشد، ثابت یونش و غلظت یون هیدرونیوم برحسب مول بر لیتر در محلول به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (شرایط را STP در نظر بگیرید.) مربوط به تست ۱۶ ـ آزمون ۲

۱) $3/2\times10^{-3}$ ـ ۰/۰۸ ۲) $3/2\times10^{-4}$ ـ ۰/۰۴
۳) $3/2\times10^{-3}$ ـ ۰/۰۴ ۴) $3/2\times10^{-4}$ ـ ۰/۰۸

پاسخ: قسمت اول: ابتدا غلظت مولی اسید را تعیین می‌کنیم:

$$M=\frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/5mol}{0/25L}=2mol.L^{-1}$$

$$11/2L\ HF\times\frac{1\ mol\ HF}{22/4L\ HF}=0/5mol\ HF$$

سپس ثابت یونش اسید را محاسبه می‌کنیم:

$$K_a=\frac{M\alpha^2}{1-\alpha}\xrightarrow{\alpha<0/05}K_a=M\alpha^2=2\times(0/04)^2=3/2\times10^{-3}$$

قسمت دوم: محاسبهٔ غلظت مولی یون هیدرونیوم:

$$[H^+]=M\alpha=2\times0/04=0/08mol.L^{-1}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۳ pH یک نمونه محلول ۳/۷۵ گرم بر لیتر یک اسید ضعیف تک پروتون‌دار برابر ۲/۵ است. اگر ثابت یونش این اسید در دمای آزمایش برابر $1/2\times10^{-4}$ باشد، جرم مولی این اسید چند گرم بر مول است؟ مربوط به تست ۱۱ ـ آزمون ۳

۱) ۷۲ ۲) ۵۰
۳) ۶۳ ۴) ۴۲

پاسخ: ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را محاسبه کرده و سپس با استفاده از رابطهٔ ثابت یونش برای اسیدهای ضعیف $(K_a<10^{-3})$ غلظت مولار اسید را تعیین می‌کنیم.

$$[H^+]=10^{-2/5}=10^{-3}\times10^{0/5}=3\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$K_a=\frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}\xrightarrow{K_a<10^{-3}}K_a=\frac{[H^+]^2}{M}\Rightarrow1/2\times10^{-4}=\frac{(3\times10^{-3})^2}{M}\Rightarrow M=7/5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

اگر جرم مولی اسید را x گرم بر مول در نظر بگیریم، داریم:

$$?\frac{g}{L}\ HA=\frac{7/5\times10^{-2}\ mol\ HA}{1\ L\ \text{محلول}}\times\frac{x\ g\ HA}{1\ mol\ HA}=\frac{3/75g\ HA}{1\ L\ \text{محلول}}\Rightarrow x=\frac{3/75}{7/5\times10^{-2}}\simeq50\ g.mol^{-1}$$

گزینهٔ (۲)

تست ۴ pH محلول اسید قوی HA برابر ۰/۷ است. اگر ۵۵۰ میلی‌لیتر از این محلول با ۱۵/۴ گرم سدیم هیدروژن کربنات ناخالص به‌طور کامل واکنش دهد، خلوص سدیم هیدروژن کربنات مصرفی برابر چند درصد است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۳

$(Na=۲۳, C=۱۲, O=۱۶, H=۱ : g.mol^{-۱})$

$NaHCO_۳(s)+HA(aq)\rightarrow NaA(aq)+CO_۲(g)+H_۲O(l)$

۱) ۴۵
۲) ۶۰
۳) ۷۵
۴) ۸۵

پاسخ: ابتدا غلظت اولیه اسید قوی HA را محاسبه می‌کنیم:

$$M=[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۰/۷}=۱۰^{-۱+۰/۳}=۱۰^{-۱}\times ۱۰^{۰/۳}=۱۰^{-۱}\times ۲=۰/۲ mol.L^{-۱}$$

سپس درصد خلوص سدیم هیدروژن کربنات مصرفی را به یکی از روش‌های زیر به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$۵۵۰\times ۱۰^{-۳}\ L \text{ محلول} \times \frac{۰/۲ mol\ HA}{۱\ L \text{ محلول}} \times \frac{۱ mol\ NaHCO_۳}{۱ mol\ HA} \times \frac{۸۴ g\ NaHCO_۳}{۱ mol\ NaHCO_۳} \times \frac{۱۰۰}{\underbrace{P}_{\text{درصد خلوص}}} = ۱۵/۴ g \text{ ناخالص } NaHCO_۳ \Rightarrow P=٪۶۰$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{لیتر محلول اسید}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{ناخالص } NaHCO_۳ \text{ جرم} \times \frac{P}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{۵۵۰\times ۱۰^{-۳}\times ۰/۲}{۱} = \frac{۱۵/۴\times \frac{P}{۱۰۰}}{۱\times ۸۴} \Rightarrow P=٪۶۰$$

میانبر مهاسازی

$$\frac{۵۵۰\times ۱۰^{-۳}\times ۰/۲\times ۸۴}{۱۵/۴}=? \xrightarrow[\text{توجه به صفر و اعشار}]{\text{ساده کردن بدون}} \frac{\overset{۵}{۵۵}\times ۲\times ۸۴}{\underset{۱۴}{۱۵۴}} = \frac{۵\times ۲\times \overset{۶}{۸۴}}{\underset{}{۱۴}} = ۵\times ۲\times ۶ = ۶۰$$

پاسخ از جنس عدد ۶۰ است. (پاسخ: ۶۰)

گزینهٔ (۲)

تست ۵ چنانچه ۲ لیتر از باز ضعیف BOH با pH=۹/۳ بتواند با محلول حاصل از انحلال ۳/۲ گرم گوگرد تری‌اکسید در آب به‌طور کامل خنثی شود، ثابت یونش بازی BOH کدام است؟ $(S=۳۲, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۴

۱) ۲×۱۰^{-۷}
۲) ۱×۱۰^{-۸}
۳) ۵×۱۰^{-۷}
۴) ۴×۱۰^{-۸}

پاسخ: در اثر انحلال گوگرد تری‌اکسید $(SO_۳)$ در آب، مطابق معادلهٔ زیر، اسید دو پروتونهٔ سولفوریک اسید $(H_۲SO_۴)$ تولید می‌شود:

$$SO_۳(g)+H_۲O(l)\rightarrow H_۲SO_۴(aq)$$

ابتدا از جرم $SO_۳$ حل شده و با توجه به واکنش خنثی شدن اسید و باز، مقدار مول و غلظت مولی اولیهٔ باز BOH را محاسبه می‌کنیم:

$$H_۲SO_۴(aq)+۲BOH(aq)\rightarrow B_۲SO_۴(aq)+۲H_۲O(l)$$

$$?\ mol\ BOH = ۳/۲ g\ SO_۳ \times \frac{۱ mol\ SO_۳}{۸۰ g\ SO_۳} \times \frac{۱ mol\ H_۲SO_۴}{۱ mol\ SO_۳} \times \frac{۲ mol\ BOH}{۱ mol\ H_۲SO_۴} = ۰/۰۸ mol\ BOH$$

$$\text{غلظت اولیهٔ BOH} = M_{BOH} = \frac{n}{V} = \frac{۰/۰۸\ mol}{۲\ L} = ۰/۰۴\ mol.L^{-۱}$$

سپس از pH باز، غلظت OH^- و B^+ موجود در محلول بازی را به‌دست می‌آوریم:

$$pH+pOH=۱۴ \Rightarrow pOH=۱۴-۹/۳=۴/۷$$

$$[B^+]=[OH^-]=۱۰^{-pOH}=۱۰^{-۴/۷}=۱۰^{-۵+۰/۳}=۱۰^{-۵}\times ۱۰^{۰/۳}=۲\times ۱۰^{-۵}\ mol.L^{-۱}$$

اکنون به کمک رابطهٔ ثابت یونش بازی، مقدار آن را محاسبه می‌کنیم: (باز بسیار ضعیف است.)

$$K_b=\frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}=\frac{(۲\times ۱۰^{-۵})(۲\times ۱۰^{-۵})}{۰/۰۴}=۱\times ۱۰^{-۸}$$

میانبر مهاسازی

$$\frac{(۲\times ۱۰^{-۵})\times(۲\times ۱۰^{-۵})}{۰/۰۴}=? \xrightarrow[\text{در نظر گرفتن صفر و اعشار}]{\text{ساده کردن بدون}} \frac{۲\times ۲}{۴}=۱$$

پاسخ از جنس عدد ۱ است. (۱×۱۰^{-۸})

گزینهٔ (۲)

تست ۶ **از واکنش ۲ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با مقدار کافی کلسیم کربنات، ۳/۳۶ لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید می‌شود. pH محلول اولیه اسید کدام است؟ (بازده واکنش را برابر ۷۵ درصد در نظر بگیرید.) (واکنش موازنه شود.)**

مربوط به تست ۱۹ – آزمون ۵

$$HCl(aq)+CaCO_3(s)\rightarrow CaCl_2(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۷ ۴) ۱/۳

پاسخ: ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$CaCO_3(s)+2HCl(aq)\rightarrow CaCl_2(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$$

سپس غلظت یون هیدرونیوم را در محلول هیدروکلریک محاسبه کرده و به کمک آن pH محلول اسید را به‌دست می‌آوریم:

روش اول:

$$3/36L\ CO_2\times\frac{1mol\ CO_2}{22/4L\ CO_2}\times\frac{2mol\ HCl}{1mol\ CO_2}\times\frac{100}{75}=0/4mol\ HCl$$

$$[H^+]=M=\frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/4}{2}=0/2mol.L^{-1}\Rightarrow pH=-\log[H^+]=-\log(2\times10^{-1})=1-\log2=1-0/3=0/7$$

روش دوم:

$$\frac{\frac{R}{100}\times\text{حجم محلول (لیتر)}\times\text{غلظت مولی}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times22/4}\Rightarrow\frac{M\times2\times\frac{75}{100}}{2}=\frac{3/36}{1\times22/4}\Rightarrow M=[H^+]=0/2mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log(2\times10^{-1})=1-\log2=1-0/3=0/7$$

گزینهٔ (۳)

تست ۷ **به ۵۰۰ میلی‌لیتر آب خالص با pH=۷، ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول HCl با pH=۱/۱۵ اضافه می‌کنیم. pH محلول حاصل برابر با کدام گزینه است؟**

مربوط به تست ۱۴ – آزمون ۶

۱) ۱/۳ ۲) ۱/۵
۳) ۱/۷ ۴) ۱/۱۵

پاسخ: ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را در محلول نهایی به‌دست می‌آوریم:

$$HCl:[H^+]=10^{-pH}=10^{-1/15}=10^{0/85-2}\simeq7\times10^{-2}mol.L^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}}=\frac{\text{مول یون هیدرونیوم}}{\text{حجم محلول نهایی}}=\frac{M_{\text{اسید}}.V_{\text{اسید}}}{V_{\text{اسید}}+V_{\text{آب}}}=\frac{7\times10^{-2}\times0/2}{0/2+0/5}=2\times10^{-2}mol.L^{-1}$$

سپس pH محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=-\log[H^+]=-\log(2\times10^{-2})=2-\log2=2-0/3=1/7$$

توجه در این گونه مسائل از غلظت یون هیدرونیوم موجود در آب خالص در برابر غلظت یون هیدرونیوم موجود در اسید صرف‌نظر کنید.

گزینهٔ (۳)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۲

تست ۸ مربوط به تست ۱۸ – آزمون ۸

با توجه به سه نیم‌واکنش روبه‌رو، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟

$B^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons B(s)\ ,\ E^\circ=-0/13V$

$A^+(aq)+e^- \rightleftharpoons A(s)\ ,\ E^\circ=+0/80V$

$C^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons C^{2+}(aq)\ ,\ E^\circ=+0/77V$

الف) $C^{3+}(aq)$ **می‌تواند فلز** A **را از محلول آن خارج کند.**

ب) قدرت کاهندگی B **از دوگونهٔ دیگر بیشتر است.**

پ) $A^+(aq)$ **با محلول** $BSO_4(aq)$ **واکنش نمی‌دهد.**

ت) محلول $C(NO_3)_3(aq)$ **را می‌توان در ظرفی از فلز** B **نگهداری کرد.**

۱) (الف) و (ب) **۲)** (پ) و (ت) **۳)** (الف) و (ت) **۴)** (ب) و (پ)

پاسخ: عبارت‌های (الف) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): C^{3+} و A^+ هر دو، گونه‌های اکسنده هستند و نمی‌توانند با یکدیگر واکنش دهند.

عبارت (ب): از آنجا که E° نیم‌سلول حاوی الکترود B از هر یک از دو نیم‌سلول دیگر، منفی‌تر است، پس قدرت کاهندگی B از دو گونهٔ دیگر بیشتر است.

توجه در سری الکتروشیمیایی، بیشترین قدرت اکسندگی، مربوط به گونهٔ اکسنده (سمت چپ) در بالاترین نیم‌واکنش و بیشترین قدرت کاهندگی، مربوط به گونهٔ کاهنده (سمت راست) در پایین‌ترین نیم‌واکنش است. عبارت (پ): A^+ و B^{2+}، هر دو گونه‌هایی اکسنده هستند، از این رو با یکدیگر واکنش نمی‌دهند.

عبارت (ت): محلول نمک حاوی کاتیون‌ها را می‌توان در ظروفی از جنس فلزهایی که در سری الکتروشیمیایی در ردیف‌های بالاتری قرار دارند نگه‌داری نمود. بنابراین محلول حاوی یون‌های C^{3+} را نمی‌توان در ظرفی از جنس B نگه‌داری کرد؛ زیرا یون‌های C^{3+} سبب اکسایش اتم‌های B می‌شوند.

گزینهٔ (۳)

تست ۹ مربوط به تست ۳ – آزمون ۹

در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) پتانسیل استاندارد کاهشی نیم‌واکنش انجام شده در قطب مثبت، برابر اختلاف پتانسیل تولیدی سلول است.

ب) قطع جریان گاز اکسیژن موجب قطع شدن جریان الکترون در مدار بیرونی می‌شود.

پ) نیم‌واکنش آندی در این سلول سوختی، مشابه نیم‌واکنش انجام شده در نیم‌سلول SHE است که در یک سلول گالوانی نقش آند دارد.

ت) مجموع ضرایب گونه‌ها در معادلهٔ موازنه شدهٔ نیم‌واکنش اکسایش و واکنش کلی برابر است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

پاسخ: همهٔ عبارت‌ها درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نیم‌واکنش‌های انجام شده در الکترود آند و کاتد به‌صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش در آند (قطب منفی): $H_2(g)\rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$

نیم‌واکنش کاهش در کاتد (قطب مثبت): $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-\rightarrow 2H_2O(l)$

از آن‌جا که پتانسیل کاهشی استاندارد هیدروژن برابر صفر است، اختلاف پتانسیل تولیدی (emf) سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن، معادل پتانسیل کاهشی استاندارد فرایند کاهش است که در بخش کاتدی (قطب مثبت) سلول سوختی انجام می‌شود.

$emf=E^\circ(\text{کاتد})-E^\circ(\text{آند})$

عبارت (ب): اگر الکترون‌های تولید شده در آند، در بخش کاتد سلول سوختی، توسط اتم‌های اکسیژن مصرف نشوند، الکترون‌ها در الکترود آند تجمع می‌یابند و جریان الکترون در مدار بیرونی قطع می‌شود. عبارت (پ): در الکترود آند این سلول سوختی، مولکول‌های هیدروژن با از دست دادن الکترون به یون H^+ (پروتون) تبدیل می‌شوند که این نیم‌واکنش، مشابه نیم‌واکنش انجام شده در سلول SHE است که در یک سلول گالوانی، نقش آند را دارد. عبارت (ت): به معادلهٔ موازنه شدهٔ نیم‌واکنش اکسایش و واکنش کلی انجام شده در این سلول سوختی توجه کنید:

نیم‌واکنش اکسایش: $H_2(g)\rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$ واکنش کلی: $2H_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2H_2O(l)$

در این دو معادله، مجموع ضرایب استوکیومتری گونه‌ها یکسان و برابر ۵ است.

گزینهٔ (۴)

تست ۱۰ مربوط به تست ۱۸ – آزمون ۹

چنانچه در فرایند خوردگی آهن، یک قطعه آهن به جرم ۲۰۰ گرم به میزان ۲/۸٪ دچار خوردگی شود، به‌ترتیب از راست به چپ چند گرم زنگ آهن تولید شده و طی این فرایند چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵ لیتر بر مول است، مصرف می‌شود؟ $(Fe=56, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۱۰/۷ – ۱۸۷۵ **۲)** ۱۵/۶ – ۲۵۰۰ **۳)** ۱۰/۷ – ۲۵۰۰ **۴)** ۱۵/۶ – ۱۸۷۵

پاسخ: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش خوردگی آهن:

$4Fe(s)+6H_2O(l)+3O_2(g)\rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

قسمت اول:

$$?\,g\,Fe(OH)_3=200\,g\,Fe\times\frac{2/8\,g\,Fe\ \text{مصرفی}}{100\,g\,Fe}\times\frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe}\times\frac{4\,mol\,Fe(OH)_3}{4\,mol\,Fe}\times\frac{107\,g\,Fe(OH)_3}{1\,mol\,Fe(OH)_3}=10/7\,g\,Fe(OH)_3$$

قسمت دوم:

$$?\,mL\,O_2=200\,g\,Fe\times\frac{2/8\,g\,Fe\ \text{مصرفی}}{100\,g\,Fe}\times\frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe}\times\frac{3\,mol\,O_2}{4\,mol\,Fe}\times\frac{25000\,mL\,O_2}{1\,mol\,O_2}=1875\,mL\,O_2$$

مسیر ابتکاری هر دو قسمت این تست را می‌توان در یک مرحله به روش تناسب حل نمود:

$$\frac{\text{جرم آهن مصرفی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم}\ Fe(OH)_3\ \text{تولیدی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{حجم}\ O_2\ \text{مصرفی}}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{200\times\frac{2/8}{100}}{4\times56}=\frac{x\,g\,Fe(OH)_3}{4\times107}=\frac{y\,mL\,O_2}{3\times25000}\Rightarrow\begin{matrix}x=10/7\,g\,Fe(OH)_3\\ y=1875\,mL\,O_2\end{matrix}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۱۱ در سلول گالوانی « $Al-H_2$ »، جرم تیغهٔ آندی برابر با $121/5g$ و دارای خلوص ۶۰٪ است. پس از مصرف شدن تمام آن به ترتیب چند مول الکترون در مدار بیرونی به کاتد مهاجرت کرده و چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که چگالی آن برابر $0/08g.L^{-1}$ است، تولید می‌شود؟ (ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند.) $(Al=27, H=1: g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۶ – آزمون ۱۰

۱) ۲/۷ - ۳۳/۷۵
۲) ۲/۷ - ۱۰۱/۲۵
۳) ۸/۱ - ۳۳/۷۵
۴) ۸/۱ - ۱۰۱/۲۵

پاسخ: راه‌حل قسمت اول: در سلول گالوانی «آلومینیم- هیدروژن»، آلومینیم به دلیل داشتن E° کمتر، آند است و با گذشت زمان از جرم آن کاسته می‌شود.

معادلهٔ نیم‌واکنش آندی: $Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,mol\,e^- = 121/5\,g\,Al_{(ناخالص)} \times \frac{60\,g\,Al_{(خالص)}}{100\,g\,Al_{(ناخالص)}} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,e^-}{1\,mol\,Al} = 8/1\,mol\,e^-$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم Al ناخالص مصرفی} \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مقدار مول الکترون‌ها}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{121/5 \times \frac{60}{100}}{1 \times 27} = \frac{x}{3} \Rightarrow x = 8/1\,mol\,e^-$$

راه‌حل قسمت دوم: معادلهٔ کلی واکنش انجام شده در سلول گالوانی «آلومینیم - هیدروژن» به صورت زیر است:

$$2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$$

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,L\,H_2 = 121/5\,g\,Al_{(ناخالص)} \times \frac{60\,g\,Al_{(خالص)}}{100\,g\,Al_{(ناخالص)}} \times \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} \times \frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Al} \times \frac{2\,g\,H_2}{1\,mol\,H_2} \times \frac{1\,L\,H_2}{0/08\,g\,H_2} = 101/25\,L\,H_2$$

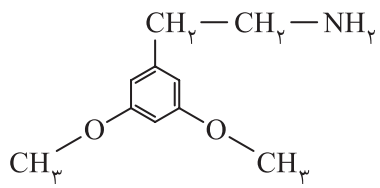
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم آلومینیم ناخالص} \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز هیدروژن}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{121/5 \times \frac{60}{100}}{27 \times 2} = \frac{x\,L \times 0/08}{2 \times 3} \Rightarrow x = 101/25\,L\,H_2$$

گزینهٔ (۴)

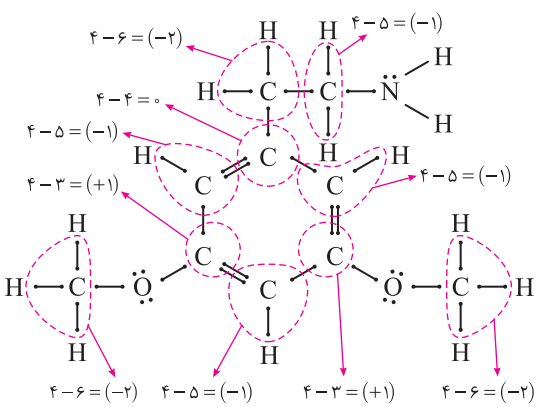
تست ۱۲ در ساختار مولکول روبه‌رو، اتم‌های کربن چند نوع عدد اکسایش مختلف را از خود نشان می‌دهند؟

مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۱۱



۱) ۴
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۵

پاسخ: ابتدا ساختار ارائه شده را به ساختار لوویس تبدیل می‌کنیم و سپس عدد اکسایش اتم‌های کربن را تعیین می‌کنیم. اتم‌های کربن موجود در ترکیب مورد نظر، دارای عددهای اکسایش (-2)، (-1)، صفر و $(+1)$ هستند. پس اتم‌های کربن موجود در این ترکیب، چهار نوع عدد اکسایش مختلف را از خود نشان می‌دهند.



گزینهٔ (۱)

تست ۱۳ مربوط به تست ۶ – آزمون ۱۲

با توجه به جدول داده شده، پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه بیان شده است؟

الف) به ترتیب، کدام گونه، قوی‌ترین اکسنده و کدام گونه، قوی‌ترین کاهنده است؟

ب) در سلول گالوانی «X–D»، اگر قطب مثبت ولت‌سنج متصل به الکترود D باشد، کدام نیم‌سلول را می‌توان به جای X قرار داد تا ولت‌سنج یک عدد منفی را نشان دهد؟

پ) اگر در سلول گالوانی «D–B»، $۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۳}$ الکترون در مدار بیرونی جابه‌جا شود، چند گرم به جرم تیغهٔ کاتد افزوده می‌شود؟

$(B=۶۴ , D=۲۷: g.mol^{-۱})$

$E^\circ(V)$	نیم‌واکنش کاهش
+۰/۸	$A^+(aq)+e^-\rightarrow A(s)$
+۰/۳۴	$B^{۲+}(aq)+۲e^-\rightarrow B(s)$
−۱/۶۶	$D^{۳+}(aq)+۳e^-\rightarrow D(s)$

۱) A^+ و D - نیم‌سلول‌های $(B^{۲+}/B)$ و (A^+/A) - ۹/۶ گرم

۲) A و $D^{۳+}$ - نیم‌سلول $(D^{۳+}/D)$ - ۹/۶ گرم

۳) A^+ و D - نیم‌سلول‌های $(B^{۲+}/B)$ و (A^+/A) - ۲/۷ گرم

۴) A^+ و D - نیم‌سلول $(D^{۳+}/D)$ - ۲/۷ گرم

پاسخ: در جدول داده شده در صورت تست، نیم‌واکنش‌ها به صورت کاهشی هستند و از E° زیاد به کم، از بالا به پایین مرتب شده‌اند. **بررسی پاسخ پرسش‌ها:**

پرسش (الف): در این جدول، بیشترین قدرت کاهندگی مربوط به D(s) می‌باشد که در سمت راست پایین‌ترین نیم‌واکنش قرار دارد و بیشترین قدرت اکسندگی مربوط به $A^+(aq)$ است که در سمت چپ بالاترین نیم‌واکنش قرار دارد. پرسش (ب): در صورتی که قطب‌های مثبت و منفی یک سلول گالوانی را به ترتیب به قطب‌های منفی و مثبت یک ولت‌سنج متصل کنید، ولت‌سنج، عددی منفی را نشان می‌دهد. در سلول گالوانی «X–D» نیز D قطب منفی (آند) سلول است؛ زیرا با اتصال آن به قطب مثبت ولت‌سنج، نمایشگر آن عددی منفی را نشان داده است. در سلول‌های گالوانی، نیم‌سلول کاتدی باید در سری الکتروشیمیایی در جایگاه بالاتری نسبت به نیم‌سلول آندی قرار داشته باشد، پس نیم‌سلول‌های $(B^{۲+}/B)$ و (A^+/A) می‌توانند به جای X قرار گیرند. پرسش (پ): D الکترود آند است و طی واکنش از جرم آن کاسته می‌شود و B نیز الکترود کاتد است که طی واکنش جرم آن افزایش می‌یابد. نیم‌واکنش کاتدی: $B^{۲+}(aq)+۲e^-\rightarrow B(s)$

$$\text{افزایش جرم الکترود B}=۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۳}e^-\times\frac{۱\,mol\,e^-}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e^-}\times\frac{۱\,mol\,B}{۲mol\,e^-}\times\frac{۶۴g\,B}{۱\,mol\,B}=۹/۶g\,B$$

گزینهٔ (۱)

تست ۱۴ مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۱۲

در یک سلول الکتروشیمیایی که در آن برای انجام واکنش اکسایش – کاهش از نور بهره می‌برند، نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شود. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

$SiO_۲(s)+۴H^+(aq)+۴e^-\rightarrow Si(s)+۲H_۲O(l)$ $\quad E^\circ=-۰/۸۴V$

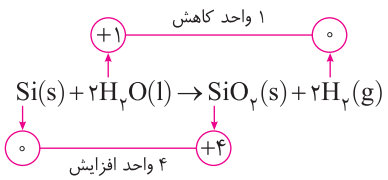
$۲H_۲O(l)+۲e^-\rightarrow H_۲(g)+۲OH^-(aq)$ $\quad E^\circ=-۰/۸۳V$

- **محلول پیرامون آند، رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.**
- **تغییر عدد اکسایش عامل اکسنده در این سلول، ۴ برابر تغییر عدد اکسایش عامل کاهنده است.**
- **واکنش انجام شده در این سلول بازده و سرعت اندکی دارد و یکی از فراورده‌های آن $H_۲O(l)$ است.**
- **معادلهٔ نیم‌واکنش کاتدی این سلول مانند نیم‌واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: موارد اول و چهارم درست‌اند. **بررسی موارد:** مورد اول: با توجه به E° های داده شده نیم‌واکنش آندی به‌صورت زیر است و در اطراف الکترود آند غلظت H^+ افزایش یافته و محیط اسیدی می‌شود. در نتیجه کاغذ pH به رنگ قرمز درمی‌آید. $Si(s)+۲H_۲O(l)\rightarrow SiO_۲(s)+۴H^+(aq)+۴e^-$

مورد دوم: با توجه به واکنش کلی سلول، Si عامل کاهنده و $H_۲O$ عامل اکسنده است. تغییر عدد اکسایش عامل اکسنده (یعنی اتم H در $H_۲O$) یک واحد و تغییر عدد اکسایش عامل کاهنده چهار واحد است.



مورد سوم: بازده و سرعت واکنش انجام شده در این سلول پایین است. همچنین، آب به عنوان واکنش‌دهنده (نه فراورده) در این واکنش مصرف می‌شود.

مورد چهارم: معادلهٔ نیم‌واکنش کاتدی این سلول همانند نیم‌واکنش کاتدی برقکافت آب است: $۲H_۲O(l)+۲e^-\rightarrow H_۲(g)+۲OH^-(aq)$

گزینهٔ (۲)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۳

تست ۱۵ AOH و BOH به‌ترتیب باز قوی و ضعیف هستند. اگر ۰/۰۵ مول از هرکدام در دو ظرف جداگانه که حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب خالص است حل شوند و pH محلول BOH، به‌اندازهٔ ۰/۵ واحد کمتر از pH محلول AOH باشد، درجهٔ یونش BOH کدام است؟ مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۱۳

۱) ۰/۳
۲) ۰/۵
۳) ۰/۶
۴) ۰/۸

پاسخ: غلظت محلول دو باز با یکدیگر برابر است، بنابراین:

$$M_{AOH}=M_{BOH}=\frac{n}{V}=\frac{۰/۰۵mol}{۰/۲۵L}=۰/۲\,mol.L^{-۱}$$

AOH یک باز قوی است، پس pH محلول آن برابر است با:

$$pOH_{AOH}=-\log[OH^-]=-\log(۰/۲)=۱-\log ۲=۱-۰/۳=۰/۷\Rightarrow pH=۱۴-۰/۷=۱۳/۳$$

از آنجا که pH محلول BOH به اندازهٔ ۰/۵ واحد کمتر از pH محلول AOH است، خواهیم داشت:

$$pH_{BOH}=۱۳/۳-۰/۵=۱۲/۸$$

حال غلظت OH^- در محلول BOH را محاسبه می‌کنیم:

$$pOH_{BOH}=۱۴-pH_{BOH}=۱۴-۱۲/۸=۱/۲$$

$$[OH^-]_{BOH}=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۱/۲}=۱۰^{-۲+۰/۳+۰/۵}=۱۰^{-۲}\times ۱۰^{۰/۳}\times ۱۰^{۰/۵}=۱۰^{-۲}\times ۲\times ۳=۶\times ۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

اکنون درجهٔ یونش BOH را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درجهٔ یونش BOH}=\frac{[OH^-]}{M_{BOH}}=\frac{۶\times ۱۰^{-۲}}{۰/۲}=۰/۳$$

گزینهٔ (۱)

تست ۱۶ اگر درجهٔ یونش محلول ۰/۲ مولار اسید ضعیف HA با pH=۴/۵، نصف درجهٔ یونش اسید ضعیف HB با ثابت یونش اسیدی $۴/۵\times ۱۰^{-۶}$ باشد، غلظت مولی محلول HB چند مول بر لیتر است؟ مربوط به تست ۹ – آزمون ۱۴

۱) ۲۰
۲) ۲
۳) ۵۰
۴) ۵

پاسخ: ابتدا به کمک غلظت مولی و pH محلول اسید ضعیف HA، درجهٔ یونش آن را محاسبه می‌کنیم:

$$[H^+]=۱۰^{-pH}=۱۰^{-۴/۵}=۱۰^{-۵+۰/۵}=۳\times ۱۰^{-۵}\,mol.L^{-۱}$$

$$[H^+]=M\alpha_{HA}\Rightarrow ۳\times ۱۰^{-۵}=۰/۲\times \alpha_{HA}\Rightarrow \alpha_{HA}=۱/۵\times ۱۰^{-۴}$$

با توجه به درجهٔ یونش HA می‌توان نتیجه گرفت که درجهٔ یونش HB برابر ۳×۱۰^{-۴} است.

$$\alpha_{HB}=۲\alpha_{HA}=۲\times ۱/۵\times ۱۰^{-۴}=۳\times ۱۰^{-۴}$$

اکنون به کمک رابطهٔ $K_a=\frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}$، مقدار M را برای اسید HB به‌دست می‌آوریم:

$$K_a=\frac{M\alpha^۲}{۱-\alpha}\xrightarrow{K_a<۱۰^{-۳}}K_a=M\alpha^۲\Rightarrow ۴/۵\times ۱۰^{-۶}=M_{HB}\times(۳\times ۱۰^{-۴})^۲\Rightarrow M_{HB}=۵۰\,mol.L^{-۱}$$

گزینهٔ (۳)

تست ۱۷ کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟ مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۱۴

۱) در واکنش انجام شده در نیم‌سلول کاتدی سلول سوختی «هیدروژن – اکسیژن»، هر مولکول اکسیژن با دریافت دو الکترون کاهش می‌یابد.
۲) هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است.
۳) رایج‌ترین سلول سوختی، سلول سوختی «هیدروژن – اکسیژن» است که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد.
۴) در سلول‌های سوختی، واکنش‌دهنده‌ها داخل سلول قرار ندارند و به طور مداوم از یک منبع خارجی به درون سلول تزریق می‌شوند.

پاسخ: در سلول سوختی «هیدروژن – اکسیژن»، نیم‌واکنش کاتدی به صورت $O_۲(g)+۴H^+(aq)+۴e^-\rightarrow ۲H_۲O(l)$ است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در این نیم‌واکنش، هر مولکول اکسیژن $(O_۲)$، در حضور یون هیدرونیوم با دریافت چهار الکترون کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۱)

تست ۱۸ **۰/۱۸۵ گرم کلسیم هیدروکسید جامد خالص را به ۱۰ لیتر محلول سدیم هیدروکسید با $pH=۱۰/۵$ اضافه می‌کنیم. چنانچه با اضافه کردن این مادهٔ جامد به محلول، حجم آن تغییر نکند، pH محلول حاصل به چه عددی می‌رسد؟** $(Ca=۴۰, O=۱۶, H=۱: g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۱۵

۱) ۱۱/۱۵ **۲)** ۱۰/۹ **۳)** ۱۰/۷ **۴)** ۱۱/۵

پاسخ: ابتدا مقدار مول OH^- حاصل از $Ca(OH)_۲$ و غلظت OH^- در محلول اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$Ca(OH)_۲: ?\,mol\,OH^- = ۰/۱۸۵g\,Ca(OH)_۲ \times \frac{۱\,mol\,Ca(OH)_۲}{۷۴g\,Ca(OH)_۲} \times \frac{۲mol\,OH^-}{۱\,mol\,Ca(OH)_۲} = ۵\times۱۰^{-۳}\,mol\,OH^-$$

$$NaOH: pH=۱۰/۵ \xrightarrow{pH+pOH=۱۴} pOH=۳/۵ \Rightarrow [OH^-]=۱۰^{-۳/۵}=۱۰^{-۴+۰/۵}=۱۰^{-۴}\times۱۰^{۰/۵}=۳\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

اکنون غلظت مولی OH^- را در محلول نهایی محاسبه کرده و سپس pH محلول نهایی را به‌دست می‌آوریم:

$$[OH^-]_{نهایی}=\frac{\text{مجموع مول } OH^-}{\text{حجم محلول}}=\frac{(۱۰\times۳\times۱۰^{-۴})+۵\times۱۰^{-۳}}{۱۰L}=\frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۱۰}=۸\times۱۰^{-۴}\,mol.L^{-۱}$$

$$pOH=-\log[OH^-]=-\log(۸\times۱۰^{-۴})=۴-\log۸=۴-۳\log۲=۴-۳(۰/۳)=۳/۱ \xrightarrow{pH+pOH=۱۴} pH=۱۴-۳/۱=۱۰/۹$$

گزینهٔ (۲)

تست ۱۹ **به ۴۰۰ میلی‌لیتر آب سخت $(d=۱\,g.mL^{-۱})$ که دارای یون‌های $Ca^{۲+}$ است، ۷/۳ گرم از یک صابون با فرمول شیمیایی $C_{۱۶}H_{۳۳}COONa$ اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم و اینکه ۲۰ درصد از صابون به‌صورت رسوب در می‌آید، غلظت یون کلسیم در آب سخت برابر با چند ppm است؟** $(C=۱۲, H=۱, O=۱۶, Na=۲۳, Ca=۴۰: g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۲ – آزمون ۱۶

۱) ۱۲۵۰ **۲)** ۵۰۰ **۳)** ۲۵۰۰ **۴)** ۲۵۰

پاسخ: معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت روبه‌رو است:

$$۲C_{۱۶}H_{۳۳}CO_۲Na(aq)+Ca^{۲+}(aq)\rightarrow(C_{۱۶}H_{۳۳}CO_۲)_۲Ca(s)+۲Na^+(aq)$$

ابتدا جرم یون $Ca^{۲+}$ مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$۷/۳g\ \text{صابون} \times \frac{۲۰}{۱۰۰} \times \frac{۱\,mol\ \text{صابون}}{۲۹۲g\ \text{صابون}} \times \frac{۱\,mol\,Ca^{۲+}}{۲mol\ \text{صابون}} \times \frac{۴۰g\,Ca^{۲+}}{۱\,mol\,Ca^{۲+}} = ۰/۱\,g\,Ca^{۲+}$$

غلظت ppm یون $Ca^{۲+}$ برابر است با:

$$ppm=\frac{\text{جرم } Ca^{۲+}\ (\text{گرم})}{\text{جرم محلول (گرم)}}\times۱۰^۶=\frac{۰/۱}{۴۰۰\times۱}\times۱۰^۶=۲۵۰$$

گزینهٔ (۴)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۴

تست ۲۰ کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟ مربوط به تست ۷ – آزمون ۱۸

الف) ساختار شبکهٔ بلور سیلیسیم مشابه ساختار شبکهٔ بلور گرافیت است.

ب) در ساختار سیلیس، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌ها قرار دارند و هر اتم Si به چهار اتم اکسیژن متصل است.

پ) در ساختار حلقه‌های سازندهٔ بلور سیلیسیم دی‌اکسید، شمار اتم‌های اکسیژن دو برابر شمار اتم‌های سیلیسیم است.

ت) دومین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین، به مقدار اندکی جریان الکتریسیته را از خود عبور می‌دهد.

۱) (الف) و (ب) **۲)** (الف) و (پ)

۳) (الف)، (ب) و (پ) **۴)** (ب) و (ت)

پاسخ: عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) نادرست‌اند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): ساختار شبکهٔ بلور سیلیسیم مشابه ساختار شبکهٔ بلور الماس (نه گرافیت!) است. عبارت (ب): در ساختار سیلیس، اتم‌های Si در رأس حلقه‌ها قرار دارند و با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم O متصل‌اند. عبارت (پ): هر حلقه در ساختار سیلیس، از ۶ اتم اکسیژن و ۶ اتم سیلیسیم تشکیل شده است. عبارت (ت): دومین عنصر فراوان در پوستهٔ جامد زمین، سیلیسیم بوده و رسانایی الکتریکی کمی دارد.

گزینهٔ (۳)

تست ۲۱ عبارت بیان شده در کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟ مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۱۹

۱) جاذبهٔ بین دریای الکترونی و کاتیون‌های شناور در شبکهٔ بلوری یک فلز، از نوع نیروهای الکتروستاتیک است که این نیرو در اثر ضربهٔ چکش، شکسته نمی‌شود.

۲) جامدهای فلزی به دلیل برابر بودن تعداد کاتیون‌ها و تعداد الکترون‌های تشکیل‌دهندهٔ دریای الکترونی، خنثی هستند.

۳) از میان ویژگی‌های «تنوع اعداد اکسایش، تمایل برای از دست دادن الکترون، شکل‌پذیری، رسانایی الکتریکی»سه ویژگی با کمک مدل دریای الکترونی قابل توجیه است.

۴) در تشکیل دریای الکترونی فلزی از دورهٔ سوم که یون آن کوچک‌ترین شعاع یونی را در بین یون‌های عناصر دورهٔ سوم دارد، همهٔ الکترون‌ها متعلق به یک زیرلایه هستند.

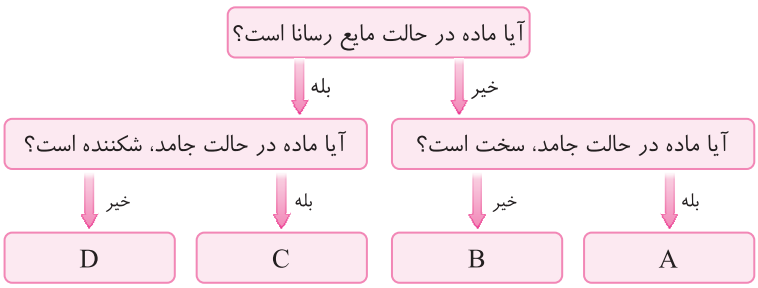
پاسخ: **بررسی گزینه‌های نادرست:** گزینهٔ (۲): براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها، آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه‌بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم که همان الکترون‌های ظرفیتی هستند، دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند. در شبکهٔ بلور فلزها، بسته به تعداد الکترون‌های ظرفیتی، بار الکتریکی یون‌های فلزی متفاوت بوده و ممکن است شمار الکترون‌ها، بیشتر از شمار کاتیون‌ها باشد. گزینهٔ (۳): مدل دریای الکترونی، برای توجیه برخی (نه همه!) رفتارهای فیزیکی فلزها به‌کار می‌رود. شکل‌پذیری و رسانایی الکتریکی، جزء خواص فیزیکی فلزها هستند که با مدل دریای الکترونی قابل توجیه هستند، ولی تنوع عدد اکسایش و تمایل برای از دست دادن الکترون، جزء خواص شیمیایی فلزها است و نمی‌توان آن‌ها را به کمک این مدل توجیه کرد.

گزینهٔ (۴): فلزی از دورهٔ سوم که یون پایدار آن کمترین شعاع یونی را دارد، آلومینیم $(_{13}Al)$ است. آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت این عنصر به‌صورت $3s^2 3p^1$ می‌باشد، از این رو، در تشکیل دریای الکترونی، الکترون‌های زیرلایه‌های 3s و 3p دخالت دارند.

گزینهٔ (۱)

تست ۲۲ با توجه به شکل زیر که مربوط به چهار دستهٔ اصلی تقسیم‌بندی جامدهای بلوری می‌باشد، عبارت کدام گزینه نادرست است؟

مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۱۹



۱) الکترودهای آند در سلول هال متعلق به دستهٔ D است.

۲) اغلب ترکیب‌های آلی متعلق به دستهٔ B هستند.

۳) ترکیب‌های دستهٔ C در حالت مذاب می‌توانند فرایند برقکافت و تجزیه شدن را انجام دهند.

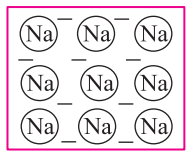
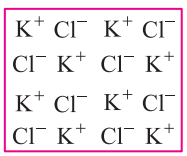
۴) فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد کرهٔ زمین، متعلق به دستهٔ A است.

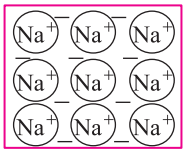
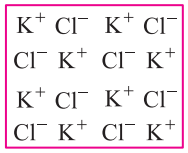
پاسخ: با توجه به نمودار، A جامد کووالانسی، B جامد مولکولی، C جامد یونی و D جامد فلزی است. **بررسی گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): در سلول فرایند هال، آند و کاتد، هر دو از جنس گرافیت هستند. گرافیت، جامدی کووالانسی (A) است. گزینهٔ (۲): اغلب ترکیب‌های آلی، دارای مولکول‌های مجزا و جدا از یکدیگر هستند. از این رو، اغلب آن‌ها جزء مواد مولکولی (B) به‌شمار می‌آیند. گزینهٔ (۳): دستهٔ C همان جامدهای یونی هستند. با عبور دادن جریان برق از درون جامدهای یونی در حالت مذاب، فرایند برقکافت رخ می‌دهد و جامد یونی به عناصر سازنده‌اش تجزیه می‌شود. گزینهٔ (۴): فراوان‌ترین اکسید موجود در پوستهٔ جامد کرهٔ زمین، SiO_2 است که این ماده جزء جامدهای کووالانسی است.

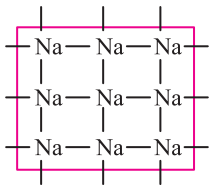
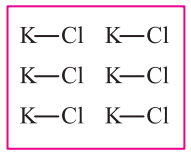
گزینهٔ (۱)

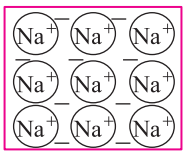
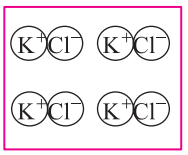
تست ۲۳ در کدام گزینه، به‌ترتیب از راست به چپ تصویر درستی از شبکهٔ بلور $KCl(s)$ و شبکهٔ بلور $Na(s)$ نشان داده شده است؟

مربوط به تست ۴ – آزمون ۲۰

۱)



۲)



۳)



۴)



پاسخ: $KCl(s)$ یک جامد یونی و $Na(s)$ یک جامد فلزی است. در جامد یونی KCl، تعداد بسیار زیادی آنیون و کاتیون با نظم معینی در شبکهٔ بلور در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند (رد گزینه‌های (۳) و (۴)). در جامد فلزی Na، مطابق مدل دریای الکترونی، کاتیون‌های Na^+ در ساختاری شبکه‌ای قرار داشته و در فضای بین آن‌ها، الکترون‌های ظرفیتی جای دارند (رد گزینهٔ (۱)).

گزینهٔ (۲)

تست ۲۴ کدام مورد دربارهٔ SiO_2، نادرست است؟

مربوط به تست ۳ – آزمون ۲۱

۱) به‌صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود.

۲) کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

۳) نمونهٔ خالص آن به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشور و عدسی به کار می‌رود.

۴) ماده‌ای دیرگداز است و پخته شدن نان سنگک بر روی دانه‌های درشت سنگ را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت گرمایی سیلیس دانست.

پاسخ: SiO_2 در طبیعت به دو شکل خالص و ناخالص یافت می‌شود. شکل خالص آن کوارتز و شکل ناخالص آن شن و ماسه است.

گزینهٔ (۱)

تست ۲۵ **عبارت کدام گزینه در مورد ترکیب کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید نادرست است؟**

مربوط به تست ۶ – آزمون ۲۲

۱) با کاهش تدریجی دما، کربن دی‌اکسید سریع‌تر از کربونیل سولفید مایع می‌شود.

۲) مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ کربونیل سولفید برخلاف مولکول‌های کربن دی‌اکسید در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۳) در مولکول این دو ترکیب، هر سه اتم سازنده، همانند اتین، بر روی یک خط راست قرار می‌گیرند.

۴) در پیوند میان اتم‌های اکسیژن و کربن، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی، پیرامون هستهٔ اتم اکسیژن بیشتر است.

پاسخ: فرمول مولکولی کربونیل سولفید و کربن دی‌اکسید به‌ترتیب به‌صورت SCO و CO_2 است. با توجه به اینکه جرم مولی SCO بیشتر از CO_2 است و SCO برخلاف CO_2 قطبی است، می‌توان نتیجه گرفت که SCO نقطهٔ جوش بالاتری دارد و با کاهش دمای این ماده، SCO زودتر مایع می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۲): مولکول‌های SCO برخلاف CO_2 قطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند. گزینهٔ (۳): ساختار لوویس CO_2 و SCO در زیر رسم شده است. با توجه به اینکه در هر دو ترکیب، اتم مرکزی الکترون ناپیوندی ندارد، پس هر دو ماده همانند اتین خطی هستند و همهٔ اتم‌های آن‌ها بر روی یک خط قرار دارند.

$$CO_2 \Rightarrow :\ddot{O}=C=\ddot{O}: \qquad SCO \Rightarrow :\ddot{S}=C=\ddot{O}:$$

گزینهٔ (۴): خصلت نافلزی اتم‌های اکسیژن از اتم‌های کربن بیشتر است؛ از این‌رو در پیوند میان اتم‌های اکسیژن و کربن، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی، پیرامون هستهٔ اتم اکسیژن بیشتر است.

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۵

تست ۲۶ جدول زیر، مقدار آلایندهٔ CO خروجی از اگزوز یک خودرو را در غیاب و حضور مبدل کاتالیستی نشان می‌دهد. اگر این خودرو روزانه ۳۰km حرکت کند، در حضور مبدل کاتالیستی نسبت به غیاب آن، روزانه چند گرم به جرم اکسیدهای کربن گازی شکل که از اگزوز خودرو خارج می‌شود، افزوده می‌شود؟ $(C=12, O=16: g.mol^{-1})$

فرمول شیمیایی آلاینده		CO
مقدار آلاینده برحسب گرم به ازای هر کیلومتر	در غیاب مبدل	۶g
	در حضور مبدل	۰/۴g

مربوط به تست ۱۹ – آزمون ۲۳

۱) ۴۳۲ ۲) ۲۶۴ ۳) ۹۶ ۴) ۱۶۸

پاسخ: روش اول: در صورت استفاده از مبدل کاتالیستی، به ازای طی هر کیلومتر مسافت توسط یک خودرو، $5/6\,g$ $(6-0/4)$ کربن مونوکسید طی واکنش زیر به کربن دی‌اکسید که آلایندگی کمتری دارد، تبدیل می‌شود:

$$2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$$

ابتدا تفاوت جرم CO خارج شده از اگزوز خودرو در صورت استفاده یا عدم استفاده از مبدل کاتالیستی به ازای طی مسافتی ۳۰ کیلومتری را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,CO=30km\times\frac{5/6g\,CO}{1\,km}=168g\,CO$$

سپس جرم CO_2 حاصل از تبدیل CO به CO_2 در مبدل کاتالیستی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,CO_2=168g\,CO\times\frac{1\,mol\,CO}{28g\,CO}\times\frac{2mol\,CO_2}{2mol\,CO}\times\frac{44g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=264g\,CO_2$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{30\times5/6\times2\times44}{28\times2}=?\xrightarrow[\text{ساده کردن}]{\text{دسته‌بندی و}}\frac{3\times56\times2\times44}{28\times2}\times10\times10^{-1}=3\times2\times44=6\times44=264$$

اکنون با کم کردن جرم CO از CO_2، جرمی از اکسیدهای کربن گازی شکلی که از اگزوز یک خودرو در حضور مبدل کاتالیستی نسبت به غیاب آن به ازای طی مسافت ۳۰ کیلومتر خارج می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$264g-168g=96g$$ تفاوت جرم اکسید کربن خارج شده در یک روز

روش دوم: در صورت استفاده از مبدل کاتالیستی، به ازای طی هر کیلومتر مسافت توسط یک خودرو، $5/6\,g$ $(6-0/4)$ کربن مونوکسید به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود. از آن‌جا که تفاوت جرم مولی این دو اکسید کربن به اندازهٔ جرم مولی یک مول اتم اکسیژن $(16g)$ است، خواهیم داشت:

$$\text{تفاوت جرم اکسید کربن در حضور مبدل کاتالیستی نسبت به غیاب آن به ازای طی مسافت ۳۰ کیلومتر}=30km\times\frac{5/6g\,CO}{1\,km}\times\frac{1\,mol\,CO}{28g\,CO}\times\frac{16g\,O}{1\,mol\,CO}=96g$$

گزینهٔ (۳)

تست ۲۷ کدام موارد از مطالب زیر در ارتباط با واکنش‌هایی که در یک مبدل کاتالیستی به‌کار رفته در خودروهای دیزلی برای حذف یا کاهش آلاینده‌های CO، NO، NO_2 و C_xH_y انجام می‌شود، نادرست است؟

مربوط به تست ۲۰ – آزمون ۲۳

الف) برای حذف آلاینده‌های CO و C_xH_y از واکنش سوختن این دو آلاینده استفاده می‌شود.

ب) واکنش حذف NO و NO_2 در این مبدل، یک فراوردهٔ مشترک با واکنش حذف آلایندهٔ NO در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی دارد.

پ) بخار آب جزء فراورده‌های دو مورد از واکنش‌های انجام شده است.

ت) در واکنش مربوط به حذف آلاینده‌های NO و NO_2، مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار، ۲ برابر ضریب استوکیومتری آب است.

۱) (الف) و (پ) ۲) (ب)، (پ) و (ت) ۳) (ب) و (ت) ۴) فقط (ت)

پاسخ: فقط عبارت (ت) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): واکنش‌های حذف آلاینده‌های CO و C_xH_y از نوع سوختن بوده و معادلهٔ آن‌ها به‌صورت زیر است:

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

$$2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$$

عبارت (ب): واکنش حذف NO و NO_2 در مبدل‌های کاتالیستی به‌کار رفته در خودروهای دیزلی و واکنش حذف NO در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی در زیر ارائه شده است. تنها فراوردهٔ مشترک این دو واکنش گاز نیتروژن است.

واکنش حذف NO و NO_2 در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی: $NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$

واکنش حذف NO در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای بنزینی: $2NO(g)\rightarrow N_2(g)+O_2(g)$

عبارت (پ): در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی، در واکنش حذف C_xH_y و در واکنش حذف گازهای NO و NO_2 بخار آب تولید می‌شود.

عبارت (ت): واکنش حذف NO و NO_2 در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی: $NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$

مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار (NO, NO_2, NH_3) برابر ۴ و ضریب استوکیومتری آب برابر ۳ است؛ از این رو مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیب‌های نیتروژن‌دار، $\frac{4}{3}$ برابر ضریب استوکیومتری آب است.

گزینهٔ (۴)

تست ۲۸ **با توجه به واکنش تعادلی** $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$، **چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟** مربوط به تست ۸ – آزمون ۲۴

الف) با افزایش دمای سامانهٔ تعادلی، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و از شدت رنگ مخلوط کاسته می‌شود.

ب) با افزودن مقداری گاز دی‌نیتروژن تتراکسید به سامانهٔ تعادلی در دما و حجم ثابت، غلظت گاز NO_2 در تعادل جدید افزایش می‌یابد.

پ) با کاهش حجم سامانهٔ تعادلی در دمای ثابت، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و از شدت رنگ مخلوط کاسته می‌شود.

ت) با افزایش دمای سامانهٔ تعادلی، مقدار عددی ثابت تعادل افزایش می‌یابد.

۱) ۱ **۲)** ۲

۳) ۳ **۴)** ۴

پاسخ: عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) نادرست‌اند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): تعادل داده شده گرماده بوده و با افزایش دما تعادل در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود و شدت رنگ مخلوط افزایش می‌یابد. عبارت (ب): با افزودن مقداری N_2O_4 تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و غلظت گاز NO_2 افزایش می‌یابد.

عبارت (پ): با کاهش حجم سامانهٔ تعادلی، غلظت تمامی مواد در تعادل افزایش می‌یابد، بنابراین شدت رنگ سامانهٔ تعادلی (که متناسب با غلظت NO_2 است) افزایش می‌یابد.

عبارت (ت): واکنش $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ در جهت رفت گرماده بوده و با افزایش دما مقدار عددی ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۳)

تست ۲۹ **در ساختار یک نمونه از پلی‌اتیلن ترفتالات** $3/612\times10^{23}$ **جفت الکترون‌های ناپیوندی وجود دارد. اگر برای ساخت این پلیمر** ۱۸/۷۵ **گرم اتیلن گلیکول مصرف شده باشد، بازده درصدی واکنش پلیمری شدن کدام است؟** $(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$ مربو به تست ۹ – آزمون ۲۵

۱) ۶/۲ **۲)** ۲۴/۸

۳) ۴۹/۶ **۴)** ۱۲/۴

پاسخ: واحد تکرارشوندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت $\left[C_{10}H_8O_4\right]_n$ است و در هر واحد تکرارشوندهٔ آن چهار اتم اکسیژن وجود دارد که هر یک دارای دو جفت الکترون ناپیوندی هستند، از این رو در هر واحد تکرارشوندهٔ این پلیمر، هشت جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

$$nC_8H_6O_4 + nC_2H_6O_2 \longrightarrow \left[C_{10}H_8O_4\right]_n + 2n\,H_2O$$

ترفتالیک اسید — اتیلن گلیکول — پلی اتیلن ترفتالات — آب

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی} = 18/75\,g\,C_2H_6O_2 \times \frac{1\,mol\,C_2H_6O_2}{62\,g\,C_2H_6O_2} \times \frac{1\,mol\ \text{پلی اتیلن ترفتالات}}{n\,mol\,C_2H_6O_2} \times \frac{8n\,mol\ \text{جفت الکترون ناپیوندی}}{1\,mol\ \text{پلی اتیلن ترفتالات}}$$

$$\times \frac{6/02\times10^{23}\ \text{جفت الکترون ناپیوندی}}{1\,mol\ \text{جفت الکترون ناپیوندی}} \times \underbrace{\frac{R}{100}}_{\text{بازده واکنش}} = 3/612\times10^{23} \Rightarrow R = \%24/8$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{18/75\times8n\times6/02\times10^{23}\times R}{62\times n\times100} = 3/612\times10^{23} \Rightarrow R = ? \xrightarrow{\text{استاندارد کردن معادله}} R = \frac{3/612\times10^{23}\times62\times n\times100}{6/02\times10^{23}\times18/75\times8n}$$

$$\xrightarrow[\text{به جای } 3/612,\ 6/02,\ 62 \text{ و } 18/75،\ \text{اعداد } 3/6,\ 6,\ 64 \text{ و } 20 \text{ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}} \frac{\overset{0/6}{3/6}\times10^{23}\times\overset{8}{64}\times n\times100}{6\times10^{23}\times20\times8n} = \frac{0/6\times8\times\overset{5}{100}}{20} = 0/6\times8\times5 = 24$$

پاسخ نزدیک به عدد ۲۴ است. (پاسخ: ۲۴/۸)

گزینهٔ (۲)

تست ۳۰ **مجموع تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن در معادلهٔ موازنه شدهٔ سوختن کامل پارازایلن کدام است؟** مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۲۵

۱) ۸۴ **۲)** ۴۲

۳) ۴۶ **۴)** ۸۶

پاسخ: معادلهٔ واکنش سوختن کامل پارازایلن به‌صورت روبه‌رو است:

$$2C_8H_{10} + 21O_2 \rightarrow 16CO_2 + 10H_2O$$

$-\frac{10}{8}$ — $5/25\uparrow$ — $+4$

به‌طور میانگین عدد اکسایش هر اتم کربن ۵/۲۵ واحد افزایش می‌یابد. بنابراین مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن برابر ۸۴ $(16\times5/25)$ است.

گزینهٔ (۱)

تست ۳۱ هـر گاه در یـک واکنـش در حالت تعادل در دمای ثابت، ..... را ..... دهیم، واکنـش در جهت ..... تا آنجا پیش می‌رود که به تعادل ..... برسد.

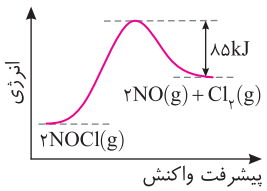
مربوط به تست ۹ – آزمون ۲۶

۱) حجم ظرف – کاهش – شمار مول‌های گاز بیشتر – جدید
۲) حجم ظرف – افزایش – شمار مول‌های گازی بیشتر – جدید
۳) فشار – کاهش – شمار مول‌های گازی کمتر – آغازی
۴) فشار – افزایش – شمار مول‌های گازی کمتر – آغازی

پاسخ: کاهش حجم یک سامانهٔ تعادلی یا افزایش فشار در آن، سبب جابه‌جایی تعادل به سمت تعداد مول گازی کمتر شده تا جایی که تعادل جدید برقرار شود. همچنین افزایش حجم یک سامانهٔ تعادلی یا کاهش فشار در آن، سبب جابه‌جایی تعادل در جهت تعداد مول گازی بیشتر شده و تعادل جدید برقرار می‌شود.

گزینهٔ (۲)

تست ۳۲ با توجه به نمودار روبه‌رو که به واکنش $2NOCl(g) \rightarrow 2NO(g) + Cl_2(g)$ مربوط اسـت، اگر در این واکنش به ازای تولید ۴۵ گرم گاز نیتروژن مونوکسـید، ۵۲/۵kJ گرما از محیط به سـامانه منتقل شود، مقدار E_a این واکنش برحسب کیلوژول بر مول کدام است؟ $(N=14, O=16: g.mol^{-1})$



مربوط به تست ۴ – آزمون ۲۷

۱) ۱۵
۲) ۱۵۵
۳) ۲۵۵
۴) ۵۵

پاسخ: ابتدا آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم. از آن‌جا که طی واکنش گرما از محیط به سامانه منتقل می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که واکنش گرماگیر بوده و در نتیجه ΔH آن مثبت است.

$$\Delta H(\text{واکنش}) = 2\,mol\ NO \times \frac{30\,g\ NO}{1\,mol\ NO} \times \frac{52/5\,kJ}{45\,g\ NO} = 70\,kJ$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{2\times30\times52/5}{45} = ? \xrightarrow{\text{ساده کردن}} \frac{2\times30\times\overset{7}{\cancel{52/5}}}{\underset{6}{\cancel{45}}} = \frac{\overset{10}{\cancel{2}}\times30\times7}{\underset{6}{\cancel{6}}} = 10\times7 = 70$$

سپس به کمک ΔH واکنش و انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow 70 = E_a(\text{رفت}) - 85 \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = 155\ kJ$$

گزینهٔ (۲)

تست ۳۳ جـدول زیر مقـدار آلاینده‌ها را در حضور و غیاب یک مبدل کاتالیسـتی نشـان می‌دهد. اگر فرض کنیم که در یک شـهر ۸ میلیون خودرو در روز تردد می‌کنند و هر خودرو به طور میانگین ۴۵km مسافت را طی می‌کند، در نتیجهٔ واکنش همهٔ گاز NO حذف شـده توسط مبدل با مقدار کافی از گاز اکسیژن، روزانه چند مترمکعب گاز قهوه‌ای رنگ در شرایط STP تولید می‌شود؟ $(N=14, O=16: g.mol^{-1})$

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

مربوط به تست ۶ – آزمون ۲۸

۱) ۶۴۸۰۰
۲) ۸۰۶۴۰۰
۳) ۲۸۶۸۰۰
۴) ۲۶۸۸۰۰

پاسخ: ابتدا جرمی از NO که توسط مبدل کاتالیستی خودروها حذف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ NO = 1\ \text{روز} \times \frac{8\times10^6\ \text{خودرو}}{1\ \text{روز}} \times \frac{45\,km\ \text{مسافت}}{1\ \text{خودرو}} \times \frac{(1/04-0/04)\,g\ NO}{1\,km\ \text{مسافت}} = 3/6\times10^8\,g\ NO$$

سپس حجم گاز NO_2 تولید شده در صورت واکنش NO و O_2 را در شرایط STP به‌دست می‌آوریم:

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

روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,m^3\,NO_2 = 3/6\times10^8\,g\ NO \times \frac{1\,mol\ NO}{30\,g\ NO} \times \frac{2\,mol\ NO_2}{2\,mol\ NO} \times \frac{22/4\,L\ NO_2}{1\,mol\ NO_2} \times \frac{1\,m^3\,NO_2}{10^3\,L\ NO_2} = 26880\,m^3\,NO_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم NO مصرفی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر } NO_2 \text{ تولیدی}}{22/4\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/6\times10^8}{2\times30} = \frac{x}{2\times22/4} \Rightarrow x = 26880000\,L = 26880\,m^3$$

گزینهٔ (۴)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۶

تست ۳۴ عبارت کدام گزینه نادرست است؟ مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۲۹

۱) واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های C_xH_y و CO هر دو گرماده هستند.

۲) از واکنش مستقیم فراوان‌ترین گاز هواکره با گاز اکسیژن در موتور خودرو در دمای بالای $1000^\circ C$، گاز نیتروژن دی‌اکسید تولید می‌شود.

۳) برای افزایش کارایی مبدل‌های کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه)های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند.

۴) واکنش‌های انجام شده در مبدل‌های کاتالیستی خودروهای دیزلی، از نوع «اکسایش - کاهش» هستند.

پاسخ: فراوان‌ترین گاز هواکره، نیتروژن است که در موتور خودرو، در دمای بالاتر از $1000^\circ C$ با گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و نیتروژن مونوکسید (NO) تولید می‌شود:

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

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌های C_xH_y و CO به‌صورت زیر می‌باشند که هر دو از نوع سوختن بوده و گرماده هستند:

$$C_xH_y+(x+\frac{y}{4})O_2\rightarrow xCO_2+\frac{y}{2}H_2O \qquad 2CO+O_2\rightarrow 2CO_2$$

گزینهٔ (۳): برای افزایش کارایی و افزایش سطح تماس مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش‌های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند.

گزینهٔ (۴): در موتور خودروهای دیزلی علاوه بر واکنش‌های حذف آلاینده‌های C_xH_y و CO، واکنش حذف NO و NO_2 نیز صورت می‌گیرد. همگی این واکنش‌ها از نوع «اکسایش - کاهش» هستند.

گزینهٔ (۲)

تست ۳۵ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟ مربوط به تست ۲ – آزمون ۳۰

الف) در گرافیت هر اتم کربن با ۳ و در الماس هر اتم کربن با ۴ اتم دیگر پیوند اشتراکی برقرار کرده است.

ب) در گرافیت هر اتم کربن از طریق یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سایر اتم‌ها متصل است.

پ) برای ذوب کردن یک قطعه گرافیت باید بر پیوند کووالانسی بین لایه‌ها غلبه کرد.

ت) نوع پیوندهای میان اتم‌های کربن در الماس و گرافیت به‌ترتیب مشابه سیکلوهگزان و بنزن است.

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: فقط عبارت (پ) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت‌های (الف) و (ب): در گرافیت، هر اتم کربن با یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به سه اتم کربن دیگر متصل شده است. این در حالی است که در الماس، هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم کربن دیگر متصل می‌باشد.

عبارت (پ): در گرافیت، میان لایه‌ها نیروی بین‌مولکولی از نوع وان‌دروالسی وجود دارد. برای ذوب کردن گرافیت، باید بر تعدادی از پیوندهای کووالانسی میان اتم‌های کربن غلبه نمود.

عبارت (ت): در گرافیت و بنزن، پیوند میان اتم‌های کربن از نوع یگانه و دوگانه است، ولی در الماس و سیکلوهگزان، پیوند میان اتم‌های کربن فقط از نوع یگانه می‌باشد.

گزینهٔ (۱)

تست ۳۶ در دمای $30^\circ C$ در ظرفی به حجم ۲ لیتر، ۰/۵۱ گرم آمونیاک براساس واکنش $2NH_3(g) \rightleftharpoons 3H_2(g)+N_2(g)$ تجزیه می‌شود و پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل، ۸۰٪ است، در این صورت، مقدار عددی ثابت تعادل واکنش به تقریب کدام است؟ $(H=1, N=14: g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۳ – آزمون ۳۰

۱) $3/9\times10^{-5}$ ۲) $3/9\times10^{-3}$

۳) $7/7\times10^{-3}$ ۴) $7/7\times10^{-5}$

پاسخ:

$$?\,mol\,NH_3 = 0/51\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} = 0/03\,mol\,NH_3$$

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

مول اولیه	۰/۰۳	۰	۰
مول تعادلی	۰/۰۳−۲x	۳x	x

$$\text{پیشرفت تعادل} = \frac{\text{مقدار آمونیاک مصرف‌شده}}{\text{مقدار اولیهٔ آمونیاک}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{(2x)mol}{0/03\,mol} \times 100 \Rightarrow x = 0/012$$

$$[H_2] = \frac{(3\times0/012)mol}{2L} = 1/8\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$[NH_3] = \frac{(0/03-2(0/012))mol}{2L} = 3\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$[N_2] = \frac{(0/012)mol}{2L} = 6\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

$$K = \frac{[H_2]^3[N_2]}{[NH_3]^2} = \frac{(1/8\times10^{-2})^3(6\times10^{-3})}{(3\times10^{-3})^2} \simeq 3/9\times10^{-3}$$

میانبر ماساژی

$$0/2\times2^2\times6\times10^{-3} \xrightarrow[\text{به‌جای ۱/۸ عدد ۲ قرار گیرد.}]{\text{با توجه به گزینه‌ها تخمین می‌زنیم}} 0/2\times1/8^2\times6\times10^{-3} = \frac{1/8^3\times6}{3^2}\times\frac{10^{-6}\times10^{-3}}{10^{-6}} \xrightarrow{\text{دسته‌بندی و ساده کردن}} \frac{(1/8\times10^{-2})^3(6\times10^{-3})}{(3\times10^{-3})^2} = ?$$

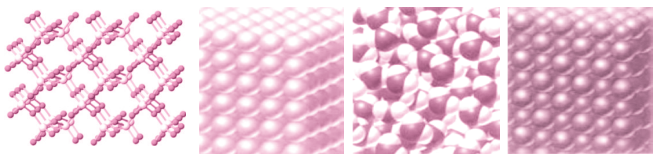
$$= 4/8\times10^{-3}$$

پاسخ اندکی کوچک‌تر از $4/8\times10^{-3}$ است. (پاسخ: $3/9\times10^{-3}$)

گزینهٔ (۲)

تست ۳۷ با توجه به شکل‌های زیر که هریک نمایی از یک نوع جامد بلوری است، پاسخ صحیح سه پرسش زیر به ترتیب در کدام گزینه بیان شده است؟

مربوط به تست ۸ – آزمون ۳۱



(ت) (پ) (ب) (الف)

الف) کدام نوع جامد در حالت مذاب، بدون تجزیه‌شدن، جریان برق را از خود عبور می‌دهد؟

ب) کدام نوع جامد دمای ذوب و جوش بسیار بالایی دارد و به حالت مذاب رسانای جریان برق نیست؟

پ) کدام نوع جامد می‌تواند دمای ذوب کمتری نسبت به سیلیس داشته باشد و با انحلال در آب رسانایی الکتریکی آن را افزایش دهد؟

۱) (الف)، (ت) و (پ) ۲) (پ)، (ت) و (الف)

۳) (پ)، (ب) و (پ) ۴) (الف)، (ب) و (الف)

پاسخ: شکل‌های (الف) تا (ت) به ترتیب نمایی از جامدهای یونی، مولکولی، فلزی و کووالانسی هستند. با توجه به آن‌ها هریک از پرسش‌ها را بررسی می‌کنیم:

پرسش (الف): جامدهای فلزی و یونی، در حالت مذاب رسانای جریان برق‌اند. جامدهای فلزی برخلاف جامدهای یونی، در حالت مذاب، بدون تجزیه شدن، جریان برق را از خود عبور می‌دهند.

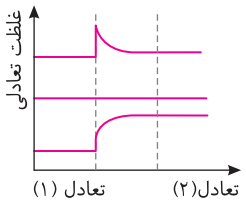
توجه عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی در حالت مذاب ، سبب تجزیهٔ آن‌ها به عناصر سازندهٔشان می‌شود؛ پدیده‌ای که به آن برقکافت می‌گویند.

پرسش (ب): جامدهای کووالانسی، دمای ذوب و جوش بسیار بالایی دارند و به حالت مذاب، برخلاف ترکیب‌های یونی، رسانای جریان برق نیستند. پرسش (پ): در حالت کلی، ترکیب‌های یونی، نقطهٔ ذوب پایین‌تری نسبت به جامدهای کووالانسی، مانند سیلیس (SiO_2) دارند و با انحلال آن‌ها در آب، شمار یون‌های موجود در آب افزایش و در نتیجه، رسانایی الکتریکی افزایش می‌یابد.

گزینهٔ (۲)

تست ۳۸ کدام مورد (موارد) زیر، سبب می‌شود، نمودار غلظت گونه‌های تعادلی برای واکنش $2A(g) \rightleftharpoons B(g)+2C(s)$ به‌صورت زیر تغییر کند؟

مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۳۲



۱) کاهش حجم سامانه

۲) افزایش دما

۳) افزایش فشار - افزایش دما

۴) کاهش حجم ظرف - اضافه کردن مقداری A به سامانه

پاسخ: با توجه به اینکه تعداد مول گازی در سمت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است، بنابراین با کاهش حجم (یا افزایش فشار)، واکنش در جهت تعداد مول گازی کمتر، یعنی در جهت تولید فراورده‌ها جابه‌جا شده و در نتیجه غلظت تعادلی مادهٔ A نسبت به لحظهٔ اعمال تغییر کاهش و غلظت تعادلی مادهٔ B نسبت به لحظهٔ اعمال تغییر افزایش می‌یابد. توجه داشته باشید که غلظت مادهٔ C ثابت است؛ زیرا غلظت مواد جامد و مایع خالص به مقدار آن‌ها وابسته نیست. **بررسی سایر تغییرات:**

با تغییر دما، غلظت گونه‌های تعادلی تغییر می‌کند و تغییر غلظت لحظه‌ای نداریم. همچنین با اضافه کردن یک مادهٔ گازی به ظرف واکنش، در لحظهٔ اعمال تغییر، فقط باید غلظت همان ماده افزایش یابد.

گزینهٔ (۱)

تست ۳۹ با توجه به گونه‌های داده شده، کلمات کدام گزینه برای تکمیل کردن هر سه عبارت مناسب است؟

مربوط به تست ۴ – آزمون ۳۳

$NH_3 - BeCl_2 - NO_3^- - BCl_3 - CH_3F - CN^- - SO_2Cl_2$

الف) در بین گونه‌های داده شده، اتم‌های ..... گونه را می‌توان روی یک صفحه جای داد.

ب) در ..... گونه، گشتاور دوقطبی برابر با صفر است.

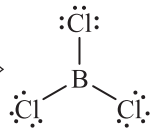
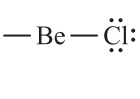
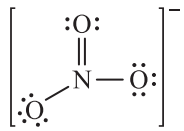
پ) در ..... گونه، احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف اتمی با عدد اتمی کمتر بیشتر است.

۱) ۴ - ۳ - ۱ ۲) ۵ - ۳ - ۲

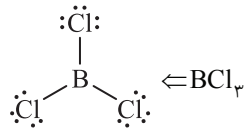
۳) ۴ - ۲ - ۱ ۴) ۵ - ۲ - ۲

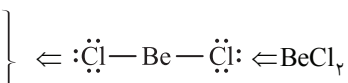
پاسخ: بررسی پرسش‌ها:

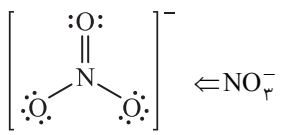
پرسش (الف): در همهٔ گونه‌های دو یا سه اتمی، همهٔ اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند. در گونه‌های چهار اتمی که اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است، همهٔ اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند. با توجه به توضیحات ارائه شده، در گونه‌های CN^- ، BCl_3 ، $BeCl_2$ و NO_3^- ، همهٔ اتم‌ها روی یک صفحه قرار می‌گیرند.

$CN^- \Rightarrow [:C \equiv N:]^-$ $BCl_3 \Rightarrow$  $BeCl_2 \Rightarrow$  $NO_3^- \Rightarrow$ 

پرسش (ب): گونه‌هایی که اتم مرکزی در آن‌ها فاقد الکترون ناپیوندی است و اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان هستند، ناقطبی بوده و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است.

 ⇐ اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است. / اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان هستند. ⇐ ناقطبی $(\mu=0)$

 ⇐ اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است. / اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان هستند. ⇐ ناقطبی $(\mu=0)$

 ⇐ اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است. / اتم‌های متصل به اتم مرکزی یکسان هستند. ⇐ ناقطبی $(\mu=0)$

پرسش (پ): در گونه‌هایی که اتم با عدد اتمی کمتر، خصلت نافلزی بیشتری از دیگر اتم‌ها دارد، احتمال حضور جفت الکترون‌های پیوندی در اطراف آن بیشتر است. پس تنها در SO_2Cl_2 چنین شرایطی وجود دارد؛ زیرا اتم اکسیژن کمترین عدد اتمی و بیشترین خصلت نافلزی را میان سایر اتم‌های این گونه دارد.

گزینهٔ (۱)

تست ۴۰ **اگر به مقداری از محلول ۰/۱۵ مولار از نمک یکی از کاتیون‌های وانادیم به رنگ بنفش، ۱۶۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۶۲۵ مولار نقره نیترات اضافه کنیم تا به‌طور کامل واکنش دهند و رنگ محلول نهایی به سبز تبدیل شود، در این فرایند، چند گرم نقره در کف ظرف تشکیل شود؟** $(Ag=۱۰۸g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۸ – آزمون ۳۳

۱) ۱۰/۸ **۲)** ۲۱/۲ **۳)** ۵/۷ **۴)** ۱۶/۵

پاسخ: محلول‌های حاوی یون‌های وانادیم (II) و وانادیم (III) به ترتیب به رنگ بنفش و سبز هستند. با توجه به توضیحات تست، معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم:

$$Ag^{+}(aq)+V^{۲+}(aq)\rightarrow Ag(s)+V^{۳+}(aq)$$

روش اول (ضریب تبدیل): به کمک حجم و غلظت محلول نقره نیترات، مقدار نقرهٔ تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,Ag=۱۶۰mL\,\text{محلول}\times\frac{۱\,L\,\text{محلول}}{۱۰۰۰\,mL\,\text{محلول}}\times\frac{۰/۶۲۵mol\,Ag^{+}}{۱\,L\,\text{محلول}}\times\frac{۱\,molAg}{۱\,molAg^{+}}\times\frac{۱۰۸g\,Ag}{۱\,molAg}=۱۰/۸g\,Ag$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{غلظت مولی}\times\text{لیتر محلول مصرفی}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم Ag تولیدی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۰/۱۶\times۰/۶۲۵}{۱}=\frac{x\,g\,Ag}{۱\times۱۰۸}\Rightarrow x=۱۰/۸g\,Ag$$

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۷

تست ۴۱ اگر از واکنش ۳/۶۲ گرم از یک پاک‌کنندهٔ صابونی با فرمول $C_{۲۰}H_{۳۹}COOK$ با مقدار اضافی از محلولی که حاوی یون‌های منیزیم است، ۱/۶۷۵ گرم رسوب سفید رنگ ایجاد شود، بازدهٔ درصدی واکنش کدام است؟ $(C=۱۲, H=۱, O=۱۶, K=۳۹, Mg=۲۴ : g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۲ – آزمون ۳۶

۱) ۶۵
۲) ۵۰
۳) ۷۰
۴) ۸۵

پاسخ: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$۲C_{۲۰}H_{۳۹}COOK(aq)+Mg^{۲+}(aq)\rightarrow \underbrace{Mg(C_{۲۰}H_{۳۹}COO)_{۲}(s)}_{\text{رسوب سفید رنگ}}+۲K^{+}(aq)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\ \text{رسوب}=۳/۶۲g\ \text{صابون}\times\frac{۱\,mol\ \text{صابون}}{۳۶۲g\ \text{صابون}}\times\frac{۱\,mol\ \text{رسوب}}{۲mol\ \text{صابون}}\times\frac{۶۷۰g\ \text{رسوب}}{۱\,mol\ \text{رسوب}}\times\frac{R}{۱۰۰}=۱\,g\ \text{رسوب}\Rightarrow R=٪۵۰$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم صابون مصرفی}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم رسوب تولیدی}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۳/۶۲\times\frac{R}{۱۰۰}}{۲\times۳۶۲}=\frac{۱/۶۷۵}{۱\times۶۷۰}\Rightarrow R=٪۵۰$$

گزینهٔ (۲)

تست ۴۲ اگر غلظت مولی محلولی از اسید ضعیف HA برابر با ۱/۲ و غلظت مولی محلولی از اسید ضعیف HB برابر با ۳/۲ و pH محلول HA به اندازهٔ ۱/۳ واحد کوچک‌تر از pH محلول HB باشد، درصد یونش HA به تقریب چند برابر درصد یونش HB است؟

مربوط به تست ۶ – آزمون ۳۶

۱) ۵۳/۳
۲) ۳۷/۳
۳) ۷۳/۳
۴) ۳۵/۳

پاسخ:

$$pH_{HB}=۱/۳+pH_{HA}\Rightarrow-\log[H^{+}]_{HB}=۱/۳-\log[H^{+}]_{HA}\Rightarrow\log[H^{+}]_{HA}-\log[H^{+}]_{HB}=۱/۳$$

$$\Rightarrow\log\frac{[H^{+}]_{HA}}{[H^{+}]_{HB}}=۱/۳\Rightarrow\frac{[H^{+}]_{HA}}{[H^{+}]_{HB}}=۱۰^{۱/۳}=۱۰^{۰/۳+۱}=۲\times۱۰=۲۰$$

برای اسید HA و HB داریم:

$$[H^{+}]_{HA}=M_{HA}\alpha_{HA}\Rightarrow[H^{+}]_{HA}=۱/۲\alpha_{HA}$$

$$[H^{+}]_{HB}=M_{HB}\alpha_{HB}\Rightarrow[H^{+}]_{HB}=۳/۲\alpha_{HB}\Rightarrow\frac{[H^{+}]_{HA}}{[H^{+}]_{HB}}=\frac{۱/۲\alpha_{HA}}{۳/۲\alpha_{HB}}=۲۰\Rightarrow\frac{\alpha_{HA}}{\alpha_{HB}}\simeq۵۳/۳$$

گزینهٔ (۱)

تست ۴۳ چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

مربوط به تست ۹ – آزمون ۳۶

الف) در تبدیل آنیون HPO_4^{2-} به $H_2PO_4^-$ عدد اکسایش اتم مرکزی، یک واحد تغییر می‌کند.

ب) در تبدیل هر یون دی‌کرومات $(Cr_2O_7^{2-})$ به کروم (III) اکسید، شش الکترون مبادله می‌شود.

پ) در واکنش $H_2O+SO_3 \rightarrow H_2SO_4$، اتم یک عنصر، هم کاهنده و هم اکسنده است.

ت) در واکنش $Cl_2(g)+2I^-(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq)+I_2(s)$، گاز کلر کاهنده و یون‌های یدید نقش اکسنده را دارد.

ث) عدد اکسایش اتم کربن عامل کربونیل در همهٔ کتون‌ها برابر $(+2)$ است.

۱) ۲ **۲)** ۳

۳) ۴ **۴)** ۵

پاسخ: عبارت‌های (ب) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): $H_2PO_4^-: 2+P+4(-2)=-1 \Rightarrow P=+5$ $\quad$ $HPO_4^{2-}: 1+P+4(-2)=-2 \Rightarrow P=+5$

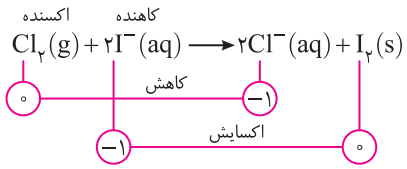
عبارت (ب): در یون دی‌کرومات $(Cr_2O_7^{2-})$ و کروم (III) اکسید، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن یکسان و برابر (-2) است، پس تفاوت مجموع عدد اکسایش اتم‌های کروم نشان‌دهنده تعداد الکترون‌های مبادله شده در فرایند تبدیل یون دی‌کرومات $(Cr_2O_7^{2-})$ به کروم (III) اکسید است.

$Cr_2O_3: 2Cr+3(-2)=0 \Rightarrow 2Cr=+6$ $\quad$ $Cr_2O_7^{2-}: 2Cr+7(-2)=-2 \Rightarrow 2Cr=+12$

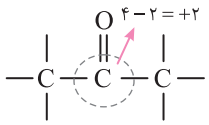
طی این فرایند، ۶ الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

عبارت (پ): طی واکنش، عدد اکسایش هیچ‌کدام از اتم‌ها تغییر نمی‌کند، پس واکنش از نوع اکسایش - کاهش نیست و در آن گونهٔ اکسنده و کاهنده وجود ندارد.

عبارت (ت): طی واکنش، عدد اکسایش اتم‌های کلر (Cl_2) کاهش و عدد اکسایش یون‌های یدید (I^-) افزایش می‌یابد، پس $Cl_2(g)$ گونهٔ اکسنده و $I^-(aq)$ گونهٔ کاهنده است.



عبارت (ث): در گروه عاملی کربونیل در کتون‌ها، اتم کربن گروه عاملی با یک پیوند دوگانه به یک اتم اکسیژن و با دو پیوند یگانه به دو اتم کربن متصل است. بنابراین عدد اکسایش اتم کربن گروه عاملی کربونیل در همهٔ کتون‌ها یکسان و برابر $(+2)$ است.



گزینهٔ (۱)

تست ۴۴ **فلز کلسیم براساس معادلهٔ $Ca(s)+2HCl(aq)\rightarrow CaCl_2(aq)+H_2(g)$ با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. یک قطعهٔ ۶۰ گرمی از فلز کلسیم را در ۳ لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH=1/15$ می‌اندازیم. در لحظه‌ای که جرم کلسیم کلرید تولید شده به ۸/۳۲۵ گرم برسد، pH محلول هیدروکلریک اسید باقی مانده در ظرف کدام است؟** $(Ca=40, Cl=35/5: g.mol^{-1})$ مربوط به تست ۶ – آزمون ۳۸

۱) ۱/۷
۲) ۱/۲
۳) ۰/۸
۴) ۲/۳

پاسخ: ابتدا مقدار مول $H^+(aq)$ موجود در ۳ لیتر محلول هیدروکلریک اسید اولیه را محاسبه می‌کنیم:

$$pH=1/15\Rightarrow M_{HCl}=[H^+]=10^{-pH}=10^{-1/15}=10^{0/85-2}=7\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

$$?\,mol\,HCl_{\text{اولیه}}=3L_{\text{محلول}}\times\frac{7\times10^{-2}\,mol\,HCl}{1\,L}=0/21\,mol\,HCl$$

سپس مقدار مول HCl مصرفی برای تولید ۸/۳۲۵ گرم کلسیم کلرید را محاسبه کرده و به کمک آن و مقدار مول اولیهٔ HCl، مقدار مول HCl موجود در محلول نهایی را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,HCl_{(\text{مصرفی})}=8/325g\,CaCl_2\times\frac{1\,mol\,CaCl_2}{111\,g\,CaCl_2}\times\frac{2mol\,HCl}{1\,mol\,CaCl_2}=0/15mol\,HCl$$

$$\text{مقدار مول HCl باقی‌مانده در محلول}=0/21-0/15=0/06\,mol\,HCl$$

اکنون غلظت HCl در محلول نهایی را محاسبه کرده و سپس pH آن را به‌دست می‌آوریم:

$$M_{HCl}=[H^+]=\frac{\text{مول HCl}}{\text{لیتر محلول}}=\frac{0/06\,(mol)}{3\,(L)}=0/02mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log[H^+]=-\log 0/02=-\log(2\times10^{-2})=2-\log 2=2-0/3=1/7$$

میانبر محاسباتی برای محاسبهٔ مقدار مول HCl مصرفی داریم:

$$\frac{8/325\times2}{111}=?\xrightarrow[\text{به‌جای ۸/۳۲۵ و ۱۱۱ اعداد ۸/۲۵ و ۱۱۰}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}}\frac{8/25\times2}{110}=\frac{0/75\times2}{10}=0/15$$

(۰/۷۵ بالای ۸/۲۵، ۱۱۰ بالای ۱۱۱، ۱۰ بالای ۱۱۰)

گزینهٔ (۱)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۸

تست ۴۵ اگر انحلال‌پذیری سدیم کلرید در دمای $25^\circ C$ در آب برابر ۳۶ گرم و چگالی محلول سیرشدهٔ آن برابر $1/17 g.mL^{-1}$ باشد، به ترتیب از راست به چپ درصد جرمی و غلظت مولی محلول سیرشدهٔ سدیم کلرید به تقریب کدام است؟ $(Na=23, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۳۹

۱) ۳۶ - ۷/۲ ۲) ۲۶/۵ - ۵/۳ ۳) ۳۶ - ۵/۳ ۴) ۲۶/۵ - ۷/۲

پاسخ: از آنجا که انحلال‌پذیری سدیم کلرید در آب در دمای $25^\circ C$ برابر ۳۶ گرم است، یعنی در این دما، ۳۶ گرم NaCl در ۱۰۰ گرم آب حل شده و جرم محلول سیر شدهٔ حاصل برابر ۱۳۶ گرم است، بنابراین درصد جرمی محلول برابر است با:

$$\text{درصد جرمی NaCl} = \frac{\text{جرم NaCl}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{36}{136} \times 100 \simeq ٪26/5$$

اکنون که درصد جرمی را محاسبه کردیم، به کمک چگالی محلول سیرشده و جرم مولی حل شونده می‌توانیم غلظت مولی محلول را به‌دست آوریم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی}(\frac{g}{mL}) \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی حل‌شونده}} = \frac{10 \times 26/5 \times 1/17}{58/5} = 5/3 mol.L^{-1}$$

میانبر محاسباتی محاسبهٔ قسمت اول:

پاسخ اندکی از ۲۵ بزرگ‌تر است. (پاسخ: ۲۶/۵) $\frac{9 \times 100}{36} = 25$ ← تخمین زدن و ساده کردن (به جای ۳۴، عدد ۳۶ قرار گیرد.) ← $\frac{9 \times 100}{34}$ ← ساده کردن ← $\frac{36 \times 100}{136} = ?$

محاسبات قسمت دوم: از ۲۵٪ که در قسمت قبل به‌دست آمده استفاده می‌کنیم:

پاسخ نزدیک به عدد ۵ است. (پاسخ: ۵/۳) $\frac{10 \times 1/2 \times 25}{60} = 25 \times 0/2 = 5$ ← تخمین زدن و ساده کردن (به جای ۱/۱۷ و ۵۸/۵، اعداد ۱/۲ و ۶۰ قرار گیرد.) ← $\frac{10 \times 25 \times 1/17}{58/5} = ?$

گزینهٔ (۲)

تست ۴۶ با توجه به واکنش‌های گرما شیمیایی زیر، گرمای حاصل از اکسایش کامل ۶۷/۲ لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید در شرایط STP با گرمای حاصل از سوختن چند گرم کربن مونوکسید برابر است؟ $(C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۸ – آزمون ۴۰

$$2SO_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H=-200 kJ$$
$$2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) \quad \Delta H=-640 kJ$$

۱) ۸۴/۷ ۲) ۵۲/۵ ۳) ۳۲/۲۵ ۴) ۲۶/۲۵

پاسخ: ابتدا گرمای حاصل از اکسایش کامل ۶۷/۲ لیتر گاز گوگرد دی‌اکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,kJ = 67/2\,L\,SO_2 \times \frac{1\,mol\,SO_2}{22/4\,L\,SO_2} \times \frac{200\,kJ}{2\,mol\,SO_2} = 300 kJ$$

سپس محاسبه می‌کنیم که این مقدار گرما معادل گرمای حاصل از سوختن چند گرم کربن مونوکسید است:

$$?\,g\,CO = 300 kJ \times \frac{2\,mol\,CO}{640 kJ} \times \frac{28\,g\,CO}{1\,mol\,CO} = 26/25 g\,CO$$

گزینهٔ (۴)

تست ۴۷ اگر برای برقکافت مقداری آب، $2/408 \times 10^{22}$ الکترون در نیم‌واکنش کاتدی سلول برقکافت آب مصرف شود، چند میلی‌لیتر گاز در شرایط STP در این نیم‌واکنش تولید شده و pH محلول اطراف آن کدام است؟ (حجم محلول باقی‌مانده در کاتد را ۴۰۰ میلی‌لیتر در نظر بگیرید و گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

مربوط به تست ۶ – آزمون ۴۱

۱) ۱۳ - ۸۹۶ ۲) ۱۲/۵ - ۸۹۶ ۳) ۱۳ - ۴۴۸ ۴) ۱۲/۵ - ۴۴۸

پاسخ: معادلهٔ نیم‌واکنش انجام شده در نیم‌سلول کاتدی برقکافت آب به‌صورت روبه‌رو است:

$$4H_2O(l)+4e^- \rightarrow 2H_2(g)+4OH^-(aq)$$

قسمت اول: محاسبهٔ حجم گاز H_2 تولیدی:

$$?\,L\,H_2 = 2/408 \times 10^{22} e \times \frac{1\,mol\,e}{6/02 \times 10^{23} e} \times \frac{2\,mol\,H_2}{4\,mol\,e} \times \frac{22400\,mL\,H_2}{1\,mol\,H_2} = 448 mL\,H_2$$

قسمت دوم: برای محاسبهٔ pH محلول نیم‌سلول کاتدی، ابتدا مول OH^- تولیدی، سپس غلظت OH^- در محلول کاتدی و در آخر pH محلول نیم‌سلول کاتدی را به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,OH^- = 2/408 \times 10^{22} e \times \frac{1\,mol\,e}{6/02 \times 10^{23} e} \times \frac{4\,mol\,OH^-}{4\,mol\,e} = 0/04 mol\,OH^-$$

$$[OH^-] = \frac{\text{مول } OH^-}{\text{لیتر محلول}} = \frac{0/04 mol}{0/4 L} = 0/1 mol.L^{-1}$$

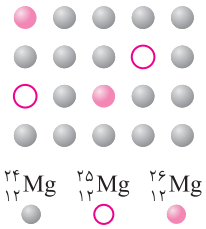
$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(0/1) = 1 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$

گزینهٔ (۳)

تست ۴۸ ۱۲۱۵ میلی‌گرم فلز منیزیم که فراوانی ایزوتوپ‌های آن به شکل روبه‌رو است را در مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، وارد می‌کنیم. در این واکنش چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید شده و چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (به ترتیب از راست به چپ)

مربوط به تست ۶ – آزمون ۴۲

۱) ۱/۱۲ - ۰/۱
۲) ۲/۲۴ - ۰/۱
۳) ۱/۱۲ - ۰/۰۵
۴) ۲/۲۴ - ۰/۰۵



پاسخ: ابتدا جرم مولی میانگین Mg را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}\Rightarrow\bar{M}=\frac{(24\times16)+(25\times2)+(26\times2)}{20}=24/3\,g.mol^{-1}$$

سپس طبق واکنش منیزیم با هیدروکلریک اسید داریم:

$$Mg(s)+2HCl(aq)\rightarrow MgCl_2(aq)+H_2(g)$$

$$?\,L\,H_2=1215\times10^{-3}\,g\,Mg\times\frac{1\,mol\,Mg}{24/3\,g\,Mg}\times\frac{1\,mol\,H_2}{1\,mol\,Mg}\times\frac{22/4\,L\,H_2}{1\,mol\,H_2}=1/12\,L\,H_2$$

طبق نیم‌واکنش اکسایش منیزیم داریم:

$$Mg(s)\rightarrow Mg^{2+}(aq)+2e^-$$

$$?\,mol\,e^-=1215\times10^{-3}\,g\,Mg\times\frac{1\,mol\,Mg}{24/3\,g\,Mg}\times\frac{2\,mol\,e^-}{1\,mol\,Mg}=0/1\,mol\,e^-$$

گزینهٔ (۱)

تست ۴۹ مخلوطی از گازهای پروپان و پروپن به جرم ۸۷ گرم را وارد محلول قرمز رنگ برم می‌کنیم. اگر در انتهای واکنش، ۱۶۷ گرم ترکیب آلی سیرشده باقی بماند، درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه کدام است؟ $(C=12,H=1,Br=80:g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۸ – آزمون ۴۳

۱) ۶۰
۲) ۷۵
۳) ۸۰
۴) ۹۰

پاسخ: پروپان (C_3H_8) یک گاز سیرشده (آلکان) و پروپن C_3H_6 یک گاز سیرنشده (آلکن) است. در این واکنش فقط گاز پروپن با محلول قرمزرنگ برم مطابق معادلهٔ «$C_3H_6+Br_2\rightarrow C_3H_6Br_2$» وارد واکنش می‌شود، پس اختلاف جرم مخلوط اولیه و ترکیب‌های آلی سیر شدهٔ نهایی برابر جرم برم شرکت‌کننده در واکنش با گاز پروپن است؛ بنابراین جرم Br_2 شرکت کننده برابر با $80\,g$ $(167-87)$ است. حال جرم گازهای پروپن و پروپان را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,C_3H_6=80\,g\,Br_2\times\frac{1\,mol\,Br_2}{160\,g\,Br_2}\times\frac{1\,mol\,C_3H_6}{1\,mol\,Br_2}\times\frac{42\,g\,C_3H_6}{1\,mol\,C_3H_6}=21\,g\,C_3H_6$$

$$\text{جرم گاز پروپان}\Rightarrow\text{جرم گاز پروپن}-\text{جرم کل}=87-21=66\,g\,C_3H_8$$

برای محاسبهٔ درصد مولی پروپان باید مقدار مول هر دو گاز را محاسبه کنیم:

$$?\,mol\,C_3H_6=21\,g\,C_3H_6\times\frac{1\,mol\,C_3H_6}{42\,g\,C_3H_6}=0/5\,mol\,C_3H_6$$

$$?\,mol\,C_3H_8=66\,g\,C_3H_8\times\frac{1\,mol\,C_3H_8}{44\,g\,C_3H_8}=1/5\,mol\,C_3H_8$$

بنابراین درصد مولی پروپان در مخلوط اولیه برابر است با:

$$\text{درصد مولی پروپان}=\frac{1/5}{1/5+0/5}\times100=\%75$$

گزینهٔ (۲)

تست ۵۰ اگر آنتالپی پیوندهای H — H، N — H و N ≡ N با یکای کیلوژول بر مول به‌ترتیب برابر ۴۳۵، ۳۸۹ و ۱۵۹ باشد، مطابق واکنش $N_2H_4(g)+H_2(g)\rightarrow2NH_3(g)$ به ازای مصرف ۲۱ گرم هیدرازین با درصد خلوص ۶۴٪ چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ $(N=14,H=1:g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۴۳

۱) ۸۷/۸
۲) ۷۷/۲۸
۳) ۲۴۲/۵
۴) ۳۶۵/۴

پاسخ: ابتدا به کمک آنتالپی‌های پیوند داده شده، آنتالپی واکنش $N_2H_4(g)+H_2(g)\rightarrow2NH_3(g)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}}=(\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده})-(\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش‌دهنده})$$
$$=[\Delta H(N\equiv N)+4\Delta H(N-H)+\Delta H(H-H)]-[6\Delta H(N-H)]=[159+4(389)+435]-[6(389)]=-184\,kJ$$

اکنون گرمای حاصل از مصرف ۲۱ گرم هیدرازین (N_2H_4) با خلوص ۶۴٪ را به‌دست می‌آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,kJ=21\,g\,N_2H_4\,\text{ناخالص}\times\frac{64\,g\,N_2H_4\,\text{خالص}}{100\,g\,N_2H_4\,\text{ناخالص}}\times\frac{1\,mol\,N_2H_4}{32\,g\,N_2H_4}\times\frac{184\,kJ}{1\,mol\,N_2H_4}=77/28\,kJ$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم ناخالص}\,N_2H_4\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{Q}{|\Delta H|}\Rightarrow\frac{21\times\frac{64}{100}}{1\times32}=\frac{Q}{184}\Rightarrow Q=77/28\,kJ$$

گزینهٔ (۲)

پاسخ تشریحی سوال‌های مشابه فصل ۹

تست ۵۱ اگر در گونهٔ $^{۷۹}X^{۲-}$، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۹ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، عدد اتمی این عنصر برابر ..... بوده و در گروه ..... جدول دوره‌ای قرار دارد.

مربوط به تست ۲ – آزمون ۴۴

۱) ۳۲ - ۱۴ ۲) ۳۴ - ۱۴ ۳) ۳۲ - ۱۶ ۴) ۳۴ - ۱۶

پاسخ: تعیین عدد اتمی عنصر X:

$$^{۷۹}X^{۲-} \Rightarrow \begin{cases} n+p=۷۹ \\ n-e=۹ \end{cases} \xrightarrow{e=p+۲} \begin{cases} n+p=۷۹ \\ n-(p+۲)=۹ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n+p=۷۹ \\ n-p=۱۱ \end{cases} \Rightarrow p=۳۴$$

عدد اتمی عنصر X برابر ۳۴ است و آرایش الکترونی آن به‌صورت روبه‌رو می‌باشد: ۶ الکترون ظرفیتی $_{۳۴}X: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰} \boxed{۴s^۲ ۴p^۴} \Rightarrow$

عنصری از دستهٔ p که دارای ۶ الکترون ظرفیتی است در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارد.

گزینهٔ (۴)

تست ۵۲ در مقداری آب مقطر در دمای اتاق، جرم مشخصی از HCl را حل کرده و حجم محلول را به ۴۰۰ mL می‌رسانیم. pH مربوط به ۰/۱ لیتر از محلول نهایی برابر با ۱/۵ است. به‌ترتیب از راست به چپ، مقدار HCl اولیه چند گرم بوده است و نسبت غلظت یون هیدرونیوم به غلظت یون هیدروکسید در محلول کدام است؟ $(Cl=۳۵/۵, H=۱: g.mol^{-۱})$

مربوط به تست ۲۶ – آزمون ۴۴

۱) ۱×۱۰^{۱۰} - ۰/۴۳۸ ۲) ۹×۱۰^{۱۰} - ۰/۱۲ ۳) ۱×۱۰^{۱۰} - ۰/۱۲ ۴) ۹×۱۰^{۱۰} - ۰/۴۳۸

پاسخ: **قسمت اول:** حجم محلول تأثیری در pH آن ندارد. پس pH کل محلول نهایی برابر با ۱/۵ است. ابتدا غلظت مولی $H_۳O^+$ را به‌دست می‌آوریم:

$$[H_۳O^+]=۱۰^{-pH} \Rightarrow [H_۳O^+]=۱۰^{-۱/۵}=۱۰^{-۲+۰/۵}=۱۰^{-۲}\times۱۰^{+۰/۵}=۳\times۱۰^{-۲} \quad (\log ۳=۰/۵ \Rightarrow ۱۰^{۰/۵}=۳)$$

با توجه به اینکه HCl یک اسید قوی است، در آن $\alpha=۱$ است، در نتیجه می‌توان نوشت: $[H_۳O^+]=M\alpha \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۲}=M\times۱ \Rightarrow M=۳\times۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$

اکنون با داشتن غلظت اسید و حجم محلول، می‌توان مقدار اولیهٔ HCl را محاسبه نمود:

$$?\,mol\,HCl\ (اولیه)=۴۰۰mL\ محلول \times \frac{۱\,L\ محلول}{۱۰۰۰mL\ محلول} \times \frac{۳\times۱۰^{-۲}\,mol\,HCl}{۱\,L\ محلول} \times \frac{۳۶/۵\,g\,HCl}{۱\,mol\,HCl}=۰/۴۳۸g\,HCl$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{۴۰۰\times۳\times۱۰^{-۲}\times۳۶/۵}{۱۰۰۰}=? \xrightarrow[\text{و ساده کردن}]{\text{دسته‌بندی}} ۴\times۳\times۳۶۵\times\frac{۱۰^۲\times۱۰^{-۲}}{۱۰^۳}=۱۲\times۳۶۵\times۱۰^{-۳} \xrightarrow[\text{پلکانی}]{\text{ضرب}} (۱۰+۲)۳۶۵\times۱۰^{-۳}=(۳۶۵۰+۷۳۰)\times۱۰^{-۳}$$

$$=۴۳۸۰\times۱۰^{-۳}=۴/۳۸$$

قسمت دوم: با توجه به اینکه حاصل‌ضرب غلظت یون هیدرونیوم در غلظت یون هیدروکسید برابر $۱۰^{-۱۴}$ است، خواهیم داشت:

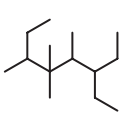
$$[H^+][OH^-]=۱۰^{-۱۴} \Rightarrow (۳\times۱۰^{-۲})\times[OH^-]=۱۰^{-۱۴} \Rightarrow [OH^-]=\frac{۱۰^{-۱۴}}{۳\times۱۰^{-۲}}=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۱۲}\,mol.L^{-۱}$$

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]}=\frac{۳\times۱۰^{-۲}}{\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۱۲}}=۹\times۱۰^{۱۰}$$

گزینهٔ (۴)

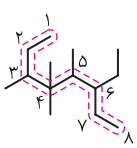
تست ۵۳ نام آیوپاک ترکیب آلی مقابل کدام است؟

مربوط به تست ۱۲ – آزمون ۴۵



۱) ۶- اتیل - ۳، ۴، ۴، ۵- تترا متیل اوکتان
۲) ۲، ۵- دی‌اتیل - ۳، ۳، ۴- تری‌متیل هپتان
۳) ۳، ۳، ۴- تری‌متیل- ۲، ۵- دی‌اتیل هپتان
۴) ۳- اتیل - ۴، ۵، ۵، ۶- تترا متیل اوکتان

پاسخ: بلندترین زنجیر کربنی را که ۸ اتم کربن دارد، به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌کنیم. این زنجیر را از سمت چپ شماره‌گذاری می‌کنیم؛ زیرا عدد حاصل از شمارهٔ شاخه‌های فرعی مقدار کوچک‌تری دارد.



نام آلکان: ۶- اتیل - ۳، ۴، ۴، ۵- تترا متیل اوکتان

گزینهٔ (۱)

تست ۵۴ اگر کربن دی‌اکسید حاصل از تجزیهٔ ۲۰ گرم سدیم هیدروژن کربنات $(NaHCO_3)$ با خلوص ۷۰ درصد، در محلول لیتیم پراکسید (Li_2O_2) کافی وارد شود و بازدهٔ درصدی واکنش دوم ۸۴ درصد باشد، چند میلی‌لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟

مربوط به تست ۱۵ – آزمون ۴۶

$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(g)$

$2Li_2O_2(aq)+2CO_2(g) \rightarrow 2Li_2CO_3(aq)+O_2(g)$

$(Na=23, H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۹۸

۲) ۷۸۴

۳) ۹۳۳/۳

۴) ۸۴۳/۲

پاسخ: روش اول (ضریب تبدیل):

$$?\,mL\,O_2 = 20g\,NaHCO_3(\text{ناخالص}) \times \frac{70g\,NaHCO_3(\text{خالص})}{100g\,NaHCO_3(\text{ناخالص})} \times \frac{1mol\,NaHCO_3}{84g\,NaHCO_3} \times \frac{1mol\,CO_2}{2mol\,NaHCO_3} \times \frac{1mol\,O_2}{2mol\,CO_2} \times \frac{22/4L\,O_2}{1mol\,O_2}$$

$$\times \frac{1000mL\,O_2}{1L\,O_2} \times \underbrace{\frac{84}{100}}_{\text{بازده درصدی}} = 784mL\,O_2$$

روش دوم (تناسبی): برای حل سؤال به روش تناسب باید ضریب مادهٔ مشترک (CO_2) را با دو برابر کردن معادلهٔ (۱)، یکسان نمود. به این ترتیب می‌توان تناسب زیر را نتیجه گرفت:

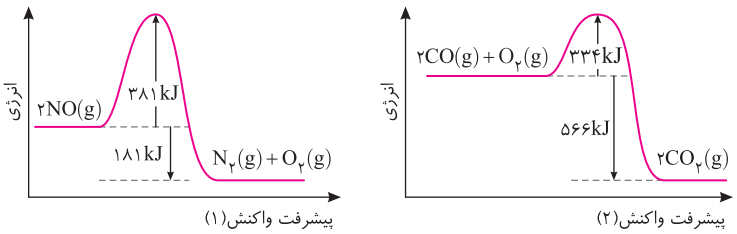
$4NaHCO_3 \sim 2CO_2 \sim 1O_2$

$$\frac{\text{جرم سدیم هیدروژن کربنات(ناخالص)} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی‌لیتر } O_2 \text{ آزاد شده(STP)}}{\text{ضریب} \times 22400} \Rightarrow \frac{20g\,NaHCO_3 \times \frac{70}{100} \times \frac{84}{100}}{4 \times 84} = \frac{x\,mL\,O_2}{1 \times 22400} \Rightarrow x = 784mL\,O_2(g)$$

گزینهٔ (۲)

تست ۵۵ با توجه به نمودارهای زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

مربوط به تست ۳۳ – آزمون ۴۶



الف) این واکنش‌ها در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

ب) انرژی فعال‌سازی مربوط به واکنش (۱)، به ازای مصرف یک مول NO برابر ۱۹۰/۵kJ است.

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

ت) تأثیر افزایش دما بر سرعت واکنش (۱) کمتر از واکنش (۲) است.

۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۱

پاسخ: عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): این واکنش‌ها به دلیل انرژی فعال‌سازی زیادی که دارند، در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند. عبارت (ب): انرژی فعال‌سازی مربوط به واکنش (۱)، به ازای مصرف ۲ مول $NO(g)$ برابر با ۳۸۱kJ است. در نتیجه به ازای مصرف هر مول $NO(g)$، ۱۹۰/۵kJ انرژی فعال‌سازی نیاز است. عبارت (پ): واکنش مربوط به نمودار (۱)، در جهت برگشت یکی از مراحل تشکیل اوزون در لایهٔ تروپوسفر است.

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

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

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

عبارت (ت): هر چه انرژی فعال‌سازی یک واکنش بیشتر باشد، با افزایش دما، سرعت آن به میزان بیشتری افزایش می‌یابد، بنابراین چون انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) بیشتر است، تأثیر دما بر سرعت آن بیشتر است.

گزینهٔ (۱)

تست ۵۶ با توجه به E°های داده شده، چند مورد از واکنش‌های زیر در جهت طبیعی پیش می‌روند؟ مربوط به تست ۳۰ – آزمون ۴۷

$E^\circ(Pt^{2+}(aq)/Pt(s))=+1/2\,V, E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s))=+0/8V, E^\circ(Sn^{4+}(aq)/Sn^{2+}(aq))=+0/15V, E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s))=-0/44V$

الف) $Sn^{2+}(aq)+2Ag^+(aq)\rightarrow 2Ag(s)+Sn^{4+}(aq)$

ب) $Pt^{2+}(aq)+2Ag(s)\rightarrow 2Ag^+(aq)+Pt(s)$

پ) $Pt(s)+Fe^{2+}(aq)\rightarrow Pt^{2+}(aq)+Fe(s)$

ت) $Fe(s)+Sn^{4+}(aq)\rightarrow Fe^{2+}(aq)+Sn^{2+}(aq)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ:

واکنش (الف) به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا Sn^{2+} در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از Ag قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

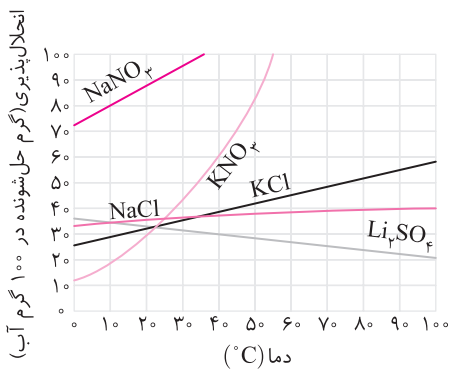
واکنش (ب) به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا Ag در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از Pt قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

واکنش (پ) به‌صورت خودبه‌خودی انجام نمی‌شود؛ زیرا Pt در سری الکتروشیمیایی بالاتر از Fe قرار دارد و نمی‌تواند نقش کاهنده را ایفا کند.

واکنش (ت) به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؛ زیرا Fe در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از Sn^{2+} قرار دارد و نقش کاهنده را ایفا می‌کند.

گزینهٔ (۳)

تست ۵۷ با توجه به شکل مقابل که مربوط به انحلال‌پذیری برخی ترکیب‌های یونی در آب برحسب دما است، پاسخ درست پرسش‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟ مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۴۸



الف) در دمای $40^\circ C$، در ۵۲۰ گرم محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات چند گرم نمک وجود دارد؟

ب) تأثیر دما بر انحلال‌پذیری سدیم نیترات بیشتر است یا پتاسیم نیترات؟

پ) برای چه تعداد از ترکیبات داده شده در نمودار می‌توان معادلهٔ انحلال‌پذیری برحسب دما، به‌صورت کلی « $y=ax+b$ » در نظر گرفت؟

۱) ۱۲۰ - سدیم نیترات - ۳

۲) ۱۶۸ - پتاسیم نیترات - ۴

۳) ۱۲۰ - پتاسیم نیترات - ۴

۴) ۱۶۸ - سدیم نیترات - ۳

پاسخ: **پاسخ درست پرسش‌ها:** پرسش (الف): با توجه به نمودار، در دمای $40^\circ C$، در ۱۳۰ گرم محلول سیرشدهٔ لیتیم سولفات، ۳۰ گرم نمک وجود دارد؛ پس خواهیم داشت:

$$?\,g\,Li_2SO_4=520\,g\ \text{محلول}\times\frac{30\,g\,Li_2SO_4}{130\,g\ \text{محلول}}=120\,g\,Li_2SO_4$$

پرسش (ب): تأثیر دما بر انحلال‌پذیری پتاسیم نیترات بیشتر از سدیم نیترات است؛ زیرا شیب نمودار انحلال‌پذیری برحسب دما برای پتاسیم نیترات بیشتر است.

پرسش (پ): معادلهٔ انحلال‌پذیری برحسب دما برای ترکیباتی که انحلال‌پذیری آن‌ها در آب برحسب دما به‌صورت خطی است را می‌توان به شکل کلی « $y=ax+b$ » در نظر گرفت.

گزینهٔ (۳)

تست ۵۸ جدول زیر مربوط به نوعی مادهٔ غذایی است. دوچرخه‌سواری به منظور طی کردن مسافتی معین به ۴۵۵ کیلوژول انرژی نیاز دارد. این مقدار انرژی با مصرف چند گرم از این مادهٔ غذایی تأمین می‌شود؟ مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۴۸

نوع و ارزش سوختی $(kJ.g^{-1})$	چربی (۳۸)	کربوهیدرات (۱۷)	پروتئین (۱۷)
گرم در ۱۰۰ گرم از مادهٔ غذایی	۳۰	۲۵	۱۵

۱) ۲۵ ۲) ۵۴ ۳) ۳۴ ۴) ۱۸

پاسخ: ابتدا ارزش سوختی مادهٔ غذایی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ارزش سوختی مادهٔ غذایی}=\frac{(30\times 38kJ)+(25\times 17kJ)+(15\times 17kJ)}{100g}=18/2kJ.g^{-1}$$

سپس جرمی از غذا که برای تأمین ۴۵۵ کیلوژول باید مصرف شود را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ \text{ماده غذایی}=455kJ\times\frac{1g\ \text{مادهٔ غذایی}}{18/2kJ}=25g\ \text{مادهٔ غذایی}$$

گزینهٔ (۱)

تست ۵۹ ۲/۵ میلی‌لیتر از یک محلول ۰/۴ درصد جرمی H_2SO_4 با چگالی $1/225 g.mL^{-1}$ را با ۷ میلی‌لیتر آب خالص رقیق می‌کنیم. غلظت یون SO_4^{2-} در محلول نهایی برحسب ppm به تقریب کدام است؟ $(S=32, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

$H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

مربوط به تست ۱۰ – آزمون ۴۹

۱) $1/2\times10^3$ ۲) $9/6\times10^4$ ۳) $2/4\times10^3$ ۴) $3/5\times10^4$

پاسخ: ابتدا باید جرم یون SO_4^{2-} موجود در محلول را به‌دست آوریم:

$$?\,g\,SO_4^{2-}(aq)=2/5mL\,H_2SO_4\,\text{محلول}\times\frac{1/225g\,H_2SO_4\,\text{محلول}}{1mL\,H_2SO_4\,\text{محلول}}\times\underbrace{\frac{0/4g\,H_2SO_4}{100g\,H_2SO_4\,\text{محلول}}}_{\text{درصد جرمی}}\times\frac{1mol\,H_2SO_4}{98g\,H_2SO_4}\times\frac{1mol\,SO_4^{2-}}{1mol\,H_2SO_4}\times\frac{96g\,SO_4^{2-}}{1mol\,SO_4^{2-}}=0/012g\,SO_4^{2-}$$

با توجه به رابطهٔ مقابل، غلظت ppm محلول رقیق شده را محاسبه می‌کنیم:

$$ppm=\frac{\text{تعداد میلی‌گرم‌های حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}\Rightarrow ppm=\frac{0/012\times10^3\,mg\,SO_4^{2-}}{(2/5mL\times\frac{1/225g}{1mL}+7g)\times10^{-3}L}\simeq1/2\times10^3$$

میانبر محاسباتی

$$\frac{2/5\times1/225\times0/4\times96}{100\times98}=?\xrightarrow[\text{به جای ۱/۲۲۵ و ۹۸ اعداد ۱/۲ و ۹۶ قرار گیرد.}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}}\frac{2/5\times1/2\times0/4\times\boxed{96}}{100\times\boxed{96}}=\frac{2/5\times1/2\times0/4}{100}=\frac{\overbrace{2/5\times0/4}^{1}\times1/2}{100}=0/012$$

گزینهٔ (۱)

تست ۶۰ ۱۴۴/۵ گرم آمونیاک را در ظرف سربسته‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر وارد می‌کنیم تا طی یک واکنش تعادلی تجزیه شود. اگر پس از گذشت $\frac{5}{6}$ دقیقه، سامانه به تعادل برسد و جرم واکنش‌دهندهٔ باقی‌مانده در ظرف برابر با جرم مولی آن باشد، سرعت تولید یکی از گازها و مقدار عددی ثابت تعادل واکنش تشکیل آمونیاک از عناصر سازنده‌اش در این شرایط به تقریب کدام است؟ $(N=14, H=1: g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۲۰ – آزمون ۴۹

۱) $4/7\times10^{-5}$ و $0/75 mol.s^{-1}$ ۲) $4/7\times10^{-5}$ و $0/45 mol.L^{-1}.s^{-1}$
۳) $3/2\times10^{-5}$ و $0/75 mol.s^{-1}$ ۴) $3/2\times10^{-5}$ و $0/45 mol.L^{-1}.s^{-1}$

پاسخ: **قسمت اول:** پس از گذشت $\frac{5}{6}$ دقیقه یا ۵۰ ثانیه، مقدار واکنش‌دهندهٔ باقی‌مانده در ظرف برابر با ۱۷ گرم است؛ جرم مولی NH_3 برابر ۱۷ گرم بر مول است.

بنابراین: جرم NH_3 مصرفی = (جرم اولیه) − (جرم باقی‌مانده) = $144/5-17=127/5 g\,NH_3$

اکنون با استفاده از جرم مصرفی NH_3، می‌توانیم تعداد مول‌های تولیدی گازهای N_2 و H_2 را محاسبه کرده و سرعت متوسط تولید آن‌ها را بر حسب $mol.s^{-1}$ به‌دست آوریم:

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

$$?\,mol\,N_2=127/5g\,NH_3\times\frac{1mol\,NH_3}{17g\,NH_3}\times\frac{1mol\,N_2}{2mol\,NH_3}=3/75mol\,N_2$$

$$\bar{R}(N_2)=\frac{3/75mol}{50s}=0/075mol.s^{-1}\qquad \bar{R}(H_2)=3\bar{R}(N_2)=0/225mol.s^{-1}$$

اگر بخواهیم سرعت را بر حسب $mol.L^{-1}.s^{-1}$ حساب کنیم، خواهیم داشت:

$$\bar{R}(N_2)=\frac{\frac{3/75mol}{0/5L}}{50s}=0/15mol.L^{-1}.s^{-1}\qquad \bar{R}(H_2)=3\bar{R}(N_2)=3\times0/15=0/45mol.L^{-1}.s^{-1}$$

قسمت دوم: ابتدا از روی مقدار مول N_2 تولید شده و جرم NH_3 باقی مانده، مقدار مول تعادلی گونه‌های شرکت‌کنندهٔ در تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مقدار مول تعادلی } H_2=3/75mol\,N_2\times\frac{3mol\,H_2}{1mol\,N_2}=11/25mol\,H_2$$

$$\text{مقدار مول تعادلی } N_2=3/75mol\,N_2$$

$$\text{مقدار مول تعادلی } NH_3=17g\,NH_3\times\frac{1mol\,NH_3}{17g\,NH_3}=1mol\,NH_3$$

سپس از روی مقدار مول تعادلی گونه‌ها، غلظت تعادلی آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$[NH_3]_{\text{تعادلی}}=\frac{1mol}{0/5L}=2mol.L^{-1}\qquad [H_2]_{\text{تعادلی}}=\frac{11/25mol}{0/5L}=22/5mol.L^{-1}\qquad [N_2]_{\text{تعادلی}}=\frac{3/75mol}{0/5L}=7/5mol.L^{-1}$$

اکنون با توجه به معادلهٔ واکنش تعادلی تشکیل آمونیاک از عناصر سازنده‌اش، رابطهٔ ثابت تعادل را نوشته و مقدار عدد ثابت تعادل را محاسبه می‌کنیم:

$$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)\qquad K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2]\times[H_2]^3}=\frac{(2)^2}{(7/5)\times(22/5)^3}\simeq4/7\times10^{-5}$$

گزینهٔ (۲)

تست ۶۱ کدام موارد داده شده، جملهٔ زیر را به‌درستی کامل می‌کند؟ مربوط به تست ۳۴ – آزمون ۴۹

«در تعادل $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s)+CO_2(g)$ با ……، …… افزایش می‌یابد.»

الف) کاهش حجم سامانه - غلظت CO_2 افزایش

ب) با اضافه کردن $CaCO_3$ به سامانه - مقدار مول CO_2

پ) با افزایش دما - ثابت تعادل

ت) افزودن کاتالیزگر به سامانه - جرم فراورده‌های تولید شده

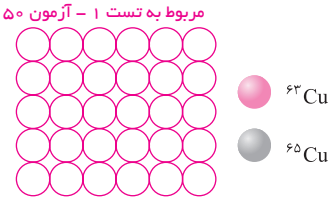
۱) فقط (ب)
۲) (الف) و (پ)
۳) فقط (پ)
۴) (ب)، (پ) و (ت)

پاسخ: فقط مورد (پ)، جملهٔ داده شده را به درستی کامل می‌کند. **بررسی موارد:** مورد (الف): با توجه به اینکه در تعادل داده شده، فقط یک مادهٔ گازی وجود دارد و سایر مواد جامد هستند، پس $K=[CO_2]$ بوده و با توجه به اینکه تغییر حجم سبب تغییر ثابت تعادل نمی‌شود، پس با تغییر حجم غلظت CO_2 که برابر ثابت تعادل است نیز ثابت می‌ماند. مورد (ب): حالت کلسیم کربنات $(CaCO_3)$ جامد بوده و اضافه یا کم کردن آن در سامانه سبب جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

مورد (پ): واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات در جهت رفت گرماگیر است، یعنی در معادلهٔ تعادل، علامت Q در سمت چپ قرار دارد و با افزایش دما، تعادل در جهت رفت جابه‌جا شده و ثابت تعادل افزایش می‌یابد. مورد (ت): اضافه کردن کاتالیزگر فقط سبب می‌شود سامانه زودتر به تعادل برسد و بر مقدار فراورده‌های تولید شده تأثیری ندارد.

گزینهٔ (۳)

تست ۶۲ عنصر مس دارای ۲ ایزوتوپ طبیعی ^{63}Cu و ^{65}Cu است. اگر جرم اتمی میانگین مس برابر ۶۳/۴amu باشد، از میان دایره‌های شکل زیر چند گوی را باید سیاه نمود؟ مربوط به تست ۱ – آزمون ۵۰



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

پاسخ: در شکل صورت تست ۳۰ ایزوتوپ مس نمایش داده شده است. برای حل این تست تعداد ایزوتوپ‌های موجود در این نمونهٔ ۳۰ عددی را x عدد در نظر گرفته و x را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2} \Rightarrow ۶۳/۴=\frac{[۶۳\times(۳۰-x)]+[۶۵\times x]}{۳۰} \Rightarrow x=۶$$

پس از ۳۰ دایرهٔ شکل، تعداد ۶ ایزوتوپ ^{65}Cu وجود دارد؛ پس باید ۶ دایره سیاه‌رنگ باشد.

مسیر اندیشه به کمک رابطهٔ تستی زیر، به آسانی می‌توان x را تعیین کرد:

$$\bar{M}=M_1+P_2(M_2-M_1) \Rightarrow ۶۳/۴=۶۳+\frac{x}{۳۰}(۶۵-۶۳) \Rightarrow x=۶$$

گزینهٔ (۲)

تست ۶۳ مبا توجه به ترکیب‌ها و یون‌های داده شده، پاسخ درست همهٔ پرسش‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟ مربوط به تست ۶ – آزمون ۵۰

- $NOCl$
- NH_2^-
- CO
- ICl_2^+
- SO_2Cl_2
- BrO_3^-

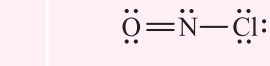
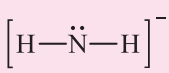
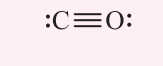
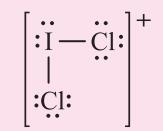
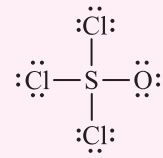
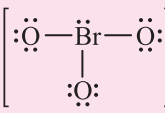
الف) در ساختار لوویس چند ترکیب همهٔ پیوندها از نوع یگانه نیستند؟

ب) در ساختار لوویس چند ترکیب، اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی دارد؟

پ) در کدام ترکیب نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار جفت الکترون‌های پیوندی بیشترین مقدار را دارد؟

۱) ۳ ترکیب - ۳ ترکیب - BrO_3^-
۲) ۲ ترکیب - ۲ ترکیب - BrO_3^-
۳) ۲ ترکیب - ۳ ترکیب - ICl_2^+
۴) ۲ ترکیب - ۲ ترکیب - ICl_2^+

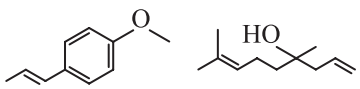
پاسخ:

فرمول شیمیایی	ساختار لوویس	اتم مرکزی چند جفت الکترون‌های ناپیوندی دارد؟	شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی / شمار جفت الکترون‌های پیوندی
$NOCl$		یک	$\frac{۶}{۳}=۲$
$NH_۲^-$		دو	$\frac{۲}{۲}=۱$
CO		اتم مرکزی نداریم	$\frac{۲}{۳}\simeq ۰/۶۷$
$ICl_۲^+$		دو	$\frac{۸}{۲}=۴$
$SO_۲Cl_۲$		صفر	$\frac{۱۲}{۴}=۳$
$BrO_۳^-$		یک	$\frac{۱۰}{۳}\simeq ۳/۳$

پاسخ درست پرسش‌ها: پرسش (الف): در ساختار لوویس دو ترکیب $NOCl$ و CO، همهٔ پیوندها یگانه نیستند. پرسش (ب): دو ترکیب $NOCl$ و $BrO_۳^-$ بر روی اتم مرکزی خود، یک جفت الکترون ناپیوندی دارند. پرسش (پ): نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی بر شمار جفت الکترون‌های پیوندی در $ICl_۲^+$ بیشتر از سایر ترکیبات است.

گزینهٔ (۴)

تست ۶۴ **با توجه به فرمول شیمیایی دو مادهٔ آلی زیر که عامل طعم و بوی رازیانه و گشنیز هستند، کدام گزینه نادرست است؟** مربوط به تست ۲۰ – آزمون ۵۰



۱) عمدهٔ بوی گشنیز به دلیل وجود ترکیبی سیرنشده با گروه عاملی هیدروکسیل در آن است.

۲) در ساختار مادهٔ عامل طعم و بوی رازیانه ۹ اتم کربن وجود دارد.

۳) تعداد پیوندهای یگانهٔ کربن - کربن در عامل طعم و بوی گشنیز بیشتر از این تعداد در عامل طعم و بوی رازیانه است.

۴) مادهٔ عامل طعم و بوی گشنیز در خانواده‌ای از ترکیبات آلی قرار دارد که سومین عضو آن به هر نسبتی در آب محلول است.

پاسخ: عمدهٔ بوی گشنیز به دلیل وجود ساختار الکلی موجود در صورت سؤال است. همچنین عامل طعم و بوی رازیانه به دلیل وجود ترکیب اتری داده شده است. فرمول شیمیایی ترکیب اتری عامل طعم و بوی رازیانه به صورت $C_{۱۰}H_{۱۲}O$ است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): ترکیب الکلی موجود در صورت سؤال به دلیل وجود پیوندهای دوگانهٔ سیرنشده است. گزینهٔ (۳): در هر یک از ترکیب‌های عامل طعم و بوی گشنیز و رازیانه به‌ترتیب ۸ و ۵ پیوند یگانهٔ کربن - کربن یافت می‌شود. گزینهٔ (۴): در خانوادهٔ الکل‌ها، سه الکل نخست به هر نسبتی در آب حل می‌شوند.

گزینهٔ (۲)

تست ۶۵ **اگر در تجزیهٔ ۰/۴ مول مادهٔ اولیه در معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر، ۱۴/۴ لیتر گاز در شرایطی که حجم مولی گازها در شرایط آزمایش برابر ۲۴ لیتر است، آزاد شود، بازده درصدی واکنش کدام است و در اثر انحلال این مقدار گاز در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر، محلول چند درصد جرمی سولفوریک اسید حاصل می‌شود؟ (از تغییر حجم آب در اثر انحلال SO_3 صرف‌نظر کنید و چگالی محلول حاصل را $1/4 g.mL^{-1}$ در نظر بگیرید، گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)** $(H=1, S=32, O=16: g.mol^{-1})$

$$Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + SO_3(g)$$

مربوط به تست ۱۲ – آزمون ۵۱

۱) ۵۰ – ۲۴
۲) ۵۰ – ۲۸
۳) ۷۰ – ۲۴
۴) ۷۰ – ۲۸

پاسخ: قسمت اول: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت زیر است:

$$Al_2(SO_4)_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3SO_3(g)$$

$$?\,L\,SO_3(\text{نظری}) = 0/4\,mol\,Al_2(SO_4)_3 \times \frac{3\,mol\,SO_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3} \times \frac{24\,L\,SO_3}{1\,mol\,SO_3} = 28/8\,L\,SO_3(\text{نظری})$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{14/4}{28/8} \times 100 = \%50$$

قسمت دوم: معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش انحلال SO_3 در آب به‌صورت زیر است:

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

ابتدا غلظت سولفوریک اسید را در محلول حاصل به‌دست می‌آوریم:

$$?\,mol\,H_2SO_4 = 14/4\,L\,SO_3 \times \frac{1\,mol\,SO_3}{24\,L\,SO_3} \times \frac{1\,mol\,H_2SO_4}{1\,mol\,SO_3} = 0/6\,mol\,H_2SO_4$$

$$\text{غلظت مولی محلول } H_2SO_4 = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0/6\,mol}{0/15\,L} = 4\,mol.L^{-1}$$

سپس به کمک رابطهٔ زیر، درصد جرمی محلول را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{چگالی} \times \text{درصد جرمی} \times 10}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 4 = \frac{1/4 \times \text{درصد جرمی} \times 10}{98} \Rightarrow \text{درصد جرمی} = \%28$$

گزینهٔ (۲)

تست ۶۶ **چه تعداد از واکنش‌های زیر یک واکنش «اکسایش - کاهش» به شمار نمی‌آید؟**

مربوط به تست ۲۸ – آزمون ۵۱

الف) $S(s) + Na_2SO_3(aq) \rightarrow Na_2S_2O_3(aq)$

ب) $2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Fe(s) + 3CO_2(g)$

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

ت) $Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ث) $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: در معادلهٔ واکنش موارد (الف)، (ب) و (پ)، به ترتیب عنصرهای S، C و Cl_2 در یک طرف معادله، به حالت آزاد وجود دارند، پس بدون محاسبهٔ اعداد اکسایش می‌توان دریافت که این واکنش‌ها حتماً از نوع «اکسایش - کاهش» هستند. در معادلهٔ واکنش موارد (ت) و (ث)، عدد اکسایش تمام اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش، قبل و بعد از واکنش با یکدیگر یکسان است، بنابراین این واکنش‌ها از نوع «اکسایش - کاهش» نیستند.

توجه واکنش انحلال اکسیدهای اسیدی و بازی در آب و واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها با یکدیگر از نوع «اکسایش - کاهش» نیستند.

گزینهٔ (۲)

تست ۶۷ **اگر در واکنش تجزیهٔ گرمایی $NaHCO_3$ مطابق واکنش $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$ ، پس از گذشت ۳ دقیقه از آغاز واکنش ۵۱/۲۴ لیتر گاز کربن دی‌اکسید تولید و سرعت واکنش در این بازهٔ زمانی برابر $0/7 mol.min^{-1}$ باشد، حجم مولی گازها در شرایط واکنش چند لیتر بر مول است؟** $(C=12, O=16, H=1, Na=23 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۶ – آزمون ۵۲

۱) ۲۴/۴
۲) ۲۲/۴
۳) ۲۵/۸
۴) ۳۲/۸

پاسخ: با توجه به اینکه ضریب استوکیومتری CO_2 در معادلهٔ واکنش برابر یک است، پس سرعت متوسط واکنش با سرعت متوسط تولید CO_2 برابر است:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(CO_2) = 0/7 mol.min^{-1}$$

برای حل تست، ابتدا مقدار مول CO_2 تولید شده در سه دقیقهٔ نخست را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}(CO_2) = \frac{\Delta n(CO_2)}{\Delta t} \Rightarrow 0/7 = \frac{\Delta n(CO_2)}{3} \Rightarrow \Delta n(CO_2) = 2/1 mol$$

سپس حجم مولی گاز CO_2 را در شرایط واکنش به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم مولی } CO_2 = \frac{\text{حجم گاز } CO_2}{\text{مول گاز } CO_2} = \frac{51/24 L}{2/1 mol} = 24/4 L.mol^{-1}$$

همان‌طور که می‌دانید، در دما و فشار یکسان، حجم مولی گازها با هم برابر است، پس در شرایط واکنش حجم مولی گازها برابر $24/4 L.mol^{-1}$ می‌باشد.

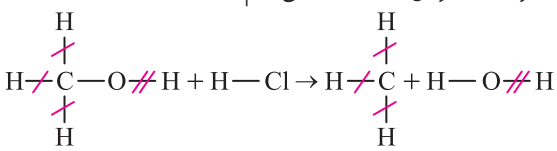
گزینهٔ (۱)

تست ۶۸ **اگر میانگین آنتالپی پیوندهای $C-N$، $O-H$، $H-Cl$ و $C-Cl$ به‌ترتیب ۳۶۰، ۴۶۳، ۴۳۱ و ۳۳۸ کیلوژول بر مول باشد، در واکنش $CH_3OH(g) + HCl(g) \rightarrow CH_3Cl(g) + H_2O(g)$ به ازای مصرف ۴۸ گرم متانول، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟** $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

مربوط به تست ۱۷ – آزمون ۵۲

۱) ۱۲
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) ۴۶

پاسخ: معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت مقابل است. برای حل سریع‌تر مسئله، پیوندهای مشترک را از طرفین معادله ساده می‌کنیم:



سپس آنتالپی واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوند مواد واکنش‌دهنده}]$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\Delta H(C-O) + \Delta H(H-Cl)] - [\Delta H(C-Cl) + \Delta H(O-H)] = [360 + 431] - [338 + 463] = -10 kJ$$

حال گرمای حاصل از مصرف ۴۸ گرم متانول را به‌دست می‌آوریم:

$$?kJ = 48g\ CH_3OH \times \frac{10 kJ}{32g\ C_2H_5OH} = 15 kJ$$

گزینهٔ (۲)

تست ۶۹ **با در نظر گرفتن نظریهٔ آرنیوس، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟**

مربوط به تست ۲۶ – آزمون ۵۳

الف) این نظریه فقط برای اسیدها و بازها در محیط آبی به کار می رود.
ب) در محیط‌های خنثی، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با یکدیگر برابر است.
پ) براساس یافته‌های آرنیوس، میزان رسانایی محلول‌های آبی اسیدها یکسان است.
ت) به کمک این نظریه می‌توان میزان اسیدی بودن یک محلول آبی را محاسبه کرد.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: طبق نظریهٔ آرنیوس، عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): نظریهٔ اسید و باز آرنیوس، تنها برای اسیدها و بازها در محلول‌های آبی به‌کار می‌رود. عبارت (ب): در محیط‌های خنثی، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر است. عبارت (پ): براساس یافته‌های آرنیوس، میزان رسانایی محلول آبی اسیدها یکسان نیست. عبارت (ت): با استفاده از نظریهٔ آرنیوس، نمی‌توان میزان اسیدی بودن یک محلول را محاسبه کرد.

گزینهٔ (۲)