فهرست

پایهٔ دهم

فصل ۱: کیهان، زادگاه الفبای هستی ۶

فصل ۲: ردپای گازها در زندگی ۴۶

فصل ۳: آب، آهنگ زندگی ۷۹

پایهٔ یازدهم

فصل ۴: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۱۲۱

فصل ۵: در پی غذای سالم ۱۶۷

فصل ۶: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۲۲۱

پایهٔ دوازدهم

فصل ۷: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۲۵۸

فصل ۸: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۳۰۲

فصل ۹: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۳۴۰

فصل ۱۰: شیمی راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۳۶۴

۳۹۰- گزینهٔ «۴» همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. به صفحه‌های ۸۴ و ۸۵ کتاب درسی مراجعه کنید. *مرسی!*

۳۹۱- گزینهٔ «۳» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت روبه‌رو است: $Li_3N(s)+3H_2O(l)\longrightarrow 3LiOH(aq)+NH_3(aq)$

همان‌طور که می‌بینید به ازای یک مول Li_3N، در مجموع ۴ مول فراورده تولید می‌شود؛ بنابراین به ازای ۰/۵ مول Li_3N، در مجموع ۲ مول فراورده تشکیل می‌شود.

۳۹۲- گزینهٔ «۳» معادلهٔ اکسایش گلوکز در بدن *این‌جوریاست*: $C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)\longrightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$

H_2O جرم مولی $=2(1)+16=18\ g.mol^{-1}$

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

$$2/5\ mol\ C_6H_{12}O_6\times\frac{6\ mol\ H_2O}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}\times\frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O}=270\ g\ H_2O$$

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب:

با توجه به این‌که با مول گلوکز و جرم آب *سروکار* داریم، کسر *تناسب* ما *این‌جوری می‌شه*:

$$\frac{\text{تعداد مول}}{\underbrace{1\times\text{ضریب}}_{\text{گلوکز}}}=\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{\text{آب}}}\Longrightarrow\frac{2/5}{1\times1}=\frac{\text{جرم آب}}{6\times18}\Longrightarrow\text{جرم آب}=270\ g$$

۳۹۳- گزینهٔ «۴» با توجه به شکل داده‌شده، معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش *این‌طوریاست*: $4NH_3+5O_2\longrightarrow 4NO+6H_2O$

$$0/1\ mol\ NH_3\times\frac{5\ mol\ O_2}{4\ mol\ NH_3}\times\frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2}=4\ g\ O_2$$

۳۹۴- گزینهٔ «۴» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش‌های داده‌شده، به صورت زیر است:

$2KClO_3(s)\longrightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)$ ، $2NaNO_3(s)\longrightarrow 2NaNO_2(s)+O_2(g)$

باید ببینیم از تجزیهٔ ۰/۳ مول پتاسیم کلرات، چند مول گاز اکسیژن آزاد می‌شود:

$$0/3\ mol\ KClO_3\times\frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ KClO_3}=0/45\ mol\ O_2$$

حالا باید ببینیم برای تولید ۰/۴۵ mol گاز اکسیژن، چند گرم سدیم نیترات باید تجزیه شود: جرم مولی $NaNO_3$: $23+14+3(16)=85\ g$

$$0/45\ mol\ O_2\times\frac{2\ mol\ NaNO_3}{1\ mol\ O_2}\times\frac{85\ g\ NaNO_3}{1\ mol\ NaNO_3}=76/5\ g\ NaNO_3$$

۳۹۵- گزینهٔ «۴» *اول از همه!* معادلهٔ واکنش‌های داده‌شده را موازنه می‌کنیم:

$Al_2(SO_4)_3(s)\longrightarrow Al_2O_3(s)+3SO_3(g)$ ، $2Al(s)+Fe_2O_3(s)\longrightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$

تعداد مول Al_2O_3 تولیدشده از تجزیهٔ ۰/۲ مول آلومینیم سولفات در واکنش اول، برابر است با:

$$0/2\ mol\ Al_2(SO_4)_3\times\frac{1\ mol\ Al_2O_3}{1\ mol\ Al_2(SO_4)_3}=0/2\ mol\ Al_2O_3$$

حالا! حساب می‌کنیم به ازای مصرف چند گرم Fe_2O_3 در واکنش دوم، ۰/۲ مول Al_2O_3 تولید می‌شود:

$$0/2\ mol\ Al_2O_3\times\frac{1\ mol\ Fe_2O_3}{1\ mol\ Al_2O_3}\times\frac{160\ g\ Fe_2O_3}{1\ mol\ Fe_2O_3}=32\ g\ Fe_2O_3$$

۳۹۶- گزینهٔ «۴» واکنش‌های انجام‌شده عبارت‌اند از:

(۱) واکنش: $N_2(g)+O_2(g)\longrightarrow 2NO(g)$

(۲) واکنش: $2NO(g)+O_2(g)\longrightarrow 2NO_2(g)$

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

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

$$120\ mg\ O_3\times\frac{1\ g\ O_3}{1000\ mg\ O_3}\times\frac{1\ mol\ O_3}{48\ g\ O_3}\times\underbrace{\frac{1\ mol\ NO_2}{1\ mol\ O_3}}_{\text{واکنش (۳)}}\times\underbrace{\frac{2\ mol\ NO}{2\ mol\ NO_2}}_{\text{واکنش (۲)}}\times\underbrace{\frac{1\ mol\ N_2}{2\ mol\ NO}}_{\text{واکنش (۱)}}\times\frac{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}\ N_2}{1\ mol\ N_2}$$

$=7/525\times10^{20}$ مولکول N_2

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب:

واکنش (۱): $2\ mol\ NO\equiv1\ mol\ N_2$ ، واکنش (۲): $2\ mol\ NO_2\equiv2\ mol\ NO$ ، واکنش (۳): $1\ mol\ O_3\equiv1\ mol\ NO_2$

هر چند در این‌جا *سریع می‌شه فهمید* که ۲ مول O_2 معادل ۱ مول N_2 است، ولی به طور کلی *بدانید و آگاه باشید* **که برای این‌که بتوانیم بین دو ماده از دو واکنش متفاوت، تناسب برقرار کنیم، باید ضریب مادهٔ مشترک در این دو واکنش را یکسان کنیم.** در این‌جا ضرایب مربوط به واکنش (۳) را در دو ضرب می‌کنیم تا ضریب NO_2 در واکنش‌های (۲) و (۳) یکسان شود:

$$\text{(۳) واکنش: } 2\,mol\,O_2 \equiv 2\,mol\,NO_2 \quad \text{(۲) واکنش: } 2\,mol\,NO_2 \equiv 2\,mol\,NO \Longrightarrow 2\,mol\,O_2 \equiv 2\,mol\,NO$$

$$\text{(۱) واکنش: } 2\,mol\,NO \equiv 1\,mol\,N_2 \Longrightarrow 2\,mol\,O_2 \equiv 1\,mol\,N_2$$

در نهایت کسر تناسب ما *این‌طوری می‌شه!*

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{O_2}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{\underbrace{\text{عدد آووگادرو} \times \text{ضریب}}_{N_2}} \Longrightarrow \frac{0/12}{2\times 48} = \frac{\text{تعداد مولکول}}{1\times 6/02\times 10^{23}} \Longrightarrow \text{تعداد مولکول } N_2 = 7/525\times 10^{20}$$

۳۹۷- گزینهٔ «۳» گزینه‌ها را *دونه‌دونه!* بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ (۱):

$$Al^{3+} + 3F^- \longrightarrow AlF_3$$

$$0/6\,\cancel{mol\,Al^{3+}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,AlF_3}}{1\,\cancel{mol\,Al^{3+}}} \times \frac{84\,g\,AlF_3}{1\,\cancel{mol\,AlF_3}} = 50/4\,g\,AlF_3$$

گزینهٔ (۲):

$$Mg^{2+} + 2F^- \longrightarrow MgF_2$$

$$0/6\,\cancel{mol\,Mg^{2+}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,MgF_2}}{1\,\cancel{mol\,Mg^{2+}}} \times \frac{62\,g\,MgF_2}{1\,\cancel{mol\,MgF_2}} = 37/2\,g\,MgF_2$$

گزینهٔ (۳):

$$Ca^{2+} + 2F^- \longrightarrow CaF_2$$

$$0/6\,\cancel{mol\,Ca^{2+}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,CaF_2}}{1\,\cancel{mol\,Ca^{2+}}} \times \frac{78\,g\,CaF_2}{1\,\cancel{mol\,CaF_2}} = 46/8\,g\,CaF_2$$

گزینهٔ (۴):

$$Ga^{3+} + 3F^- \longrightarrow GaF_3$$

$$0/6\,\cancel{mol\,Ga^{3+}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,GaF_3}}{1\,\cancel{mol\,Ga^{3+}}} \times \frac{127\,g\,GaF_3}{1\,\cancel{mol\,GaF_3}} = 76/2\,g\,GaF_3$$

۳۹۸- گزینهٔ «۲» *ابتدا* حساب می‌کنیم که در ۰/۰۲۵ مول قلع (II) کلرید چند مول یون کلرید وجود دارد:

$$0/025\,\cancel{mol\,SnCl_2} \times \frac{2\,mol\,Cl^-}{1\,\cancel{mol\,SnCl_2}} = 0/05\,mol\,Cl^-$$

پس قبل از برقکافت، در محلول ۰/۰۵ مول یون Cl^- وجود داشته است.

در قدم بعدی حساب می‌کنیم که به ازای مصرف چند مول یون Cl^- در برقکافت، ۲/۳۷۴ گرم فلز قلع تولید شده است:

$$2/374\,\cancel{g\,Sn} \times \frac{1\,\cancel{mol\,Sn}}{118/7\,\cancel{g\,Sn}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,SnCl_2}}{1\,\cancel{mol\,Sn}} \times \frac{2\,mol\,Cl^-}{1\,\cancel{mol\,SnCl_2}} = 0/04\,mol\,Cl^-$$

خب! در محلول اولیه ۰/۰۵ مول یون Cl^- داشتیم که ۰/۰۴ مول آن در برقکافت مصرف شده و ۰/۰۱ مول آن در محلول باقی مانده است. پس مقدار گرم یون Cl^- باقی‌مانده در محلول برابر می‌باشد با:

$$0/01\,\cancel{mol\,Cl^-} \times \frac{35/5\,g\,Cl^-}{1\,\cancel{mol\,Cl^-}} = 0/355\,g\,Cl^-$$

۳۹۹- گزینهٔ «۴» *اول از همه!* واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم:

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \quad , \quad 2KNO_3(s) \longrightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$$

در بین گازهای تولیدشده (CO_2 و O_2)، گاز اکسیژن مطابق معادلهٔ روبه‌رو با متان واکنش می‌دهد:

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

با توجه به معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش، برای مصرف کامل ۰/۵ مول متان، به ۱ مول ($0/5\times 2 = 1$) گاز اکسیژن نیاز است.

خب! با توجه به معادلهٔ واکنش تجزیهٔ KNO_3 و مقدار گاز O_2، جرم KNO_3 را در مخلوط اولیه *می‌سابیم!*

$$1\,\cancel{mol\,O_2} \times \frac{2\,\cancel{mol\,KNO_3}}{1\,\cancel{mol\,O_2}} \times \frac{101\,g\,KNO_3}{1\,\cancel{mol\,KNO_3}} = 202\,g\,KNO_3$$

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$\text{جرم } KNO_3 \text{ در مخلوط} = 505 - 202 = 303\,g \quad \text{جرم مخلوط} - \text{جرم } CaCO_3 \text{ در مخلوط اولیه}$$

$$\text{درصد جرمی } CaCO_3 \text{ در مخلوط} = \frac{303}{505}\times 100 = \%60$$

۴۰۰- گزینهٔ «۱» اول معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش:

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

$$\text{جرم مولی } CO_2 = 12 + 2(16) = 44\,g.mol^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } C_6H_{12}O_6 = 6(12) + 12(1) + 6(16) = 180\,g.mol^{-1}$$

$$66\times 10^3\,\cancel{g\,CO_2} \times \frac{1\,\cancel{mol\,CO_2}}{44\,\cancel{g\,CO_2}} \times \frac{1\,\cancel{mol\,C_6H_{12}O_6}}{6\,\cancel{mol\,CO_2}} \times \frac{180\,\cancel{g\,C_6H_{12}O_6}}{1\,\cancel{mol\,C_6H_{12}O_6}} \times \frac{1\,kg}{1000\,\cancel{g}} = 45\,kg\,C_6H_{12}O_6$$

۴۰۱- گزینهٔ «۲» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت روبه‌رو است: $2H_2S(g)+3O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)+2SO_2(g)$

H_2S جرم مولی $=2(1)+32=34$ ، H_2O جرم مولی $=2(1)+16=18$ ، SO_2 جرم مولی $=32+2(16)=64$

اول محاسبهٔ جرم H_2O تولیدشده:

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل: مقدار H_2O تولیدشده: $13/6\ g\ H_2S \times \frac{1\ mol\ H_2S}{34\ g\ H_2S} \times \frac{2\ mol\ H_2O}{2\ mol\ H_2S} \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 7/2\ g\ H_2O$

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب: $\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{H_2S}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{H_2O}} \Longrightarrow \frac{13/6}{2\times34} = \frac{\text{جرم آب}}{2\times18} \Longrightarrow \text{جرم آب} = 7/2\ g$

حالا محاسبهٔ جرم SO_2 تولیدشده:

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل: مقدار SO_2 تولیدشده: $13/6\ g\ H_2S \times \frac{1\ mol\ H_2S}{34\ g\ H_2S} \times \frac{2\ mol\ SO_2}{2\ mol\ H_2S} \times \frac{64\ g\ SO_2}{1\ mol\ SO_2} = 25/6\ g\ SO_2$

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب: *اینو شما بنویسید!*

و در آخر خواهیم داشت: تفاوت جرم SO_2 و H_2O تولیدشده $= 25/6 - 7/2 = 18/4\ g$

۴۰۲- گزینهٔ «۳» *اول* جرم Na_2O_2 را به جرم CO_2 تبدیل کرده و سپس جرم CO_2 را به کمک کسر تبدیلی که خود سؤال داده $\left(\frac{1\ L\ \text{هوا}}{0/088\ g\ CO_2}\right)$، به حجم هوا برحسب لیتر تبدیل می‌کنیم:

Na_2O_2 جرم مولی $=2(23)+2(16)=78\ g.mol^{-1}$

CO_2 جرم مولی $=12+2(16)=44\ g.mol^{-1}$

$31/2\ g\ Na_2O_2 \times \frac{1\ mol\ Na_2O_2}{78\ g\ Na_2O_2} \times \frac{2\ mol\ CO_2}{2\ mol\ Na_2O_2} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{1\ L\ \text{هوا}}{0/088\ g\ CO_2} = 200\ L\ \text{هوا}$

۴۰۳- گزینهٔ «۲» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت روبه‌رو است: $M(OH)_4+2H_2SO_4 \longrightarrow M(SO_4)_2+4H_2O$

جرم اتمی فلز را a در نظر می‌گیریم:

$M(OH)_4$ جرم مولی $=a+4(16+1)=(68+a)\ g.mol^{-1}$

$M(SO_4)_2$ جرم مولی $=a+2(32+4(16))=(192+a)\ g.mol^{-1}$

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

$7/95\ g\ M(OH)_4 \times \frac{1\ mol\ M(OH)_4}{(68+a)\ g\ M(OH)_4} \times \frac{1\ mol\ M(SO_4)_2}{1\ mol\ M(OH)_4} \times \frac{(192+a)\ g\ M(SO_4)_2}{1\ mol\ M(SO_4)_2} = 14/15\ g\ M(SO_4)_2$

$\Longrightarrow \frac{7/95(192+a)}{68+a} = 14/15 \Longrightarrow (7/95\times192)+7/95a = (14/15\times68)+14/15a \Longrightarrow 6/2a = 564/2 \Longrightarrow a = 91$

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب:

$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{M(OH)_4}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{M(SO_4)_2}} \Longrightarrow \frac{7/95}{1\times(68+a)} = \frac{14/15}{1\times(192+a)} \Longrightarrow 14/15(68+a) = 7/95(192+a) \Longrightarrow a = 91$

۴۰۴- گزینهٔ «۴» کاتیون فلز را به صورت X^{n+} در نظر می‌گیریم که n همان ظرفیت فلز می‌باشد. واکنش موازنه‌شدهٔ این ترکیب با محلول نقره نیترات به صورت روبه‌رو است: $XCl_n(aq)+nAgNO_3(aq) \longrightarrow X(NO_3)_n(aq)+nAgCl(s)$

جرم مولی فلز X را M در نظر می‌گیریم: XCl_n جرم مولی $= M+n(35/5) = M+35/5\ n$

$2/7\ g\ XCl_n \times \frac{1\ mol\ XCl_n}{(M+35/5\ n)\ g\ XCl_n} \times \frac{n\ mol\ AgCl}{1\ mol\ XCl_n} \times \frac{143/5\ g\ AgCl}{1\ mol\ AgCl} = 5/74\ g\ AgCl$

$2/7\times n\times \overset{25}{\cancel{143/5}} = \overset{1}{\cancel{5/74}}\times(M+35/5\ n) \Longrightarrow 67/5n = M+35/5n \Longrightarrow 32n = M \Longrightarrow \frac{M}{n} = 32$

۴۰۵- گزینهٔ «۴» *اول از همه!* واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم:

واکنش «ب»: $2H_2+O_2 \longrightarrow 2H_2O$ ، واکنش «آ»: $2Al+6HCl \longrightarrow 2AlCl_3+3H_2$

باید ببینیم در واکنش «ب»، ۱۶ گرم گاز اکسیژن با چند مول H_2 واکنش می‌دهد: $16\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} \times \frac{2\ mol\ H_2}{1\ mol\ O_2} = 1\ mol\ H_2$

حالا باید ببینیم برای تولید ۱ مول H_2، می‌بایست چند گرم Al در واکنش «آ» مصرف شود: $1\ mol\ H_2 \times \frac{2\ mol\ Al}{3\ mol\ H_2} \times \frac{27\ g\ Al}{1\ mol\ Al} = 18\ g\ Al$

۴۰۶- گزینهٔ «۴» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است:

$NaHCO_3+HCl \longrightarrow NaCl+CO_2+H_2O$ ، $Na_2CO_3+2HCl \longrightarrow 2NaCl+CO_2+H_2O$

به کمک واکنش اول، تعداد مول مصرفی HCl و جرم نمک خوراکی (NaCl) تشکیل‌شده را به ازای مصرف ۱۶/۸ g سدیم هیدروژن‌کربنات می‌سنجیم:

$16/8\ g\ NaHCO_3 \times \frac{1\ mol\ NaHCO_3}{84\ g\ NaHCO_3} \times \frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaHCO_3} = 0/2\ mol\ HCl$

$0/2\ mol\ HCl \times \frac{1\ mol\ NaCl}{1\ mol\ HCl} \times \frac{58/5\ g\ NaCl}{1\ mol\ NaCl} = 11/7\ g\ NaCl$

همین *کار رو* به کمک واکنش دوم، به ازای مصرف ۱۵/۹ g سدیم کربنات انجام می‌دیم!

$$15/9\ g\ Na_2CO_3 \times \frac{1\ mol\ Na_2CO_3}{106\ g\ Na_2CO_3} \times \frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ Na_2CO_3} = 0/3\ mol\ HCl$$

$$0/3\ mol\ HCl \times \frac{2\ mol\ NaCl}{2\ mol\ HCl} \times \frac{58/5\ g\ NaCl}{1\ mol\ NaCl} = 17/55\ g\ NaCl$$

به این ترتیب خواهیم داشت: جرم کل NaCl تشکیل‌شده $= 11/7 + 17/55 = 29/25\ g$ ، تعداد کل مول مصرفی HCl $= 0/2 + 0/3 = 0/5\ mol$

۴۰۷- گزینهٔ «۱» واکنش موازنه‌شدهٔ تجزیهٔ پتاسیم پرمنگنات به صورت زیر است:

$$2KMnO_4(s) \longrightarrow K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$$ ، $KMnO_4$ جرم مولی $= 39 + 55 + (4 \times 16) = 158\ g$

بر اثر تجزیهٔ کامل ۲ مول پتاسیم پرمنگنات که جرمی برابر $2 \times 158 = 316$ گرم دارد، ۱ مول گاز اکسیژن با جرم ۳۲ گرم تولید می‌شود که این گاز *فرار را برقرار!* *ترجیح داده* و سریعاً محیط واکنش را ترک می‌کند؛ بنابراین به ازای هر ۳۱۶ گرم نمونهٔ جامد، ۳۲ گرم از جرم آن کاسته می‌شود. *با یه تناسب ساده* خواهیم داشت:

جرم کاسته‌شده		جرم نمونهٔ جامد
۳۲ g	⟶	۳۱۶ g
x	⟶	۱۰۰ g

$$\Longrightarrow x = \frac{32 \times 100}{316} \simeq \%10$$

۴۰۸- گزینهٔ «۱» معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش به صورت روبه‌رو است: $2B_2O_3(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4BCl_3(l) + 3O_2(g)$

$$1\ mol\ B_2O_3 \times \frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ B_2O_3} \times \frac{22/4\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 33/6\ L\ O_2$$

۴۰۹- گزینهٔ «۲» معادلهٔ اکسایش گلوکز به صورت روبه‌رو است: $C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$

در شرایط STP، حجم یک مول از هر گازی برابر ۲۲/۴ لیتر است. به این ترتیب خواهیم داشت:

روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

$$33/6\ L\ CO_2 \times \frac{1\ mol\ CO_2}{22/4\ L\ CO_2} \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{6\ mol\ CO_2} \times \frac{180\ g\ C_6H_{12}O_6}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} = 45\ g\ C_6H_{12}O_6$$

روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{\text{گلوکز}}} = \frac{\text{حجم}}{\underbrace{\text{ضریب} \times 22/4}_{CO_2}} \Longrightarrow \frac{\text{جرم گلوکز}}{1 \times 180} = \frac{33/6}{6 \times 22/4} \Longrightarrow \text{جرم گلوکز} = 45\ g$$

۴۱۰- گزینهٔ «۲» اول معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش: $SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$

جرم مولی SiC $= 28 + 12 = 40\ g.mol^{-1}$

$$1 \times 10^3\ g\ SiC \times \frac{1\ mol\ SiC}{40\ g\ SiC} \times \frac{2\ mol\ CO}{1\ mol\ SiC} \times \frac{22/4\ L\ CO}{1\ mol\ CO} = 1120\ L\ CO$$

۴۱۱- گزینهٔ «۳» باید شمار مول گازها در ابتدا و انتهای واکنش را به دست آوریم:

ابتدای واکنش: $2/3\ g\ N_2O_4 \times \frac{1\ mol\ N_2O_4}{92\ g\ N_2O_4} = 0/025\ mol\ N_2O_4$ انتهای واکنش: $1/12\ L\ \text{گاز} \times \frac{1\ mol\ \text{گاز}}{22/4\ L\ \text{گاز}} = 0/05\ mol\ \text{گاز}$

بنابراین باید دنبال واکنشی باشیم که در آن شمار مول‌های گازی فراورده‌ها، دو برابر $\left(\frac{0/05}{0/025} = 2\right)$ شمار مول‌های گازی واکنش‌دهنده باشد.

۱) $N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO(g) + O_2(g)$

۲) $N_2O_4(g) \longrightarrow N_2(g) + 2O_2(g)$

۳) $N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$ ✓

۴) $2N_2O_4(g) \longrightarrow 2N_2O_3(g) + O_2(g)$

۴۱۲- گزینهٔ «۲» با توجه به *اطلاعات مهرمانه‌ای که طراح داده!* معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن ناقص متان *این‌جوریاست؛*

$$2CH_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO(g) + 4H_2O(g)$$

همان‌طور که می‌بینید تفاوت مجموع ضرایب فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها برابر ۱ $(5 - 6 = 1)$ است؛ پس تا این‌جا گزینه‌های (۱) و (۳) *پَر!*

و اما قسمت دوم سؤال: جرم مولی متان $(CH_4) = 12 + 4(1) = 16\ g$

روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

$$48\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} \times \frac{2\ mol\ CO}{2\ mol\ CH_4} \times \frac{22/4\ L\ CO}{1\ mol\ CO} = 67/2\ L\ CO$$

روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب: *شما بنویسید!*

۴۱۳- گزینهٔ «۱» گاز هیدروژن تولیدشده در واکنش باعث بادشدن بادکنک می‌شود؛ بنابراین *ابتدا* باید ببینیم به ازای مصرف ۲/۶ گرم روی $(2/6 = 2 \times 1/3)$، چند لیتر گاز هیدروژن تولید می‌شود.

$$2/6\ g\ Zn \times \frac{1\ mol\ Zn}{65\ g\ Zn} \times \frac{1\ mol\ H_2}{1\ mol\ Zn} \times \frac{22/4\ L\ H_2}{1\ mol\ H_2} = 0/896\ L\ H_2$$

بنابراین پس از کامل‌شدن واکنش، حجم بادکنک برابر ۰/۸۹۶ لیتر خواهد بود.

$$V = 0/896\ L \times \frac{1000\ cm^3}{1\ L} = 896\ cm^3$$

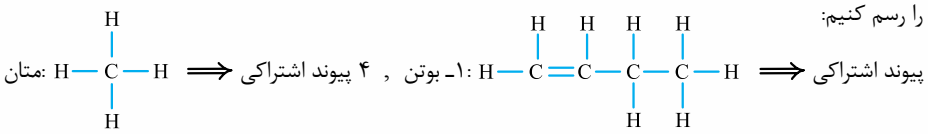
حجم کره: $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Longrightarrow 896 = \frac{4}{3} \times 3 \times r^3 \Longrightarrow r^3 = 224 \Longrightarrow r \simeq 6\ cm$

۸۷۲- گزینهٔ «۴» تنها برای دو عضو اول آلکن‌ها (یعنی آلکن‌های دو و سه کربنه) نیازی به مشخص‌کردن محل پیوند دوگانه نیست. از سومین عضو آن‌ها به بعد (یعنی آلکن‌های ۴ کربن به بالا) این کار *لازمه*!

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): اتن (C_2H_4) نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها است:

گزینهٔ (۲): *مگه شک دارین؟*

گزینهٔ (۳): فرمول مولکولی ۱ـ بوتن، C_4H_8 و فرمول مولکولی متان، CH_4 است. شمار اتم‌های هیدروژن بوتن، دو برابر متان می‌باشد. برای تعیین پیوندهای اشتراکی می‌*تونیم* ساختار این دو مولکول را رسم کنیم:

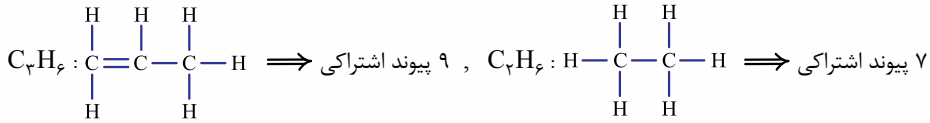


خالا بعداً فرمول تستی تعیین پیوندها رو هم براتون می‌گیم! البته قبلاً هم یه اشاره‌ای کردیم!

۸۷۳- گزینهٔ «۱» بیایید همهٔ عبارت‌ها را *دونه‌دونه!* بررسی کنیم.

آ) از گاز اتن (C_2H_4) در کشاورزی به عنوان «عمل‌آورنده» استفاده می‌شود. در صفحهٔ ۴۰ کتاب درسی می‌خوانیم که گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است.

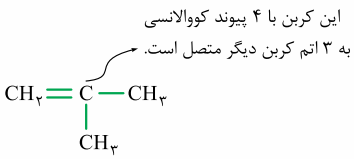
ب) دومین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، پروپن (C_3H_6) و دومین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها، اتان (C_2H_6) است:



دومین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، دو پیوند اشتراکی بیشتر از دومین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها دارد.

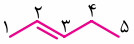
پ) نخستین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، اتن با فرمول مولکولی C_2H_4 و نخستین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها، متان با فرمول مولکولی CH_4 می‌باشد. تفاوت فرمول مولکولی این دو ترکیب، در یک اتم کربن است که جرمی معادل ۱۲ گرم دارد.

ت) *بله! درسته!* ساختار ساده‌ترین آلکن شاخه‌دار رو ببینیم:



۸۷۴- گزینهٔ «۱» همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. با هم ببینیم:

- شماره‌گذاری را از سمتی انجام می‌دهیم که زودتر به پیوند دوگانه برسیم:



۲ـ پنتن

فرمول مولکولی آلکن ۵کربنی، C_5H_{10} و فرمول مولکولی بوتان (آلکان ۴کربنی)، C_4H_{10} است. هر دو مولکول ۱۰ اتم هیدروژن دارند.

- فرمول مولکولی ۱ـ بوتن (آلکن ۴کربنی)، C_4H_8 و فرمول مولکولی ساده‌ترین آلکن، C_2H_4 است.

$$\text{درصد جرمی کربن در } C_4H_8 = \frac{4\times12}{4(12)+8}\times100 = \frac{48}{56}\times100 = \frac{6}{7}\times100$$

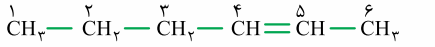
$$\text{درصد جرمی کربن در } C_2H_4 = \frac{2\times12}{2(12)+4}\times100 = \frac{24}{28}\times100 = \frac{6}{7}\times100$$

درصد جرمی کربن و هیدروژن در همهٔ آلکن‌ها (C_nH_{2n})، برابر است و ربطی به n ندارد.

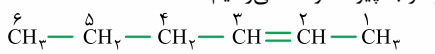
$$\text{درصد جرمی کربن در } C_nH_{2n} = \frac{12n}{12n+2n}\times100 = \frac{12\cancel{n}}{14\cancel{n}}\times100 = \frac{6}{7}\times100$$

$$\text{درصد جرمی هیدروژن در } C_nH_{2n} = \frac{2n}{12n+2n}\times100 = \frac{2\cancel{n}}{14\cancel{n}}\times100 = \frac{1}{7}\times100$$

- *اول* ساختار هیدروکربن را طبق فرض سؤال رسم می‌کنیم، *ببینیم چه خبره!*



متأسفانه! نام نوشته‌شده *نادرسته!* و شماره‌گذاری باید از سمت راست انجام می‌شد؛ زیرا در این صورت زودتر به پیوند دوگانه می‌رسیم:



نام درست: ۲ـ هگزن

با توجه به ساختار رسم‌شده، این مولکول دارای ۱۲ پیوند اشتراکی «C — H» است.

باید طبق فرض سؤال، ساختار آلکنی با نام ۳ـ هپتن را رسم کنیم و ببینیم که آیا این آلکن وجود خارجی *دارد یا نه!*

$\overset{۱}{CH_۳}-\overset{۲}{CH_۲}-\overset{۳}{CH}=\overset{۴}{CH}-\overset{۵}{CH_۲}-\overset{۶}{CH_۲}-\overset{۷}{CH_۳}$ ۳ـ هپتن

تذکر! نام‌گذاری که *درسته! بریم سراغ* قسمت دوم: فرمول مولکولی آلکان هم‌کربن با ۳ـ هپتن، $C_۷H_{۱۶}$ است. *واضحه* که جرم $C_۷H_{۱۴}$ به اندازهٔ دو اتم هیدروژن، یعنی ۲ گرم، از جرم $C_۷H_{۱۶}$ کم‌تر می‌باشد.

۸۷۵- گزینهٔ «۱» با توجه به فرمول عمومی آلکان‌ها و آلکن‌ها خواهیم داشت: جرم مولی آلکان با فرمول $C_nH_{۲n+۲}$ $= ۱۲n + (۲n+۲)(۱) = ۱۴n + ۲$

جرم مولی آلکن با فرمول $C_nH_{۲n}$ $= ۱۲n + (۲n)(۱) = ۱۴n$

$$۱۴n + ۲ = ۱۴n + \left(\frac{۲/۳۸}{۱۰۰} \times ۱۴n\right) \Longrightarrow ۲ = ۰/۳۳۳۲n \Longrightarrow n \simeq ۶$$

بنابراین فرمول مولکولی آلکان موردنظر $C_۶H_{۱۴}$ است.

۸۷۶- گزینهٔ «۱»

مقایسهٔ شمار پیوندهای اشتراکی در آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها

در قسمت آموزشی گفتیم که شمار پیوندهای اشتراکی (کووالانسی) در هیدروکربن‌ها از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی در هیدروکربن‌ها} = \frac{(\text{تعداد اتم‌های هیدروژن} \times ۱) + (\text{تعداد اتم‌های کربن} \times ۴)}{۲}$$

با توجه به فرمول عمومی آلکان‌ها ($C_nH_{۲n+۲}$)، آلکن‌ها ($C_nH_{۲n}$) و آلکین‌ها ($C_nH_{۲n-۲}$) خواهیم داشت:

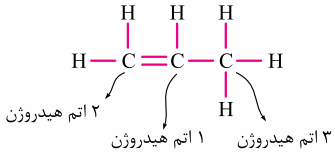
خانواده	آلکان‌ها	آلکن‌ها	آلکین‌ها
شمار کل پیوندهای اشتراکی	$۳n+۱$	$۳n$	$۳n-۱$
شمار پیوندهای «C — H»	$۲n+۲$	$۲n$	$۲n-۲$
شمار پیوندهای «C — C»	$n-۱$	$n-۲$	$n-۲$
شمار پیوندهای «C = C»	۰	۱	۰
شمار پیوندهای «C ≡ C»	۰	۰	۱

توجه از آن‌جا که هر اتم هیدروژن، یک پیوند تشکیل می‌دهد، شمار پیوندهای «C — H» در هیدروکربن‌ها، برابر با تعداد اتم‌های هیدروژن آن‌ها است. در هر آلکن nکربنی، ۱ پیوند دوگانه (که معادل ۲ پیوند اشتراکی است) و در هر آلکین nکربنی، ۱ پیوند سه‌گانه (که معادل ۳ پیوند اشتراکی است)، وجود دارد.

فقط عبارت اول نادرست است.

با توجه به کادر بالا، آلکان‌ها یک پیوند کووالانسی بیشتر از آلکن‌های هم‌کربن خود دارند: $(۳n+۱) - ۳n = ۱$

دومین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها، پروپن ($C_۳H_۶$) است. ساختار این آلکن رو ببینیم:

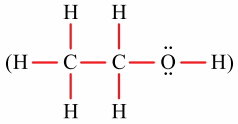


درستی این عبارت را در صفحهٔ ۳۹ کتاب درسی پیدا می‌کنید.

فراوردهٔ واکنش گاز اتن با آب، اتانول است. این الکل، دوکربنی، بی‌رنگ و فرّار می‌باشد و به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۸۷۷- گزینهٔ «۲» فراوردهٔ واکنش گاز اتن با آب در حضور کاتالیزگر $H_۲SO_۴$، اتانول است که در ساختار آن، ۸ پیوند اشتراکی وجود دارد.

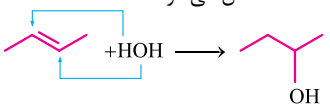
$$CH_۲=CH_۲ + HOH \xrightarrow{H_۲SO_۴} CH_۳CH_۲OH$$



۸۷۸- گزینهٔ «۲» عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

در واکنش آلکن‌ها با برم، رنگ قرمز برم از بین می‌رود؛ بنابراین این واکنش، یکی از روش‌های شناسایی آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده است.

در واکنش آلکن‌ها با آب، یکی از پیوندهای دوگانه شکسته شده و به یکی از اتم‌های کربن، اتم H و به دیگری گروه OH متصل می‌شود.



$$\underset{\text{اتن}}{C_۲H_۴} + \underset{\text{آب}}{H_۲O} \longrightarrow \underset{\text{اتانول}}{CH_۳CH_۲OH} \text{ یا } C_۲H_۶O$$

$$۵/۶\ \text{L}\ C_۲H_۴ \times \frac{۱\ \text{mol}\ C_۲H_۴}{۲۲/۴\ \text{L}\ C_۲H_۴} \times \frac{۱\ \text{mol}\ C_۲H_۶O}{۱\ \text{mol}\ C_۲H_۴} \times \frac{۴۶\ \text{g}\ C_۲H_۶O}{۱\ \text{mol}\ C_۲H_۶O} = ۱۱/۵\ \text{g}\ C_۲H_۶O$$

این جمله را در صفحهٔ ۴۰ کتاب درسی پیدا می‌کنید.

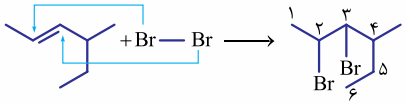
۸۷۹- گزینهٔ «۱» از واکنش گاز اتن با برم مایع، ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان به دست می‌آید:

$$CH_2=CH_2(g)+Br_2(l)\longrightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)(l)$$

در ساختار فراورده، ۷ جفت‌الکترون پیوندی و ۶ جفت‌الکترون ناپیوندی وجود دارد.

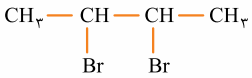
۸۸۰- گزینهٔ «۲» *اول* پاسخ درست پرسش‌ها:

آ) مولکول برم را به اتم‌های کربن پیوند دوگانه اضافه می‌کنیم:

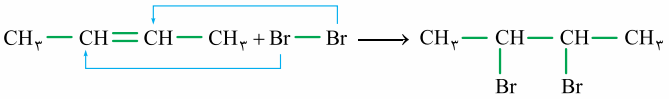


۲، ۳ـ دی‌برمو ـ ۴ـ متیل هگزان

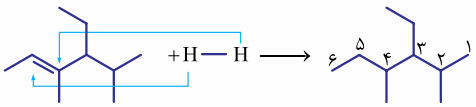
ب) ساختار ۲، ۳ـ دی‌برمو بوتان به صورت روبه‌رو است:



می‌دانیم که در واکنش آلکن‌ها با برم، مولکول برم به اتم‌های کربن پیوند دوگانه اضافه می‌شوند؛ بنابراین آلکن اولیه باید ۲ـ بوتن باشد.



پ) در واکنش آلکن‌ها با گاز هیدروژن، مولکول هیدروژن به اتم‌های کربن پیوند دوگانه وصل می‌شوند و آلکن به آلکان تبدیل می‌شود.



۳ـ اتیل ـ ۲، ۴ـ دی‌متیل هگزان

پاسخ نادرست پرسش‌های «آ» و «ب» و پاسخ درست پرسش «پ» در گزینهٔ (۲) آمده است.

۸۸۱- گزینهٔ «۱» خواندیم که از واکنش اتن با آب طبق معادلهٔ روبه‌رو، اتانول به دست می‌آید:

$$C_2H_4+H_2O\longrightarrow C_2H_6O$$

ـ روش اول ـ استفاده از کسر تبدیل:

اول مقدار خالص اتانول را می‌*یابیم*:

$$\text{جرم مادهٔ خالص}=\text{جرم مادهٔ ناخالص}\times\frac{\text{درصد خلوص}}{100}=69\times\frac{80}{100}=55/2\ kg$$

از آن‌جا که بازده درصدی واکنش، ٪۶۰ است، باید مقدار نظری اتانول را به دست آوریم:

$$\text{بازده درصدی}=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times100\Longrightarrow 60=\frac{55/2}{\text{مقدار نظری}}\times100\Longrightarrow \text{مقدار نظری اتانول}=92\ kg$$

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$92\ kg\ C_2H_6O\times\frac{1\ mol\ C_2H_6O}{46\ g\ C_2H_6O}\times\frac{1\ mol\ C_2H_4}{1\ mol\ C_2H_6O}\times\frac{28\ g\ C_2H_4}{1\ mol\ C_2H_4}=56\ kg\ C_2H_4$$

ـ روش دوم ـ استفاده از کسر تناسب: *یادتون هست* که در روش تناسب، باید بازده درصدی را در مقدار واکنش‌دهنده (در این‌جا یعنی اتن) ضرب کنیم؟!

$$\frac{\text{جرم}\times\frac{\text{بازده درصدی}}{100}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{C_2H_4}}=\frac{\frac{\text{درصد خلوص}}{100}\times\text{جرم ناخالص}}{\underbrace{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}_{C_2H_6O}}$$

$$\Longrightarrow\frac{x\times\frac{60}{100}}{1\times28}=\frac{69\times\frac{80}{100}}{1\times46}\Longrightarrow 46\times x\times\frac{60}{100}=28\times69\times\frac{80}{100}\Longrightarrow x=56\ kg\ C_2H_4$$

۸۸۲- گزینهٔ «۲» واکنش انجام‌شده به صورت روبه‌رو است:

$$C_2H_4+Br_2\longrightarrow C_2H_4Br_2$$

ابتدا باید مقدار نظری فراورده را حساب کنیم:

$$\text{جرم مولی } C_2H_4Br_2=2(12)+4(1)+2(80)=188\ g.mol^{-1}$$

$$6/72\ L\ C_2H_4\times\frac{1\ mol\ C_2H_4}{22/4\ L\ C_2H_4}\times\frac{1\ mol\ C_2H_4Br_2}{1\ mol\ C_2H_4}\times\frac{188\ g\ C_2H_4Br_2}{1\ mol\ C_2H_4Br_2}=56/4\ g\ C_2H_4Br_2$$

و *در آخر* محاسبهٔ بازده درصدی:

$$\text{بازده درصدی}=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times100=\frac{22/56}{56/4}\times100=\%40$$

۸۸۳- گزینهٔ «۲» اتان جزء هیدروکربن‌های سیرشده است و با برم واکنش نمی‌دهد، اما گاز اتیلن (اتن) با برم مایع واکنش داده و ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان تولید می‌کند.

$$C_2H_4+Br_2\longrightarrow C_2H_4Br_2$$

با توجه به جرم برم (۸۰ گرم) می‌*توئیم* جرم اتن موجود در مخلوط را *بیابیم*:

$$80\ g\ Br_2\times\frac{1\ mol\ Br_2}{160\ g\ Br_2}\times\frac{1\ mol\ C_2H_4}{1\ mol\ Br_2}\times\frac{28\ g\ C_2H_4}{1\ mol\ C_2H_4}=14\ g\ C_2H_4$$

تب! از ۲۰ گرم مخلوط گازی، ۱۴ گرم آن اتن و ۶ گرم آن اتان بوده است:

$$\text{درصد جرمی اتان}=\frac{\text{جرم اتان}}{\text{جرم مخلوط}}\times100=\frac{6}{20}\times100=\%30$$

۸۸۴- گزینهٔ «۴» آلکان‌ها سیرشده هستند و با هیدروژن واکنش نمی‌دهند، اما چون آلکن‌ها هیدروکربن سیرنشده هستند، *گاز هیدروژن را میل می‌کنند تا دلی از عزا دربیارن!*

۱ مول آلکان ⟶ ۱ مول هیدروژن + ۱ مول آلکن

با توجه به مصرف‌شدن ۲/۲۴ لیتر گاز هیدروژن در این واکنش، تعداد مول آلکن موجود در این مخلوط برابر است با:

$$۲/۲۴\ \text{L}\ H_۲ \times \frac{۱\ \text{mol}\ H_۲}{۲۲/۴\ \text{L}\ H_۲} \times \frac{۱\ \text{mol آلکن}}{۱\ \text{mol}\ H_۲} = ۰/۱\ \text{mol آلکن}$$

از طرفی خود سؤال *گفته* که نسبت مولی آلکن به آلکان در این مخلوط ۱ به ۲ است. چون در این مخلوط ۰/۱ مول آلکن وجود دارد؛ پس تعداد مول آلکان برابر ۰/۲ می‌باشد.

با توجه به فرمول عمومی آلکن‌ها و آلکان‌ها و جرم مولی آن‌ها می‌توان نوشت:

$$\text{جرم مولی آلکن } (C_nH_{۲n}) = ۱۲n + ۲n = ۱۴n$$

$$\text{جرم مولی آلکان } (C_mH_{۲m+۲}) = ۱۲m + ۲m + ۲ = ۱۴m + ۲$$

با توجه به این‌که مجموع جرم ۰/۱ مول آلکن و ۰/۲ مول آلکان برابر ۲۷ گرم است، خواهیم داشت:

$$(۰/۱\ \text{mol}\ C_nH_{۲n} \times \frac{۱۴n\ \text{g}\ C_nH_{۲n}}{۱\ \text{mol}\ C_nH_{۲n}}) + (۰/۲\ \text{mol}\ C_mH_{۲m+۲} \times \frac{(۱۴m+۲)\ \text{g}\ C_mH_{۲m+۲}}{۱\ \text{mol}\ C_mH_{۲m+۲}}) = ۲۷\ \text{g}$$

$$\Longrightarrow ۱/۴n + ۲/۸m + ۰/۴ = ۲۷ \Longrightarrow ۱/۴n + ۲/۸m = ۲۶/۶ \xrightarrow{\div ۱/۴} n + ۲m = ۱۹$$

فقط در گزینهٔ (۴)، مجموع شمار اتم‌های کربن آلکن و دو برابر شمار اتم‌های کربن آلکان برابر ۱۹ می‌شود: $n + ۲m = ۳ + ۲(۸) = ۱۹$

پروپن ⇓ $n=۳$ ، اوکتان ⇓ $m=۸$

۸۸۵- گزینهٔ «۴» هیدروژن سیانید (HCN) که هیدروکربن نیست! هیدروکربن‌ها *فقط و فقط!* از دو عنصر کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): آلکین‌ها جزء هیدروکربن‌های سیرنشده‌اند و در آن‌ها هر یک از دو اتم کربن مربوط به پیوند سه‌گانه، تنها به دو اتم متصل هستند؛ به همین خاطر آلکین‌ها حتی واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آلکن‌ها دارند. واکنش‌پذیری: آلکین > آلکن > آلکان

گزینهٔ (۲): شمار اتم‌های هیدروژن در آلکین‌ها از دو برابر شمار اتم‌های کربن، دو واحد کم‌تر است؛ پس آلکینی با ۴ اتم کربن، دارای $۲(۴) - ۲ = ۶$ اتم هیدروژن می‌باشد. از طرفی آلکانی با ۵ اتم کربن، ۱۲ اتم هیدروژن دارد؛ زیرا در آلکان‌ها شمار اتم‌های هیدروژن از دو برابر شمار اتم‌های کربن، دو واحد بیشتر است.

گزینهٔ (۳): *درسته!* زیرا در آلکین‌ها $(C_nH_{۲n-۲})$، شمار اتم‌های هیدروژن از دو برابر شمارِ اتم‌های کربن، دو واحد کم‌تر است.

۸۸۶- گزینهٔ «۴» همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند.

- این عبارت را در صفحهٔ ۴۱ کتاب درسی پیدا می‌کنید.
- ساده‌ترین آلکین، اتین $(H-C\equiv C-H)$ است. این مولکول دارای ۴ اتم و ۵ پیوند اشتراکی می‌باشد.

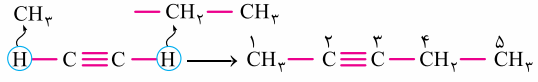
در مدل گلوله ـ میله، اتم‌ها با گلوله و پیوندها با میله نشان داده می‌شوند.

مدل گلوله ـ میلهٔ اتین

- گاز فندک همان بوتان $(C_۴H_{۱۰})$ می‌باشد که به خانوادهٔ آلکان‌ها تعلق دارد. از طرفی از گاز اتین $(C_۲H_۲)$ که متعلق به خانوادهٔ آلکین‌ها است، برای جوشکاری و برشکاری فلزها استفاده می‌شود.
- آلکین داده‌شده دارای ۴ اتم کربن است. اولین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها دارای ۲ اتم کربن می‌باشد؛ بنابراین آلکین ۴کربنی *می‌شه* سومین عضو! *قبلاً* گفتیم که برای آلکین‌ها با n اتم کربن، تعداد پیوندهای اشتراکی برابر با $(۳n-۱)$ است: $۳(۴)-۱=۱۱$

۸۸۷- گزینهٔ «۱» فقط عبارت چهارم درست است. *بیایید همهٔ عبارت‌ها را مورد نقد و بررسی قرار بدیم:*

- اتیلن نام دیگر ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها یعنی اتن است. در گذشته، ساده‌ترین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها یعنی اتین را استیلن *صدا می‌زدن!*
- *نه کی گفته؟!* مثلاً در بنزن $(C_۶H_۶)$ هم، شمار اتم‌های کربن و هیدروژن برابر است.
-



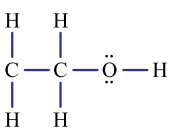
۲ـ پنتین

اگر متیل را با اتم هیدروژن سمت راست و اتیل را با اتم هیدروژن سمت چپ جایگزین کنیم، باز هم ۲ـ پنتین حاصل می‌شود. *اگه شک دارید، امتحان کنین!*

توجه ما اصلاً هیدروکربنی به نام ۳ـ پنتین نداریم! *خودتون رسمش کنید ببینید چرا؟!*

- در بین آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها فقط اتین است که شمار اتم‌های کربن و هیدروژن آن برابر می‌باشد. در بقیهٔ عضوهای این سه خانواده، به ازای هر اتم کربن، بیش از یک اتم هیدروژن وجود دارد؛ در نتیجه درصد جرمی کربن در اتین از دیگر عضوهای این سه خانواده بیشتر است.
- در اتین ۵ پیوند کووالانسی و در اتانول، ۸ پیوند کووالانسی وجود دارد.

اتین: $H-C\equiv C-H$ ، اتانول:



۸۸۸- گزینهٔ «۴» ترکیب داده‌شده یک آلکین ۵کربنه است؛ بنابراین فرمول مولکولی آن $C_۵H_۸$ می‌باشد: $C_۵H_۸ + ۷O_۲ \longrightarrow ۵CO_۲ + ۴H_۲O$

با توجه به معادلهٔ بالا، برای سوختن یک مول از این آلکین، به ۷ مول اکسیژن نیاز است. بررسی گزینه‌های درست *دیگه با خودتون!*

۸۸۹- گزینهٔ «۳» *اول از همه! پیش به سوی* معادلهٔ واکنش سوختن کامل آلکین‌ها (C_nH_{2n-2})!

$$C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$$

حالا با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش، به راحتی می‌توان حساب کرد که از سوختن ۰/۲۵ مول آلکین، چند گرم آب (برحسب n) به دست می‌آید:

$$0/25\ \text{mol } C_nH_{2n-2} \times \frac{(n-1)\ \text{mol } H_2O}{1\ \text{mol } C_nH_{2n-2}} \times \frac{18\ \text{g } H_2O}{1\ \text{mol } H_2O} = 4/5(n-1)\ \text{g } H_2O$$

طراح فرموده! این مقدار آب برابر ۱۳/۵ گرم است؛ پس خواهیم داشت:

$$4/5(n-1) = 13/5 \Longrightarrow n-1 = 3 \Longrightarrow n = 4$$

$$\text{جرم مولکولی آلکین } (C_nH_{2n-2}) = 12n + (2n-2)(1) = 14n - 2 \xrightarrow{n=4} 14(4) - 2 = 54\ \text{g}$$

۸۹۰- گزینهٔ «۱» *از اون‌جایی که* ما فقط با هیدروکربن و آب *سروکار داریم*، اصلاً نیازی به موازنهٔ کامل واکنش نیست. *واضح و مبرهن است!* که از سوختن ۱ مول C_xH_y، $\frac{y}{2}$ مول H_2O تولید می‌شود:

$$1C_xH_y \longrightarrow \frac{y}{2}H_2O$$

$$\text{جرم مولی آب} = 2(1) + 16 = 18\ \text{g.mol}^{-1}$$

$$\text{جرم مولی } C_xH_y = 12x + y$$

فرض سؤال: $\frac{y}{2} \times 18 = 12x + y \Longrightarrow 9y = 12x + y \Longrightarrow 8y = 12x \Longrightarrow y = 1/5x$

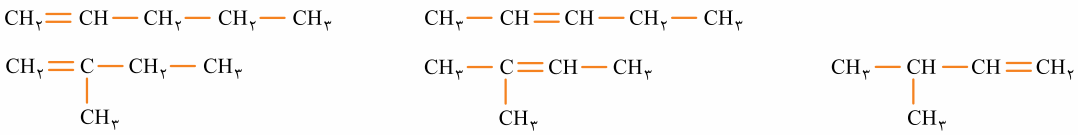
در بوتین (C_4H_8) شمار اتم‌های هیدروژن، ۱/۵ برابر شمار اتم‌های کربن است.

۸۹۱- گزینهٔ «۲» بازم *مثه همیشه*، *اول* پاسخ درست پرسش‌ها:

آ) شمار اتم‌های هیدروژن C_5H_{10}، دو برابر شمار اتم‌های کربن است؛ پس این مولکول می‌تواند متعلق به خانوادهٔ سیکلوآلکان‌ها و یا آلکن‌ها باشد. سیکلوآلکان‌ها که سیرشده‌اند و با برم مایع واکنش نمی‌دهند؛ بنابراین باید ببینیم ایزومرهای آلکنی C_5H_{10} چندتاست:

اول باید به تعداد کربن داده‌شده یک زنجیر مستقیم رسم کنیم؛ سپس با جابه‌جا کردن پیوند دوگانه در این زنجیر، تا حد امکان انواع و اقسام آلکن راست‌زنجیر را بسازیم. *بعدش هم اگه شد*، آلکن‌های شاخه‌دار متفاوت می‌سازیم.

با توجه به توضیحات بالا، برای C_5H_{10}، ۵ ساختار متفاوت آلکنی می‌توان رسم کرد:



ب) هر مول آلکن با ۱ مول برم مایع و هر مول آلکین با ۲ مول برم مایع می‌توانند واکنش دهند تا به ترکیب سیرشده تبدیل شوند. پس در کل شد ۳ مول برم مایع.

پ) برای آلکینی با فرمول C_6H_{10} می‌توان ۳ ساختار بدون شاخهٔ فرعی متیل در نظر گرفت:

پاسخ درست پرسش «آ» و پاسخ نادرست پرسش‌های «ب» و «پ» در گزینهٔ (۲) آمده است.

۸۹۲- گزینهٔ «۲» برای راحتی فرض می‌کنیم در مخلوط اولیه، ۱ مول آلکان و ۱ مول آلکین وجود دارد (هر عددی فرض کنیم *فرقی نداره!* فقط مهم *اینه* که تعداد مول آلکان و آلکین برابر *باشه!*). *حالا* با توجه به معادلهٔ سوختن کامل آلکان‌ها و آلکین‌ها، جرم آب تولیدشده از سوختن ۱ مول از آن‌ها را *می‌سنجیم*:

معادلهٔ سوختن کامل آلکان با n کربن: $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

از سوختن کامل ۱ مول آلکان، $(n+1)$ مول یا همان $18(n+1)$ گرم آب تولید می‌شود.

معادلهٔ سوختن کامل آلکین با n کربن: $C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$

از سوختن کامل ۱ مول آلکین، $(n-1)$ مول یا همان $18(n-1)$ گرم آب تولید می‌شود.

$$\text{جرم کل آب تولیدشده} = 18(n+1) + 18(n-1) = 36n$$

$$\text{جرم ۱ مول آلکین اولیه } (C_nH_{2n-2}) = 12n + (2n-2)(1) = 14n - 2$$

با توجه به اطلاعات داده‌شده نسبت جرم کل آب تولیدشده به جرم آلکین اولیه برابر ۲/۷ است. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$\frac{36n}{14n-2} = 2/7 \Longrightarrow 37/8n - 5/4 = 36n \Longrightarrow 1/8n = 5/4 \Longrightarrow n = 3$$ (شمار اتم‌های کربن آلکان و آلکین اولیه)

۸۹۳- گزینهٔ «۱» هر مول آلکن با ۱ مول برم مایع و هر مول آلکین با ۲ مول برم مایع به طور کامل واکنش می‌دهد. *سؤال فرموده!* تعداد مول برم مایع برابر با ۶ مول است. تعداد مول اتن (C_2H_4) را برابر x و تعداد مول اتین (C_2H_2) را برابر y در نظر می‌گیریم:

$$x + 2y = 6$$

مجموع جرم اتن و اتین هم در مخلوط برابر ۱۴۲ گرم است:

$$(x\ \text{mol } C_2H_4 \times \frac{28\ \text{g } C_2H_4}{1\ \text{mol } C_2H_4}) + (y\ \text{mol } C_2H_2 \times \frac{26\ \text{g } C_2H_2}{1\ \text{mol } C_2H_2}) = 142 \Longrightarrow 28x + 26y = 142$$

بالا! با یه دو معادله ـ دو مجهول می‌توانیم تعداد مول اتین (هیدروکربن سبک‌تر) را در مخلوط *بسابیم*؛

$$\times(-28)\begin{cases} x+2y=6 \\ 28x+26y=142 \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} -28x-56y=-168 \\ 28x+26y=142 \end{cases}$$

$$-30y=-26 \Longrightarrow y=\frac{26}{30}=\frac{13}{15}\ \text{mol}\ C_2H_2$$

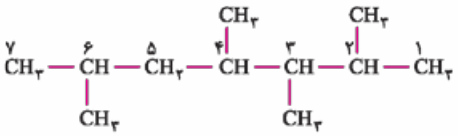
بنابراین جرم C_2H_2 در مخلوط برابر است با:

$$\frac{13}{15}\ \text{mol}\ C_2H_2 \times \frac{26\ \text{g}\ C_2H_2}{1\ \text{mol}\ C_2H_2} \simeq 22/5\ \text{g}\ C_2H_2$$

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$\text{درصد جرمی}\ C_2H_2\ \text{در مخلوط} = \frac{\text{جرم}\ C_2H_2}{\text{جرم کل مخلوط}} \times 100 = \frac{22/5}{142} \times 100 \simeq \%15/8$$

۸۹۴- گزینهٔ «۱» همهٔ عبارت‌های داده‌شده، درست‌اند.



۲، ۳، ۴، ۶ ـ تترامتیل هپتان

- در شکل داده‌شده، سه هیدروکربن سیرنشده (دارای پیوند دوگانه و سه‌گانه) وجود دارد. این سه هیدروکربن می‌توانند با برم مایع واکنش داده و رنگ قرمز آن را از بین ببرند.
- فرمول مولکولی آلکن و سیکلوآلکان نشان داده شده در شکل، یکسان و به صورت C_6H_{12} است.
- *بله!* در شکل سه هیدروکربن زنجیری (غیرحلقوی)، یک هیدروکربن حلقوی سیرشده (*همون* سیکلوهگزان) و یک هیدروکربن آروماتیک (*همون* بنزن!) وجود دارد.
- همهٔ هیدروکربن‌ها ناقطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند، اما می‌توانند مواد ناقطبی مانند ید (I_2) را در خود حل کنند.

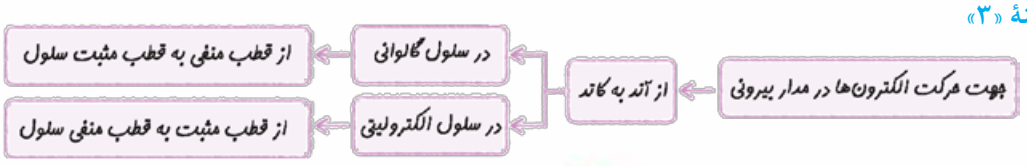
۱۸۰۹- گزینهٔ «۱» در سلول الکترولیتی با مصرف جریان برق، یک واکنش (تغییر) شیمیایی انجام می‌شود (در آن انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود).

بررسی سایر گزینه‌ها | گزینهٔ (۲): در سلول الکترولیتی برخلاف سلول گالوانی، کاتد قطب منفی است، نه مثبت!

گزینهٔ (۳): در سلول الکترولیتی، واکنش شیمیایی در خلاف جهت طبیعی پیش رانده می‌شود.

گزینهٔ (۴): در سلول الکترولیتی، الکترودی که به قطب منفی منبع برق وصل شده، کاتد است که محل انجام فرایند کاهش می‌باشد نه اکسایش!

۱۸۱۰- گزینهٔ «۳»



۱۸۱۱- گزینهٔ «۳» A که به قطب منفی باتری متصل است، کاتد و B که به قطب مثبت باتری متصل است، آند می‌باشد.

۱۸۱۲- گزینهٔ «۱» ولتاژ سلول گالوانی باید برابر یا بیشتر از ۱/۵ ولت باشد تا بتواند ولتاژ مورد نیاز سلول الکترولیتی را تأمین کند.

$$E^\circ_{A\text{-}D} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_D - E^\circ_A = ۰/۸ - (-۰/۷۶) = ۱/۵۶\ V$$

یادآوری در سلول‌های گالوانی، نیم‌سلولی که E° کوچک‌تری دارد، آند و نیم‌سلولی که E° بزرگ‌تری دارد، کاتد است.

۱۸۱۳- گزینهٔ «۲» در برقکافت آب ($۲H_۲O \longrightarrow ۲H_۲ + O_۲$)، حجم گاز هیدروژن تولیدشده در کاتد (قطب منفی) دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آند (قطب مثبت) است؛ پس A و B به ترتیب گازهای اکسیژن و هیدروژن و D و C به ترتیب قطب‌های مثبت و منفی سلول هستند.

حالا بریم سراغ گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): گاز B، گاز هیدروژن است در حالی که دومین گاز فراوان هواکره، اکسیژن می‌باشد.

گزینهٔ (۲): D قطب مثبت (آند) است و در آن فرایند اکسایش انجام می‌شود.

گزینهٔ (۳): گاز A، گاز اکسیژن است در حالی که از واکنش فلزهایی با $E^\circ < ۰$، مثل منیزیم با محلول هیدروکلریک اسید، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

گزینهٔ (۴): C، قطب منفی (کاتد) است و در آن نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود.

۱۸۱۴- گزینهٔ «۲» در نیم‌واکنش کاهش آب به ازای ۴ مولکول آب، ۴ الکترون مبادله می‌شود اما در نیم‌واکنش اکسایش آن، به ازای ۲ مولکول آب، این تعداد الکترون مبادله می‌گردد.

نیم‌واکنش کاهش در کاتد (قطب منفی): $۴H_۲O(l) + ۴e^- \longrightarrow ۲H_۲(g) + ۴OH^-(aq)$

نیم‌واکنش اکسایش در آند (قطب مثبت): $۲H_۲O(l) \longrightarrow O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$

واکنش کلی برقکافت آب: $۲H_۲O(l) \longrightarrow ۲H_۲(g) + O_۲(g)$

۱۸۱۵- گزینهٔ «۴» عبارت‌های اول، دوم و سوم درست‌اند.

- در کاتد گاز هیدروژن و در آند گاز اکسیژن تولید می‌شود. با توجه به ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ کلی ($۲H_۲O \rightarrow ۲H_۲ + O_۲$)، حجم گاز هیدروژن تولیدشده، دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدشده است.
- در اطراف کاتد، با تولید OH^-، pH افزایش می‌یابد.
- دیدیم که تعداد مول $O_۲$ تولیدشده در آند، نصف تعداد مول هیدروژن تولیدشده در کاتد است:

$$\frac{\text{جرم } O_۲}{\text{جرم } H_۲} = \frac{\text{جرم مولی } O_۲ \times \text{ضریب مولی } O_۲ \text{ در معادلهٔ واکنش}}{\text{جرم مولی } H_۲ \times \text{ضریب مولی } H_۲ \text{ در معادلهٔ واکنش}} = \frac{۱ \times ۳۲}{۲ \times ۲} = ۸$$

- آب خالص رسانایی الکتریکی دارد اما بسیار ناچیز!

۱۸۱۶- گزینهٔ «۴» در کاتد نیم‌واکنش $۴H_۲O + ۴e^- \longrightarrow ۲H_۲ + ۴OH^-$ انجام می‌شود:

$$۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۲}\ \cancel{e^-} \times \frac{۱\ \cancel{mole^-}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \cancel{e^-}} \times \frac{۲\ \cancel{mol H_۲}}{۴\ \cancel{mole^-}} \times \frac{۲\ g\ H_۲}{۱\ \cancel{mol H_۲}} = ۰/۳\ g\ H_۲$$

بررسی سایر گزینه‌ها با خودتون!

۱۸۱۷- گزینهٔ «۴» در کاتد سلول الکترولیتی برقکافت آب، گاز هیدروژن و در آند آن، گاز اکسیژن تولید می‌شود.

نیم‌واکنش کاتدی: $۴H_۲O + ۴e^- \longrightarrow ۲H_۲ + ۴OH^-$

نیم‌واکنش آندی: $۲H_۲O \longrightarrow O_۲ + ۴H^+ + ۴e^-$

$$۱۳/۴۴\ \cancel{L H_۲} \times \frac{۱\ \cancel{mol H_۲}}{۲۲/۴\ \cancel{L H_۲}} \times \frac{۴\ mol\ e^-}{۲\ \cancel{mol H_۲}} = ۱/۲\ mol\ e^-$$

$$۱/۲\ \cancel{mole^-} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ e^-}{۱\ \cancel{mole^-}} = ۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۳}\ e^-$$

$$۱/۲\ \cancel{mole^-} \times \frac{۱\ \cancel{mol O_۲}}{۴\ \cancel{mole^-}} \times \frac{۳۲\ g\ O_۲}{۱\ \cancel{mol O_۲}} = ۹/۶\ g\ O_۲$$

۱۸۱۸- گزینهٔ «۴» از حجم گاز اکسیژن تولیدشده در آند، باید به مول OH^- تولیدشده در کاتد برسیم:

$$۵۶۰\ \cancel{mL O_۲} \times \frac{۱\ \cancel{mol O_۲}}{۲۲۴۰۰\ \cancel{mL O_۲}} \times \frac{۴\ \cancel{mole^-}}{۱\ \cancel{mol O_۲}} \times \frac{۴\ mol\ OH^-}{۴\ \cancel{mole^-}} = ۰/۱\ mol\ OH^-$$

با توجه به این‌که چگالی آب، $۱\ g.mL^{-۱}$ است، ۲ کیلوگرم آب معادل ۲۰۰۰ میلی‌لیتر یا همان ۲ لیتر آب است:

$$[OH^-] = \frac{۰/۱\ mol}{۲\ L} = ۰/۰۵\ mol.L^{-۱}$$

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Longrightarrow [H^+] = \frac{۱۰^{-۱۴}}{۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۲ \times ۱۰^{-۱۳}\ mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(۲ \times ۱۰^{-۱۳}) = ۱۳ - \log ۲ = ۱۳ - ۰/۳ = ۱۲/۷$$

بنابراین pH اطراف کاتد از ۷ به ۱۲/۷ می‌رسد یعنی ۱۲/۷ − ۷ = ۵/۷ واحد تغییر می‌کند.

۱۸۱۹- گزینهٔ «۳» نیم‌واکنش کاهش آب، *این‌چوریاست*؛

$$۴H_۲O + ۴e^- \longrightarrow ۲H_۲ + ۴OH^-$$

$$OH^-\ \text{مول}: ۰/۹\ g\,H_۲O \times \frac{۱\ mol\,H_۲O}{۱۸\ g\,H_۲O} \times \frac{۴\ mol\,OH^-}{۴\ mol\,H_۲O} = ۰/۰۵\ mol\,OH^-$$

هر مول OH^- با ۱ مول H^+ خنثی می‌شود؛ پس باید ببینیم در چند میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = ۱$، ۰/۰۵ مول H^+ وجود دارد:

$$[H^+] = [HCl] = ۱۰^{-pH} = ۱۰^{-۱} = ۰/۱\ mol.L^{-۱}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \Longrightarrow ۰/۱ = \frac{۰/۰۵}{\text{حجم محلول}} \Longrightarrow \text{حجم محلول} = \frac{۰/۰۵}{۰/۱}\ L = ۰/۵\ L = ۵۰۰\ mL$$

۱۸۲۰- گزینهٔ «۳» با گذشت زمان و مصرف‌شدن آب، غلظت محلول الکترولیت دو برابر شده است. می‌دانیم که در فرایند تجزیهٔ آب، نمک تنها نقش الکترولیت را دارد و در واکنش *دست‌نخورده* می‌ماند (جرم آن بدون تغییر است)؛ پس با توجه به این‌که غلظت آب‌نمک، ۲ برابر شده، *کاملاً واضح و مبرهن است* که جرم کل محلول الکترولیت نصف شده است:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \xrightarrow{\text{ثابت=جرم حل‌شونده (نمک)}} \text{درصد جرمی} \propto \frac{۱}{\text{جرم محلول}}$$

تذکر! پس فهمیدیم که جرم محلول آب‌نمک با انجام برقکافت، از ۱ kg به ۰/۵ kg رسیده است. از طرفی کاهش جرم محلول به دلیل مصرف‌شدن آب است:

$$\text{جرم آب مصرف‌شده} = ۱ - ۰/۵ = ۰/۵\ kg = ۵۰۰\ g$$

$$۲H_۲O \longrightarrow ۲H_۲ + O_۲$$

$$۵۰۰\ g\,H_۲O \times \frac{۱\ mol\,H_۲O}{۱۸\ g\,H_۲O} \times \frac{۳\ mol\ \text{گاز}}{۲\ mol\,H_۲O} \times \frac{۲۲/۴\ L\ \text{گاز}}{۱\ mol\ \text{گاز}} \simeq ۹۳۳\ L\ \text{گاز}$$

۱۸۲۱- گزینهٔ «۱» نیم‌واکنش‌های آندی (اکسایش آب) و کاتدی (کاهش آب) در برقکافت آب به صورت زیر هستند:

نیم‌واکنش آندی: $۲H_۲O(l) \longrightarrow O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$

نیم‌واکنش کاتدی: $۲H_۲O(l) + ۲e^- \longrightarrow H_۲(g) + ۲OH^-(aq)$

$$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -۰/۸۳ - (+۱/۲) = -۲/۰۳\ V$$

توجه فرایند برقکافت آب در یک سلول الکترولیتی انجام می‌شود؛ یعنی واکنش انجام‌شده در آن (تجزیهٔ آب به عناصر سازنده‌اش) در خلاف جهت طبیعی و خودبه‌خودی آن رخ می‌دهد. به همین دلیل E° سلول الکترولیتی، مقداری منفی است. در واقع قدرمطلق E°، نشان‌دهندهٔ حداقل ولتاژ لازم برای انجام این واکنش غیر خودبه‌خودی است.

۱۸۲۲- گزینهٔ «۳» عبارت‌های دوم و سوم درست‌اند.

در مورد عبارت سوم دقت کنید که در گروه فلزهای قلیایی، از بالا به پایین خصلت فلزی و واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد. این‌که *می‌گیم* لیتیم قوی‌ترین کاهنده است مربوط به محلول‌های آبی است!

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت اول: سدیم در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود.

عبارت چهارم: برای تهیهٔ سدیم، باید سدیم کلرید را به حالت مذاب (نه محلول!) برقکافت کرد.

۱۸۲۳- گزینهٔ «۲» معادلهٔ کلی واکنش انجام‌شده در برقکافت سدیم کلرید مذاب به صورت $۲NaCl(l) \longrightarrow ۲Na(l) + Cl_۲(g)$ است؛ بنابراین نمودار نزولی (A) مربوط به سدیم کلرید، نمودار صعودی با شیب بیشتر (M) مربوط به سدیم و نمودار صعودی با شیب کم‌تر (X) مربوط به $Cl_۲$ است. $Cl_۲$ در آند (قطب مثبت) سلول تولید می‌شود اما در شیمی یازدهم خواندیم که گاز کلر در دمای اتاق به آرامی با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نقطهٔ ذوب سدیم کلرید، ۸۰۱ °C است که افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷ °C پایین می‌آورد:

$$۸۰۱ - ۵۸۷ = ۲۱۴$$

گزینهٔ (۳): M فلز سدیم است. در گروه اول از بالا به پایین، واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد؛ بنابراین واکنش پتاسیم با کلر، سریع‌تر و شدیدتر از واکنش سدیم با کلر است.

گزینهٔ (۴): با توجه به معادلهٔ کلی واکنش، تعداد مول سدیم تولیدشده در کاتد، دو برابر تعداد مول کلر تولیدشده در آند است.

۱۸۲۴- گزینهٔ «۴» در برقکافت سدیم کلرید مذاب، با عبور ۲ مول الکترون، ۱ مول گاز کلر تولید می‌شود:

$$۲Cl^-(l) \longrightarrow Cl_۲(g) + ۲e^-$$

$$۰/۲\ mol\,e^- \times \frac{۱\ mol\,Cl_۲}{۲\ mol\,e^-} = ۰/۱\ mol\,Cl_۲$$

هر مول گاز کلر با ۲ مول پتاسیم یدید به طور کامل واکنش می‌دهد:

$$Cl_۲(g) + ۲KI(aq) \longrightarrow I_۲(s) + ۲KCl(aq)$$

$$۰/۱\ mol\,Cl_۲ \times \frac{۲\ mol\,KI}{۱\ mol\,Cl_۲} \times \frac{۱\ L\ \text{محلول}}{۰/۱\ mol\,KI} \times \frac{۱۰۰۰\ mL\ \text{محلول}}{۱\ L\ \text{محلول}} = ۲۰۰۰\ mL\ \text{محلول}$$

۱۸۲۵- گزینهٔ «۲» واکنش کلی انجام‌شده در برقکافت سدیم کلرید مذاب *این‌چوریاست*:

$$2NaCl(l) \longrightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$$

گاز Cl_2 تولیدشده در این واکنش، برای تهیهٔ NaClO ، وارد واکنش موازنه‌شدهٔ روبه‌رو می‌شود:

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$

خب! اول باید حساب کنیم در برقکافت سدیم کلرید مذاب با تولید ۱/۱۵ kg فلز سدیم، چند مول Cl_2 تولید می‌شود و با توجه به واکنش (۲)، از این مقدار Cl_2 می‌توان چند گرم NaClO به دست آورد.

$$1/15\,kg\,Na \times \frac{1000\,g\,Na}{1\,kg\,Na} \times \frac{1\,mol\,Na}{23\,g\,Na} \times \underbrace{\frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,Na}}_{\text{واکنش (۱)}} \times \underbrace{\frac{1\,mol\,NaClO}{1\,mol\,Cl_2}}_{\text{واکنش (۲)}} \times \frac{74/5\,g\,NaClO}{1\,mol\,NaClO} = 1862/5\,g\,NaClO$$

حالا با کمک درصد جرمی، حساب می‌کنیم این مقدار NaClO در چند گرم محلول ۵٪ جرمی آن وجود دارد:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Longrightarrow 5 = \frac{1862/5}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Longrightarrow \text{جرم محلول} = 37250\,g$$

و در آخر با کمک چگالی محلول ($1\,g.mL^{-1}$)، حجم محلول سفیدکنندهٔ حاصل *رو به دست میاریم*:

$$\text{چگالی}\,(g.mL^{-1}) = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{حجم محلول}} = 1 \Longrightarrow \text{حجم محلول} = 37250\,mL = 37/25\,L$$

می‌شه یهو! فیلی شیک و مجلسی این‌طوری نوشت:

$$1/15\,kg\,Na \times \frac{1000\,g\,Na}{1\,kg\,Na} \times \frac{1\,mol\,Na}{23\,g\,Na} \times \underbrace{\frac{1\,mol\,Cl_2}{2\,mol\,Na}}_{\text{واکنش اول}} \times \underbrace{\frac{1\,mol\,NaClO}{1\,mol\,Cl_2}}_{\text{واکنش دوم}} \times \frac{74/5\,g\,NaClO}{1\,mol\,NaClO} \times \underbrace{\frac{100\,g\,\text{محلول}}{5\,g\,NaClO}}_{\text{درصد جرمی}} \times \underbrace{\frac{1\,mL\,\text{محلول}}{1\,g\,\text{محلول}}}_{\text{چگالی}} \times \frac{1\,L\,\text{محلول}}{1000\,mL\,\text{محلول}}$$

$$= 37/25\,L\,\text{محلول}$$

۱۸۲۶- گزینهٔ «۳» در برقکافت سرب (II) یدید مذاب، در کاتد (قطب منفی) فلز سرب و در آند (قطب مثبت)، ید تولید می‌شود:

نیم‌واکنش کاتدی: $Pb^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Pb(l)$

نیم‌واکنش آندی: $2I^-(l) \longrightarrow I_2(s) + 2e^-$

واکنش کلی: $PbI_2(l) \longrightarrow Pb(l) + I_2(s)$

همان‌طور که می‌بینید نسبت مولی عنصر تولیدشده در آند به کاتد برابر با ۱ است.

۱۸۲۷- گزینهٔ «۱» واکنش $Mg(OH)_2$ $Mg^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Mg(OH)_2$ از نوع اکسایش ـ کاهش نیست؛ زیرا در آن عدد اکسایش عنصرها تغییری نمی‌کند.

۱۸۲۸- گزینهٔ «۴» مواد B، C و E به ترتیب HCl، $MgCl_2$ و Mg هستند که به ترتیب جزء مواد مولکولی، یونی و فلزی می‌باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): *همین الان گفتیم* که در قسمت B، HCl وجود دارد پس pH این قسمت کم‌تر از ۷ است.

گزینهٔ (۲): فرایندهای (۱) و (۲) به ترتیب خشک‌کردن و ذوب‌کردن هستند که تغییرهای فیزیکی محسوب می‌شوند اما فرایند (۳) برقکافت است که تغییر شیمیایی محسوب می‌شود.

گزینهٔ (۳): E، منیزیم جامد و F منیزیم مذاب است. C و D هر دو $MgCl_2(l)$ هستند.

۱۸۲۹- گزینهٔ «۲» در سلول الکترولیتی برقکافت سدیم کلرید مذاب، به ازای عبور ۱ مول الکترون، ۱ مول یا ۲۳ گرم سدیم تولید می‌شود:

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

در برقکافت منیزیم کلرید مذاب، به ازای عبور ۲ مول الکترون، ۱ مول یا ۲۴ گرم منیزیم تولید می‌شود:

$$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$$

بنابراین به ازای عبور ۱ مول الکترون، ۱۲ گرم منیزیم تولید می‌شود:

$$\frac{\text{جرم سدیم به ازای ۱ مول الکترون}}{\text{جرم منیزیم به ازای ۱ مول الکترون}} = \frac{23}{12} \simeq 1/91$$

۱۸۳۰- گزینهٔ «۲» با توجه به این‌که در هر 10^6 گرم آب دریا، ۱۲۰ گرم یون منیزیم وجود دارد، خواهیم داشت:

$$\text{ناخالص}\ Mg^{2+} = 2\,ton\,\text{آب دریا} \times \frac{10^6\,g\,\text{آب دریا}}{1\,ton\,\text{آب دریا}} \times \underbrace{\frac{120\,g\,Mg^{2+}\,\text{خالص}}{10^6\,g\,\text{آب دریا}}}_{\text{ppm}} \times \underbrace{\frac{100\,g\,Mg^{2+}\,\text{ناخالص}}{80\,g\,Mg^{2+}\,\text{خالص}}}_{\text{درصد خلوص}} \times \underbrace{\frac{90}{100}}_{\substack{\text{بازده}\\ \text{درصدی}}} = 270\,g\,Mg^{2+}$$

۱۸۳۱- گزینهٔ «۲» **بررسی سایر گزینه‌ها!** گزینهٔ (۱): برخی فلزها مانند طلا و پلاتین، اکسید نمی‌شوند.

گزینهٔ (۳): پرمصرف‌ترین فلز جهان، آهن است.

گزینهٔ (۴): زنگار سبز نه زرد!

۱۸۳۲- گزینهٔ «۲» عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

- درستی این عبارت را در صفحهٔ ۵۶ کتاب درسی پیدا می‌کنید.
- پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی است. در جدول سری الکتروشیمیایی هم، پتانسیل‌های منفی در زیر SHE قرار دارند.
- در واکنش اکسایش یک فلز در مجاورت هوا و رطوبت، مولکول‌های اکسیژن نقش اکسنده را ایفا می‌کنند. آب یکی از مواد واکنش‌دهنده در نیم‌واکنش کاهش اکسیژن است و البته نقش الکترولیت را نیز ایفا می‌کند.
- هنگام زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود.

۱۸۳۳- گزینهٔ «۳» فراوردهٔ نهایی زنگ‌زدن آهن، رسوب (s) است؛ بنابراین باید نوشته می‌شد: $Fe(OH)_3(s)$!

۱۸۳۴- گزینهٔ «۲» با توجه به معادلهٔ کلی واکنش زنگ‌زدن آهن، نسبت مجموع ضرایب واکنش‌دهنده به فراورده در این واکنش برابر با $\frac{۱۳}{۴}$ است که مخالف ۳ است.

$$۴Fe(s)+۳O_2(g)+۶H_2O(l) \longrightarrow ۴Fe(OH)_3(s)$$

۱۸۳۵- گزینهٔ «۱» به‌جز عبارت آخر، عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. عبارت‌های اول و سوم که *بررسی نمی‌فوان! بریم سراغ سه عبارت دیگه!*

عبارت دوم: کاتیون‌ها با عبور از الکترولیت (قطرهٔ آب) به سمت کاتد می‌روند. جهت حرکت الکترون‌ها نیز از آند به کاتد است.

عبارت چهارم: با انجام نیم‌واکنش $O_2+۲H_2O+۴e^- \longrightarrow ۴OH^-$ در کاتد (قطب مثبت) و تولید یون‌های هیدروکسید، pH اطراف کاتد افزایش می‌یابد.

عبارت پنجم: O_2 در نیم‌واکنش کاتدی به عنوان یکی از مواد واکنش‌دهنده وجود دارد؛ بنابراین نیم‌واکنش کاتدی (نه آندی!) در محلی انجام می‌شود که غلظت اکسیژن در آن‌جا زیاد باشد.

۱۸۳۶- گزینهٔ «۲» با توجه به معادلهٔ کلی زنگ‌زدن آهن خواهیم داشت:

$$۴Fe+۳O_2+۶H_2O \longrightarrow ۴Fe(OH)_3$$

روش اول— استفاده از کسر تبدیل:

$$۸/۴\ g\,Fe \times \frac{۱\ mol\,Fe}{۵۶\ g\,Fe} \times \frac{۴\ mol\,Fe(OH)_3}{۴\ mol\,Fe} \times \frac{۱۰۷\ g\,Fe(OH)_3}{۱\ mol\,Fe(OH)_3} = ۱۶/۰۵\ g\,Fe(OH)_3$$

روش دوم— استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe(OH)_3}} \Longrightarrow \frac{۸/۴}{۴\times۵۶} = \frac{x}{۴\times۱۰۷} \Longrightarrow x = \frac{۸/۴\times۱۰۷}{۵۶} = ۱۶/۰۵\ g\,Fe(OH)_3$$

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): به شکل صفحهٔ ۵۷ کتاب درسی مراجعه کنید.

گزینهٔ (۳): گونهٔ C همان Fe^{3+} است که عدد اکسایش آهن در آن ۳+ است. عدد اکسایش کربن در یون کربنات برابر با ۴+ می‌باشد.

$$CO_3^{2-}: C+۳(-۲)=-۲ \Longrightarrow C=+۴$$

گزینهٔ (۴): در تبدیل Fe^{3+} به $Fe(OH)_3$، عدد اکسایش هیچ عنصری تغییر نمی‌کند. پس این تبدیل از نوع اکسایش ـ کاهش نیست.

۱۸۳۷- گزینهٔ «۳» در فرایند زنگ‌زدن آهن، بخشی از آهن که غلظت اکسیژن در آن‌جا کم است (زیر قطره)، قسمت آندی و بخشی از آهن که غلظت اکسیژن در آن‌جا زیاد است (اطراف قطره)، قسمت کاتدی است. نیم‌واکنش آندی مربوط به آهن است اما از آن‌جا که فلزها نمی‌توانند کاهش یابند (به یون منفی تبدیل شوند)، نیم‌واکنش کاهش مربوط به مولکول‌های اکسیژن است. در ضمن آب، فقط به عنوان یکی از مواد واکنش‌دهنده، در نیم‌واکنش کاهش مصرف می‌شود و این مولکول‌های O_2 هستند که کاهش می‌یابند نه H_2O!

۱۸۳۸- گزینهٔ «۳» در فرایند زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب، فلز آهن اکسید می‌شود و نقش کاهنده را دارد. O_2 هم که نقش اکسنده را ایفا می‌کند و کاهش می‌یابد. پس *تابلوئه* که جواب گزینهٔ (۳) است.

آب به عنوان یکی از مواد واکنش‌دهنده در نیم‌واکنش کاهش اکسیژن مصرف می‌شود:

$$O_2(g)+۲H_2O(l)+۴e^- \longrightarrow ۴OH^-(aq)$$

در ضمن آب در این فرایند نقش الکترولیت را هم دارد؛ زیرا یون‌های Fe^{2+} تولیدشده در آند برای کامل‌کردن مدار الکتریکی، در قطرهٔ آب جریان می‌یابند و از قسمت آندی به قسمت کاتدی مهاجرت می‌کنند.

۱۸۳۹- گزینهٔ «۲» فرض می‌کنیم جرم اولیهٔ میخ m گرم بوده است. با توجه به فرض سؤال، نصف میخ یعنی $\frac{m}{۲}$ آن زنگ زده است. حالا ببینیم بر اثر مصرف این مقدار آهن، چند گرم زنگ آهن تشکیل می‌شود:

$$۴Fe+۳O_2+۶H_2O \longrightarrow ۴Fe(OH)_3$$

$$\frac{m}{۲}\ g\,Fe \times \frac{۱\ mol\,Fe}{۵۶\ g\,Fe} \times \frac{۴\ mol\,Fe(OH)_3}{۴\ mol\,Fe} \times \frac{۱۰۷\ g\,Fe(OH)_3}{۱\ mol\,Fe(OH)_3} = \frac{۱۰۷}{۱۱۲}m\ g\,Fe(OH)_3$$

جرم زنگ آهن تشکیل‌شده بر روی آن + جرم میخ باقی‌مانده که زنگ نزده = جرم میخ پس از اکسایش

$$۶۵/۲ = \frac{m}{۲} + \frac{۱۰۷}{۱۱۲}m \Longrightarrow ۶۵/۲ = \frac{۵۶m+۱۰۷m}{۱۱۲} \Longrightarrow {}^{۲/۵}\!\!\not{۱۶۳}m = {}^{۱}\!\!\not{۶۵/۲}\times۱۱۲ \Longrightarrow m = \frac{۱۱۲}{۲/۵} = \frac{۱۱۲}{\frac{۵}{۲}} = \frac{۲۲۴}{۵} = ۴۴/۸\ g$$

۱۸۴۰- گزینهٔ «۲» ابتدا معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش:

$$۴Fe+۳O_2+۶H_2O \longrightarrow ۴Fe(OH)_3$$

می‌دانیم که اگر سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده در واکنش را بر ضریب استوکیومتری آن در معادلهٔ واکنش تقسیم کنیم، سرعت متوسط واکنش به دست می‌آید؛ پس داریم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(Fe)}{۴} \Longrightarrow \bar{R}(Fe) = ۴\times۲/۵\times۱۰^{-۵} = ۱۰^{-۴}\ mol.min^{-۱}$$

$$۱\ \text{شبانه‌روز} = ۲۴\ h = ۲۴\times۶۰\ min$$

$$۲۴\times۶۰\ \not{min} \times \frac{۱۰^{-۴}\ \not{mol\,Fe}}{۱\ \not{min}} \times \frac{۵۶\ g\,Fe}{۱\ \not{mol\,Fe}} \simeq ۸\ g\,Fe$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(O_2)}{۳} \Longrightarrow \bar{R}(O_2) = ۳\times۲/۵\times۱۰^{-۵} = ۷/۵\times۱۰^{-۵}\ mol.min^{-۱}$$

$$۲۴\times۶۰\ \not{min} \times \frac{۷/۵\times۱۰^{-۵}\ \not{mol\,O_2}}{۱\ \not{min}} \times \frac{۲۵\ L\,O_2}{۱\ \not{mol\,O_2}} = ۲/۷\ L\,O_2$$

۱۸۴۱- گزینهٔ «۳» عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند.

آ) E° فلز X در مقایسه با فلز M، بیشتر است؛ پس در سلول گالوانی X ـ M، X نقش کاتد را دارد و با گذشت زمان، جرم آن افزایش می‌یابد.

ب) E° فلز X ($0/8\ V$) از E° کاهش اکسیژن در هوای مرطوب ($0/4\ V$) بزرگ‌تر اما از E° کاهش اکسیژن در محیط اسیدی ($1/23\ V$) کم‌تر است؛ پس فلز X در هوای مرطوب اکسید نمی‌شود اما در محیط اسیدی اکسایش می‌یابد.

پ) E° فلز A از E° کاهش اکسیژن در محیط اسیدی هم بیشتر است؛ یعنی فلز A در محیط اسیدی هم اکسایش نمی‌یابد؛ *پس می‌تونه یه فلز نجیب باشه!*

ت)
$$emf(M\text{-}A) = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 1/4 - (-0/76) = 2/16$$
$$emf(X\text{-}A) = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 1/4 - 0/8 = 0/6$$
$$\Longrightarrow \frac{2/16}{0/6} = 3/6$$

۱۸۴۲- گزینهٔ «۲» برای این‌که فلزی در هوای مرطوب اکسید نشود، اما در محیط اسیدی، اکسایش یابد، باید E° آن بین E° کاهش اکسیژن در هوای مرطوب ($0/4\ V$) و E° کاهش اکسیژن در محیط اسیدی ($1/23\ V$) باشد.

۱۸۴۳- گزینهٔ «۲» محیط بازی ($pH > 7$) سرعت زنگ‌زدن آهن را کاهش می‌دهد.

ابررسی سایرگزینه‌ها! گزینهٔ (۱): فراوردهٔ نیم‌واکنش کاهش اکسیژن در محیط خنثی، یون هیدروکسید ($O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$) و در محیط اسیدی، مولکول آب ($O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$) است.

گزینهٔ (۳): اکسیدهای نیتروژن و گوگرد، اکسیدهای اسیدی هستند و با انحلال در رطوبت هوا، اسید تولید می‌کنند. محیط اسیدی، سرعت زنگ‌زدن آهن را زیاد می‌کند.

گزینهٔ (۴): با کاهش pH آب و افزایش خاصیت اسیدی محیط، قدرت اکسندگی مولکول‌های اکسیژن افزایش می‌یابد.

۱۸۴۴- گزینهٔ «۲» عبارت‌های «آ» و «ت» درست‌اند و درستی آن‌ها را در صفحه‌های ۵۸ و ۵۹ کتاب درسی می‌یابید.

بررسی عبارت‌های نادرست:

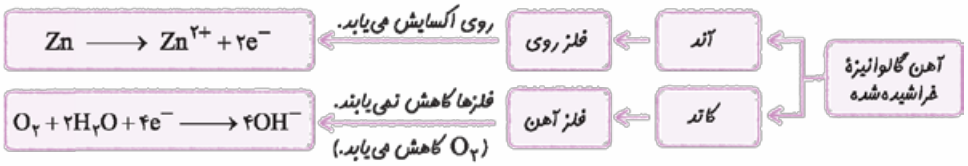
ب) هر چه کاتیون یک فلز قدرت اکسندگی کم‌تری داشته باشد، فلز آن کاهنده‌تر بوده (تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون دارد) و در رقابت برای اکسایش‌یافتن، برنده شده و دچار خوردگی می‌شود.

پ) اگر E° فلز موردنظر بزرگ‌تر از E° آهن ($-0/44\ V$) باشد، در سلول گالوانی حاصل از تماس آن فلز با آهن، آهن نقش آند را ایفا می‌کند و خورده می‌شود.

۱۸۴۵- گزینهٔ «۳» E° فلز مس بزرگ‌تر از E° فلز آهن است، پس مس در سلول گالوانی تشکیل‌شده، نقش کاتد را ایفا می‌کند و محافظت می‌شود در حالی که آهن نقش آند را خواهد داشت و خورده می‌شود.

۱۸۴۶- گزینهٔ «۲» اگر بر سطح آهن گالوانیزه (آهن + روکشی از فلز روی) خراشی ایجاد شود، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود و در آن واکنش اکسایش ـ کاهش رخ می‌دهد. در این سلول آهن نقش کاتد را داشته و محافظت می‌شود.

۱۸۴۷- گزینهٔ «۴»



۱۸۴۸- گزینهٔ «۴» E° فلز آهن کوچک‌تر از فلز مس است؛ بنابراین آهن در مجاورت با مس، به عنوان آند، اکسید شده و زنگ می‌زند؛ در حالی که فلز آهن در مجاورت با فلزهای Al، Zn و Mg به عنوان کاتد در برابر خوردگی محافظت می‌شود.

۱۸۴۹- گزینهٔ «۴» در نیم‌واکنش کاتدی به منظور موازنهٔ بار، شمار الکترون‌ها باید برابر ۴ باشد: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

۱۸۵۰- گزینهٔ «۲» در فرایند خراشیده‌شدن آهن گالوانیزه، نیم‌واکنش اکسایش مربوط به روی و نیم‌واکنش کاهش مربوط به مولکول‌های اکسیژن است.

فراوردهٔ این نیم‌واکنش‌ها یون‌های Zn^{2+} و OH^- هستند. $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ ، $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

ابررسی سایرگزینه‌ها! گزینهٔ (۱): در قطب منفی (آند) سلول، فلز روی اکسایش می‌یابد نه فلز آهن!

گزینهٔ (۳): در فرایندهای خوردگی در آهن، آهن گالوانیزهٔ خراشیده‌شده و حلبی خراشیده‌شده، نیم‌واکنش کاهش یکسان بوده و مربوط به کاهش مولکول‌های اکسیژن (O_2) در حضور مولکول‌های آب است ولی نیم‌واکنش کاهش در سلول الکترولیتی برقکافت آب، مربوط به کاهش مولکول‌های آب است نه اکسیژن!

نیم‌واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن، آهن گالوانیزه و حلبی خراشیده‌شده ($pH = 7$): $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

نیم‌واکنش کاهش در برقکافت آب: $2H_2O(l) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

گزینهٔ (۴): در این فرایند، مولکول‌های اکسیژن کاهش می‌یابند و نقش اکسنده را ایفا می‌کنند.

۱۸۵۱- گزینهٔ «۲» فلز قلع (کاتد) خودش نمی‌تواند کاهیده شود؛ بنابراین الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز آهن در سطح فلز قلع و در حضور رطوبت (H_2O) به اکسیژن داده می‌شوند تا اکسیژن کاهیده شود.

ابررسی سایرگزینه‌ها! گزینهٔ (۱): فلز آهن (نه قلع!) نقش آند را ایفا می‌کند و خورده می‌شود.

گزینهٔ (۳): فلز قلع (نه آهن!) به عنوان کاتد عمل کرده و در برابر خوردگی محافظت می‌شود.

گزینهٔ (۴): *کی گفته استفاده نمی‌شه! خیلی هم می‌شه!*

۱۸۵۲- گزینهٔ «۳» در آهن گالوانیزه، فلز روی که E° کوچک‌تری دارد به عنوان آند اکسید شده و آهن به عنوان کاتد در برابر خوردگی محافظت می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در حلبی، آهن آند را تشکیل می‌دهد نه کاتد!

گزینهٔ (۲): در حلبی، قلع قطب مثبت (کاتد) را تشکیل می‌دهد نه قطب منفی (آند)!

گزینهٔ (۴): در آهن گالوانیزه، آهن قطب مثبت (کاتد) را تشکیل می‌دهد نه قطب منفی (آند)!

۱۸۵۳- گزینهٔ «۴» *درسته* که آهن آند و قلع کاتد است اما در حلبی *فبری از* یون Sn^{2+} نیست که *بفواد کاهش پیدا کنه!* در حلبی خراش‌دیده نیم‌واکنش کاهش، مربوط به مولکول‌های اکسیژن است.

در مورد بقیهٔ گزینه‌ها *بدانید و آگاه باشید!* که واکنش‌های انجام‌شده در حلبی خراش‌دیده، دقیقاً با واکنش‌های انجام‌شده در خوردگی آهن یکسان است.

۱۸۵۴- گزینهٔ «۳»

فرایند	آند	نیم‌واکنش اکسایش	کاتد	نیم‌واکنش کاهش
خوردگی آهن	آهن	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	آهن	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$
آهن گالوانیزه خراش‌دیده	روی	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	آهن	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$
حلبی خراش‌دیده	آهن	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	قلع	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

۱۸۵۵- گزینهٔ «۳» در آهن سفید، روی آند و آهن کاتد و در حلبی، آهن آند و قلع کاتد است؛ بنابراین مقایسهٔ E° فلزها *این‌جوریاست*؛

$$E^\circ : Sn > Fe > Zn$$

در گزینهٔ (۳) گفته E° قلع منفی‌تر است *که غلطه! می‌دونید که منفی‌تر یعنی کوچک‌تر!*

۱۸۵۶- گزینهٔ «۳» شکل «آ» (تانکر آب)، از کاربردهای آهن گالوانیزه است، در حالی که برای ساخت قوطی‌های روغن نباتی از حلبی استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): فلز پوشاننده در شکل‌های «آ» و «ب» به ترتیب فلزهای روی و قلع هستند. قدرت کاهندگی روی بیشتر از قلع است.

گزینه‌های (۲) و (۴): در حلبی خراش‌دیده، قلع نقش حفاظت کاتدی آهن را ندارد و آهن دچار خوردگی می‌شود.

۱۸۵۷- گزینهٔ «۳» ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱ مولار شامل $0/1 \times 0/2 = 0/02$ مول H^+ است. ۰/۰۲ مول H^+، ۰/۰۲ مول OH^- را خنثی می‌کند. حالا باید ببینیم به ازای تولید ۰/۰۲ مول OH^- در آهن سفید خراش‌دیده، چند گرم فلز روی، اکسید می‌شود:

نیم‌واکنش کاتدی: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

نیم‌واکنش آندی: $2Zn \longrightarrow 2Zn^{2+} + 4e^-$

همان‌طور که می‌بینید به ازای ۴ مول OH^- تولیدشده، ۲ مول Zn اکسید می‌شود؛ به این ترتیب خواهیم داشت:

$$0/02\ \text{mol}OH^- \times \frac{2\ \text{mol}Zn}{4\ \text{mol}OH^-} \times \frac{65\ \text{g}\ Zn}{1\ \text{mol}Zn} = 0/65\ \text{g}\ Zn$$

۱۸۵۸- گزینهٔ «۲» باید ببینیم به ازای تشکیل ۵۳/۵ گرم رسوب، چند گرم آهن زنگ می‌زند:

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

روش اول استفاده از کسر تبدیل:

$$53/5\ \text{g}\ Fe(OH)_3 \times \frac{1\ \text{mol}\ Fe(OH)_3}{107\ \text{g}\ Fe(OH)_3} \times \frac{4\ \text{mol}\ Fe}{4\ \text{mol}\ Fe(OH)_3} \times \frac{56\ \text{g}\ Fe}{1\ \text{mol}\ Fe} = 28\ \text{g}\ Fe$$

روش دوم استفاده از کسر تناسب:

$$\frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe}} = \frac{\text{جرم}}{\underbrace{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}_{Fe(OH)_3}} \Longrightarrow \frac{\text{جرم } Fe}{4 \times 56} = \frac{53/5}{4 \times 107} \Longrightarrow \text{جرم } Fe = \frac{53/5 \times 56}{107} = 28\ \text{g}$$

این مقدار آهن، ۸۰٪ آهن موجود در قوطی بوده است؛ بنابراین جرم آهن موجود در قوطی برابر است با:

$$\frac{80}{100} \times \text{جرم آهن موجود در قوطی} = 28\ \text{g} \Longrightarrow \text{جرم آهن موجود در قوطی} = \frac{28 \times 100}{80} = 35\ \text{g}$$

فب! از ۴۰ گرم قوطی، ۳۵ گرم آن را آهن و ۵ گرم آن را قلع تشکیل داده است:

$$\text{درصد جرمی قلع در قوطی} = \frac{\text{جرم قلع موجود در قوطی}}{\text{جرم قوطی}} \times 100 = \frac{5}{40} \times 100 = \%12/5$$

۱۸۵۹- گزینهٔ «۳» در فرایند آبکاری، الکترودی که به قطب منفی باتری متصل است، کاتد می‌باشد. در مورد گزینهٔ (۴) دقت کنید که همان‌طور که در قسمت آموزشی خواندیم، در فرایند آبکاری، الکترود کاتد که به قطب منفی باتری وصل است، همان جسم موردنظر است که فلز پوشاننده باید روی آن قرار گیرد و خود آن در واکنش شرکت نمی‌کند. در واقع کاتد در این سلول‌ها، فقط محل انجام فرایند کاهش بوده و با قرارگرفتن فلز پوشاننده بر روی آن، به جرمش افزوده می‌شود.

۱۸۶۰- گزینهٔ «۲» در آبکاری با فلز نقره، هم نیم‌واکنش آندی و هم نیم‌واکنش کاتدی مربوط به نقره است:

نیم‌واکنش کاتدی: $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$

نیم‌واکنش آندی: $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + e^-$