

مسئله های مربوط به الکتروشیمی

تحلیل و روش حل یک مسئله از کاهش یون های فلزی به فلز آزاد

سوال ۱ برای تبدیل یک گرم از هر یک از این کاتیون های Fe^{3+} و Sn^{2+} به فلز آزاد، چند مول الکترون مصرف می شود؟

منبع سوال: کتاب شیمی عمومی وایتن

چه اطلاعاتی در اختیار داریم



جرم های مولی: ($Fe = 55/85$ ، $Sn = 118/7 \text{ g.mol}^{-1}$)

چه چیز را باید به دست آوریم؟

$\langle ? = \text{تعداد مول الکترون برای تبدیل ۱ گرم کاتیون } Fe^{3+} \text{ به فلز } Fe \rangle$

$\langle ? = \text{تعداد مول الکترون برای تبدیل ۱ گرم کاتیون } Sn^{2+} \text{ به فلز } Sn \rangle$

راهکار برای تبدیل یک مول ($55/85$ گرم) Fe^{3+} به فلز Fe طبق نیم واکنش کاهش $Fe^{3+} + 3e^{-} \rightarrow Fe$ ، سه مول الکترون مصرف می شود. محاسبات را برای تبدیل ۱ گرم یون آهن (III) انجام می دهیم. همچنین برای تبدیل یک مول ($118/7$ گرم) Sn^{2+} به فلز Sn طبق نیم واکنش کاهش $Sn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Sn$ ، دو مول الکترون مصرف می شود. محاسبات را برای تبدیل ۱ گرم یون قلع (II) انجام می دهیم.

راه حل

محاسبه تعداد مول الکترون مصرف شده برای کاهش ۱ گرم یون آهن (III)

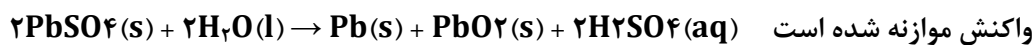
$$1 \text{ g } Fe^{3+} \times \frac{1 \text{ mol } Fe^{3+}}{55.85 \text{ g } Fe^{3+}} \times \frac{3 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol } Fe^{3+}} = 0.0537 \text{ mol } e^{-}$$

محاسبه تعداد مول الکترون مصرف شده برای کاهش ۱ گرم یون قلع (II)

$$1 \text{ g } Sn^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } Sn^{2+}}{118.7 \text{ g } Sn^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol } e^{-}}{1 \text{ mol } Sn^{2+}} = 0.0168 \text{ mol } e^{-}$$

تحلیل و روش حل یک مسئله از استوکیومتری واکنش بر اساس مبادله الکترون

سوال ۲ در نیم واکنش کاتدی یک باتری خودرو در هنگام شارژ در مدت معین 0.1 مول الکترون مصرف می شود. حساب کنید در همین زمان چند گرم $Pb(s)$ در کاتد این سلول تولید خواهد شد؟



منبع سوال: کتاب شیمی عمومی وایتن

چه اطلاعاتی در اختیار داریم

0.1 mol الکترون مصرف شده در کاتد

$PbSO_4(s) \rightarrow Pb(s)$: نیم واکنش کاتدی در باتری خودرو

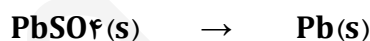
چه چیز را باید به دست آوریم؟

$g = ?$ جرم $Pb(s)$ که در کاتد تولید می شود

راهکار بر اساس واکنش داده شده، حساب می کنیم به ازای تولید یک مول $Pb(s)$ چند مول الکترون مصرف می شود. سپس محاسبات استوکیومتری را بر اساس 0.1 مول الکترون انجام می دهیم.

راه حل

محاسبه تعداد مول الکترون در نیم واکنش کاتدی به ازای تولید یک مول Pb



(۰) ۲ درجه کاهش (+۲)

طبق نیم واکنش بالا به ازای تولید 1 mol Pb ، دو مول الکترون مصرف شده است.

محاسبه جرم Pb تولید شده به ازای مصرف 0.1 مول الکترون

$$0.1 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol Pb}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{207.2 \text{ g Pb}}{1 \text{ mol Pb}} = 10.36 \text{ g Pb}$$

تحلیل و روش حل یک مسئله از سلول های نور الکتروشیمیایی و بازده درصدی واکنش

سوال ۳ در نمونه ای از سلول های نور الکتروشیمیایی که در آن واکنش های زیر انجام می گیرد، تغییر عدد اکسایش کاهنده چقدر بوده و اگر با تولید ۰/۲ مول الکترون در آند، ۰/۱۵ گرم گاز هیدروژن در کاتد تولید شود، بازده درصدی این واکنش چقدر است؟



چه اطلاعاتی در اختیار داریم

⟨ ۰/۲ mol = الکترون های آزاد شده در آند سلول

⟨ ۰/۱۵ g = جرم گاز H₂ تولید شده در کاتد

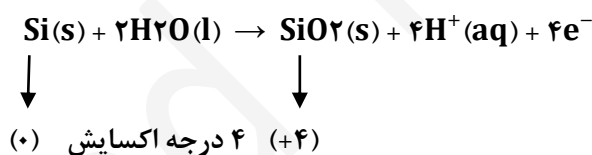
چه چیز را باید به دست آوریم؟

⟨ ? = تغییر عدد اکسایش کاهنده

⟨ ? = بازده درصدی واکنش کلی در سلول

راهکار برای قسمت اول سوال در واکنش های اکسایش - کاهش، کاهنده ماده ای است که اکسایش می یابد. اگر نیم واکنش ها داده شده باشند، کاهنده آند سلول را تشکیل می دهد.

راه حل قسمت اول سوال آند نیم واکنشی است که E° کوچکتری داشته باشد. نیم واکنش آندی را نوشته و تغییر عدد اکسایش Si را در آن حساب می کنیم.



راهکار برای قسمت دوم سوال نیم واکنش های آندی و کاتدی را به گونه ای موازنه می کنیم که تعداد الکترون های مبادله شده در دو نیم واکنش برابر شود. سپس با انجام محاسبات استوکیومتری بین تعداد الکترون مبادله شده و گاز H₂ تولید شده، بازده واکنش به دست می آید.

راه حل قسمت دوم سوال



$$4 \text{ mol e}^- \sim 2 \text{ mol H}_2$$

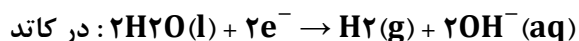
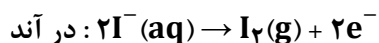
طبق نیم واکنش های موازنه شده

محاسبه بازده واکنش بر اساس استوکیومتری نیم واکنش های آندی و کاتدی

$$0/2 \text{ mol e}^- \times \frac{2 \text{ mol H}_2}{4 \text{ mol e}^-} \times \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{X}{100} = 0/15 \text{ g H}_2 \rightarrow X = 7/5 \%$$

تحلیل و روش حل یک مسئله ترکیبی از غلظت محلول ها و الکترون های مبادله شده

سوال ۴ با عبور جریان برق از درون ۵۰۰ میلی لیتر محلول CaI_2 ، واکنش های زیر در الکترودها رخ می دهد.



پس از چند دقیقه، اندازه گیری ها نشان می دهد، $41/5$ میلی مول I_2 تولید شده است.

(آ) چند مول الکترون در این مدت مبادله شده است؟

(ب) حجم گاز H_2 آزاد شده در همین مدت در STP، چقدر است؟

(پ) pH محلول در این شرایط چقدر است؟

منبع سوال: کتاب شیمی عمومی وایتن

چه اطلاعاتی در اختیار داریم

< $41/5 \text{ mmol I}_2 = 41/5 \times 10^{-3} \text{ mol I}_2$ = مقدار مول I_2 تولید شده در اثر عبور جریان برق

< در نیم واکنش آندی به ازای تولید 1 mol I_2 ، دو مول e^{-} آزاد شده است

< در نیم واکنش کاتدی به ازای تولید 1 mol H_2 ، دو مول e^{-} مصرف شده است

< در نیم واکنش کاتدی به ازای تولید 2 mol OH^{-} ، دو مول e^{-} مصرف شده است

چه چیز را باید به دست آوریم؟

< $\text{mol e}^{-} = ?$ مبادله شده در نیم واکنش اکسایش I^{-} (قسمت آ)

< $\text{mL} = ?$ حجم گاز H_2 تولید شده در STP (قسمت ب)

< $\text{pH} = ?$ محلول (قسمت پ)

راهکار قسمت (آ) طبق نیم واکنش: $2\text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{e}^{-}$ ، به ازای تولید یک مول I_2 ، دو مول الکترون آزاد می شود.

محاسبات برای $41/5$ میلی مول انجام می گیرد.

راه حل (قسمت آ)

محاسبه مول الکترون آزاد شده

$$41/5 \times 10^{-3} \text{ mol I}_2 \times \frac{2 \text{ mol e}^{-}}{1 \text{ mol I}_2} = 0.083 \text{ mol e}^{-}$$

راهکار قسمت (ب) طبق نیم واکنش های انجام شده در آند و کاتد بین I_2 و H_2 تولید شده، با الکترون های مبادله شده رابطه زیر

وجود دارد، محاسبات استوکیومتری را بین I_2 و H_2 انجام می دهیم.



راه حل قسمت (ب)

محاسبه حجم گاز H_2 تولید شده در کاتد

$$4/5 \times 10^{-3} \text{ mol } I_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } I_2} \times \frac{22400 \text{ mL } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0/929 \text{ mL } H_2$$

راهکار قسمت (پ) طبق نیم واکنش های انجام شده در آند و کاتد بین OH^- تولید شده در کاتد و الکترون های مبادله شده رابطه زیر وجود دارد.



بر اساس رابطه بالا تعداد مول های OH^- تولید شده در کاتد را حساب می کنیم، سپس با داشتن مول های OH^- و حجم محلول مولاریته محلول و از روی آن pH محلول به دست می آید.

راه حل قسمت (پ)

محاسبه تعداد مول های OH^- در کاتد

$$0/083 \text{ mol } e^- \times \frac{2 \text{ mol } OH^-}{2 \text{ mol } e^-} = 0/083 \text{ mol } OH^-$$

محاسبه مولاریته یون های OH^- در محلول

$$C_M = \frac{n \text{ mol } OH^-}{V_{(L)} \text{ محلول}} \rightarrow C_M = \frac{0.083 \text{ mol } OH^-}{0.5 \text{ L محلول}} = 0/166 \text{ مولار}$$

محاسبه pH محلول

$$[H^+][OH^-] = 1/0 \times 10^{-14} \rightarrow [H^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[OH^-]} \rightarrow [H^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{0/166} \rightarrow [H^+] = 6/02 \times 10^{-14} \text{ مولار}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log 6/02 \times 10^{-14} \cong -\log 6 \times 10^{-14} \rightarrow pH = -0/77 + 14 \rightarrow pH = 13/23$$

محاسبه مقدار فراورده تولید شده بوسیله یک سلول الکترولیتی

سوال ۵ چند مول الکترون برای انجام گرفتن هر یک از فرایندهای زیر در الکترولیز مصرف می شود؟

(آ) تولید ۰/۵ مول Al بوسیله الکترولیز Al_2O_3

(ب) کاهش تمام یون های Cu^{2+} ، در ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار $Cu(NO_3)_2$

(پ) تهیه ۱۰ گرم گاز کلر Cl_2 ، بوسیله الکترولیز NaCl مذاب

(ت) رسوب دادن ۰/۳۲ گرم نقره از یک محلول آبی $AgNO_3$

منبع سوال کتاب شیمی عمومی رگر

برای پیدا کردن تعداد مول الکترون مصرف شده در هر قسمت چه داده هایی داریم

۰/۵ mol = مقدار Al تولید شده در الکترولیز Al_2O_3 <

۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار $Cu(NO_3)_2$ <

۱۰ g = جرم گاز کلر Cl_2 تولید شده در الکترولیز NaCl مذاب <

۰/۳۲ g = جرم نقره رسوب داده شده از محلول $AgNO_3$ <

برای پیدا کردن تعداد مول الکترون مصرف شده در هر قسمت به چه اطلاعاتی نیاز داریم؟

< در هر قسمت به نیم واکنش موازنه شده و تعداد الکترون های مبادله شده در هر نیم واکنش نیاز است.

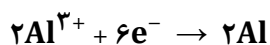
< در هر نیم واکنش فقط ماده ای موازنه می شود که مقدار آن داده شده و محاسبات برای آن انجام می گیرد.

راهکار برای پاسخ به هر قسمت، ابتدا نیم واکنش موازنه شده را می نویسیم. با موازنه نیم واکنش ها، تعداد الکترون مبادله شده در هر نیم واکنش تعیین می شود. سپس بین الکترون های مبادله شده در هر نیم واکنش و مقدار ماده ای که در نیم واکنش تولید شده است، محاسبات استوکیومتری را انجام می دهیم.

راه حل قسمت (آ)

نوشتن نیم واکنش به صورت موازنه شده

ترکیب یونی Al_2O_3 ، شامل دو کاتیون Al^{3+} و سه آنیون O^{2-} است، که کاتیون Al^{3+} در نیم واکنش مورد نظر شرکت داده می شوند.



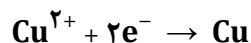
محاسبه الکترون های مصرف شده

$$0.5 \text{ mol } Al^{3+} \times \frac{2 \text{ mol } Al}{2 \text{ mol } Al^{3+}} \times \frac{6 \text{ mol } e^{-}}{2 \text{ mol } Al} = 1.5 \text{ mol } e^{-}$$

قسمت (ب)

نوشتن نیم واکنش به صورت موازنه شده

ترکیب یونی $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ شامل یک کاتیون Cu^{2+} و دو آنیون نیترات NO_3^- است، که کاتیون Cu^{2+} در نیم واکنش مورد نظر شرکت می کند



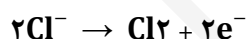
محاسبه الکترون های مصرف شده

$$100 \text{ mL محلول} \times \frac{0.2 \text{ mol Cu}^{2+}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu}^{2+}} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cu}} = 0.4 \text{ mol } e^-$$

قسمت (پ)

نوشتن نیم واکنش به صورت موازنه شده

ترکیب یونی NaCl دارای یک کاتیون Na^+ و یک آنیون Cl^- است. در نیم واکنش مورد نظر دو آنیون Cl^- با گرفتن ۲ الکترون به یک مولکول Cl_2 اتمی تبدیل می شوند.



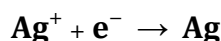
محاسبه الکترون های مصرف شده

$$10 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{2 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Cl}_2} = 0.28 \text{ mol } e^-$$

قسمت (ت)

نوشتن نیم واکنش به صورت موازنه شده

ترکیب یونی AgNO_3 از یک کاتیون Ag^+ و یک آنیون NO_3^- تشکیل شده است. در نیم واکنش مورد نظر فقط کاتیون Ag^+ شرکت می کند.



محاسبه الکترون های مصرف شده

$$0.32 \text{ g Ag}^+ \times \frac{1 \text{ mol Ag}^+}{108 \text{ g Ag}^+} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Ag}^+} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{1 \text{ mol Ag}} = 2.96 \times 10^{-3} \text{ mol } e^-$$