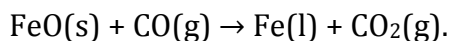
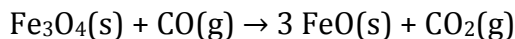
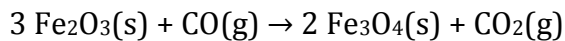


Jakso 3 harjoittele lisää!

Ylioppilastehtäviä

1. Teräksen valmistuksessa tarvittava raakarauta valmistetaan pelkistämällä rautamalmeja, jotka ovat pääasiassa raudan oksideja. Hematiittimalmin Fe_2O_3 pelkistys tapahtuu korkeassa tornimaisessa uunissa eli masuunissa kolmessa vaiheessa:



a) Kirjoita kokonaisreaktion yhtälö. (1 p.)

b) Kuinka monta kilogrammaa rautaa saadaan, jos käytetään 125 kg Fe_2O_3 ja hiilimonoksidia on ylimäärin? (3 p.)

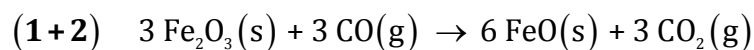
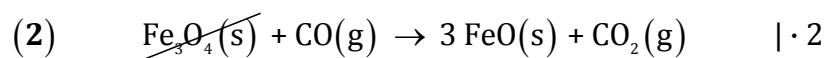
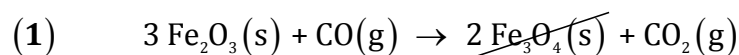
c) Masuuniin lisätään ylhäältä rautamalmin, koksen ja kalkkikiven seosta. Koksi on kivihiilestä valmistettua hiiltä. Alaosasta masuuniin puhalletaan kuumaa ilmaa. Sula rauta valuu masuunin pohjalle. Selitä, miksi masuuniin syötetään koksia ja ilmaa. (2 p.)

(Yo kevät 2016)

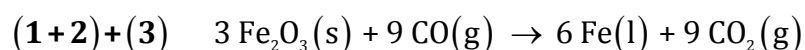
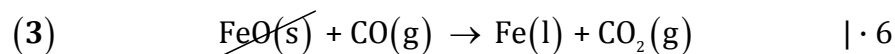
Ratkaisu:

a)

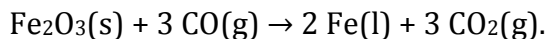
Eliminoidaan seuraavista reaktioista (merkitty **(1)** ja **(2)**) yhteinen aine eli Fe_3O_4 kertomalla alempi reaktio kahdella ja laskemalla reaktioyhtälöt puolittain yhteen.



Eliminoidaan näin saadusta reaktiosta ja reaktiosarjan viimeisestä reaktiosta yhteinen aine (FeO) kertomalla reaktio **(3)** $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ kuudella ja laskemalla reaktioyhtälöt puolittain yhteen.



Kokonaisreaktion pienimmät kokonaislukukertoimet ovat:



b)

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 125 \text{ kg} = 125\,000 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,70 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Fe}) = ?$$

Ratkaistaan rauta(III)oksidin ainemäärä:

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{125\,000 \text{ g}}{159,70 \text{ g/mol}} = 782,72 \text{ mol}.$$

Kokonaisreaktion reaktioyhtälön perusteella:

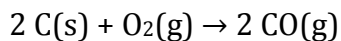
$$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2}{1}, \text{ joten } n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 782,72 \text{ mol} = 1\,565,4 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan kysytty raudan massa:

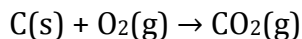
$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 1\,565,4 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 87\,427 \text{ g} \approx 87,4 \text{ kg}.$$

c)

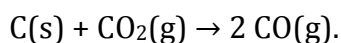
Reaktiosarjan eri vaiheissa tarvitaan hiilimonoksidia CO pelkistimenä. Koksen hiili ja ilman happi tuottavat sitä seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



tai:



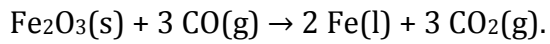
ja



Palamisreaktio on eksotermisen eli tuottaa lämpöä. Korkea lämpötila pitää raudan sulana, jolloin se valuu masuunin pohjalle.

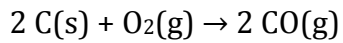
Vastaus:

- a)** Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on:

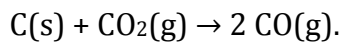
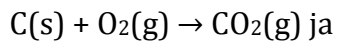


- b)** $m(\text{Fe}) = 87,4 \text{ kg}$.

- c)** Reaktiosarjan eri vaiheissa tarvitaan hiilimonoksidia CO pelkistimenä. Koksen hiili ja ilman happi tuottavat sitä seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



tai



Palamisreaktio on eksotermien eli tuottaa lämpöä. Korkea lämpötila pitää raudan sulana, jolloin se valuu masuunin pohjalle.

2. Natriumkloridin ja kaliumkloridin suolaseosta punnittiin 25,0 g. Seos liuotettiin 200,0 millilitraan vettä, ja liuokseen lisättiin 600,0 ml AgNO_3 -liuosta, jonka konsentraatio oli 0,700 mol/l. Muodostunut erittäin niukkaliukoinen saostuma suodatettiin. Jäljelle jääneeseen liuokseen upotettiin kuparilanka, jonka massa oli 100,00 g. Reaktion päätyttyä kuparilanka kuivatiin ja sen massaksi saatiin 101,52 g.

a) Kirjoita tutkimuksen aikana tapahtuvien reaktioiden yhtälöt. (2 p.)

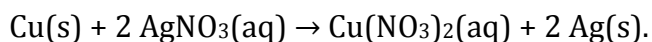
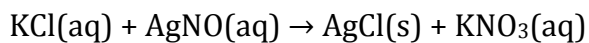
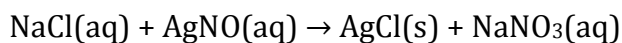
b) Laske suolaseoksen massaprosenttinen koostumus. (7 p.)

(Yo kevät 2016 jokeritehtävä)

Ratkaisu:

a)

Reaktioyhtälöt ovat:



b)

$$m(\text{NaCl} + \text{KCl}) = 25,0 \text{ g}$$

$$V(\text{AgNO}_3) = 600,0 \text{ ml} = 0,6000 \text{ l}$$

$$c(\text{AgNO}_3) = 0,700 \text{ mol/l}$$

$$m_1(\text{kuparilanka}) = 100,00 \text{ g}$$

$$m_2(\text{kuparilanka}) = 101,52 \text{ g}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{KCl}) = 74,55 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{AgNO}_3) = 169,88 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$$

$$m\text{-}\%(\text{NaCl}) = ?$$

$$m\text{-}\%(\text{KCl}) = ?$$

Ratkaistaan kuparilangan massan muutoksesta ($101,52 \text{ g} - 100,00 \text{ g} = 1,52 \text{ g}$), kuinka paljon hopeaioneja pelkistyi hopeanitraattiliuoksesta saostumisreaktioiden jälkeen. Koska kyseessä on hapettumis-pelkistymisreaktio, reaktiossa pelkistyy alkuaine hopeaa ja kupari hapettuu kupari-ioneiksi.

Merkitään muodostuneen hopean massaa seuraavasti: $m(\text{Ag}) = x \text{ g}$

ja liuenneen kuparin massaa seuraavasti: $m(\text{Cu}) = y \text{ g}$.

Kuparilangan massan muutos on tällöin: $1,52 \text{ g} = (x - y) \text{ g}$.

Kun lausutaan kuparin massa (y) hopean massan (x) avulla, saadaan lauseke
 $y = 1,52 - x$ (yksiköt jätetty merkitsemättä).

Reaktioyhtälöstä $\text{Cu(s)} + 2 \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2(\text{aq}) + 2 \text{Ag(s)}$ nähdään, että
 $n(\text{Ag}) = 2 \cdot n(\text{Cu})$.

Hyödyntämällä suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$, edellä merkittyjä massojen lausekkeita ja tasapainotetun reaktioyhtälön kertoimien suhdetta, saadaan lauseke:

$$\frac{x}{107,87} = 2 \cdot \frac{(x - 1,52)}{63,55} \text{ (laskut suoritettu ilman yksiköitä), josta ratkaistuna}$$

$$x = 2,1547 \text{ g} \Rightarrow m(\text{Ag}) = 2,1547 \text{ g}$$

Lasketaan liuoksesta pelkistyneiden hopeaionien ainemäärä:

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{2,1547 \text{ g}}{107,87 \text{ g/mol}} = 0,019975 \text{ mol.}$$

Suolaseokseen lisättyjen hopeaionien kokonaisainemäärä on:

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) = 0,700 \text{ mol/l} \cdot 0,6000 \text{ l} = 0,42000 \text{ mol.}$$

Saostumisreaktioissa kuluneiden hopeaionien ainemäärä on:

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{Ag}^+)_{\text{lisätty}} - n(\text{Ag}^+)_{\text{pelkistynyt}} = 0,42000 \text{ mol} - 0,019975 \text{ mol} = 0,40003 \text{ mol.}$$

Saostumisreaktioiden reaktioyhtälöiden perusteella

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{Na}^+) + n(\text{K}^+) = 0,40003 \text{ mol.}$$

Hyödyntämällä tätä lauseketta ja suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$ saadaan saostumisreaktiossa kuluneiden hopeaionien ainemäärän lausekkeeksi:

$$0,40003 = \frac{m(\text{Na}^+)}{M(\text{Na}^+)} + \frac{m(\text{K}^+)}{M(\text{K}^+)} = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} + \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl})}.$$

Kun merkitään suolaseoksessa olleen natriumkloridin massaa merkinnällä x g, on kaliumkloridin massa seoksessa $(25,0 - x)$ g. Sijoittamalla nämä merkinnät ja natriumkloridin ja kaliumkloridin moolimassat edellä esitettyyn lausekkeeseen ja ratkaisemalla x :n arvo, saadaan:

$$0,40003 = \frac{x}{58,44} + \frac{(25,0 - x)}{74,55} \quad (\text{laskut suoritettu ilman yksiköitä}), \text{ josta}$$

$$x = 17,492 \text{ g} \Rightarrow m(\text{NaCl}) = 17,492 \text{ g}.$$

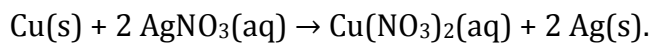
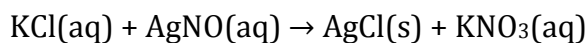
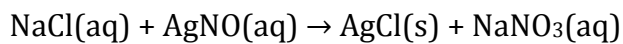
Lasketaan natriumkloridin massaprosenttinen osuus seoksessa:

$$m\text{-}\%(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{seos})} = \frac{17,492 \text{ g}}{25,0 \text{ g}} \cdot 100 \% = 69,968 \% \approx 70,0 \%$$

$$m\text{-}\%(\text{KCl}) = 100,0 \% - 70,0 \% = 30,0 \%.$$

Vastaus:

a) Reaktioyhtälöt ovat:



b) $m\text{-}\%(\text{Na}) = 70,0 \%$

$$m\text{-}\%(\text{KCl}) = 30,0 \%.$$

3. "Katsohan Watson", sanoi Sherlock Holmes, "olen saanut käsiini professori Moriartyn pirullisen keksinnön. Se on sinkki-magnesium-seos, jota hän aikoo käyttää tihutöissään, koska seos palaessaan kuumenee voimakkaasti. Meidän pitää määrittää seoksen koostumus. Watson, muistat varmaan kemian opinnoistasi, että molemmat seoksessa olevat metallit liukenevat suolahappoliuokseen, jolloin syntyy vetykaasua. Liuotamme tarkasti punnitun seosnäytteen ylimäärään suolahappoa ja punnitsemme muodostuneen vetykaasun. Tällöin voimme selvittää seoksen koostumuksen."

a) Laadi metallien liukenemista kuvaavat reaktioyhtälöt. (2 p.)

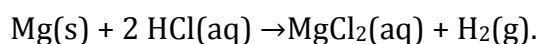
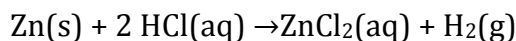
b) Kun 10,00 g sinkki- ja magnesiummetallien seosta liuotettiin ylimäärään suolahappoliuosta, vapautui 0,5171 g vetykaasua. Kuinka monta grammaa magnesiumia seos sisälsi? (4 p.)

(Yo syksy 2014)

Ratkaisu:

a)

Reaktioyhtälöt ovat:



b)

$$m(\text{Zn} + \text{Mg}) = 10,00 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,5171 \text{ g}$$

$$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

Lasketaan reaktiossa muodostuneen vedyn kokonaisainemäärä:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,5171 \text{ g}}{2,016 \text{ g/mol}} = 0,256498 \text{ mol}.$$

Kun merkitään seoksessa olleen magnesiumin massaa merkinnällä x g, on sinkin massa $(10,00 - x)$ g.

Reaktioyhtälöiden perusteella yhdestä moolista sinkkiä tulee yksi mooli vetyä ja vastaavasti yhdestä moolista magnesiumia tulee yksi mooli vetyä eli vedyn kokonaisainemäärä voidaan merkitä seuraavasti:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) + n(\text{Mg}).$$

Hyödyntämällä suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$, vedyn ainemäärän lausekkeeksi saadaan:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} + \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})}.$$

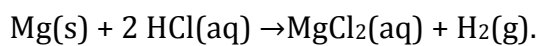
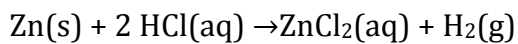
Sijoittamalla tähän lausekkeeseen edellä laskettu vedyn ainemäärä, sinkin ja magnesiumin massat ja moolimassat, saadaan:

$$0,256498 = \frac{(10,00 - x)}{65,38} + \frac{x}{24,31}, \text{ josta}$$

$$x = 4,00718 \text{ g} \Rightarrow m(\text{Mg}) = 4,00718 \text{ g} \approx 4,007 \text{ g}.$$

Vastaus:

a) Reaktioyhtälöt ovat:



b) $m(\text{Mg}) = 4,007 \text{ g}.$