

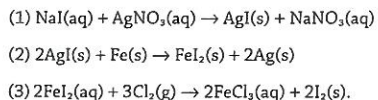
HARJOITTELE

Hyödynnä tehtävissä kemian yo-kokeessa käytettäviä ohjelmia.

★

1.1 Reaktiosarjan tulkinta

Jodia voidaan valmistaa esimerkiksi meriveden natriumjodidista seuraavalla kolmen reaktion reaktiosarjalla:

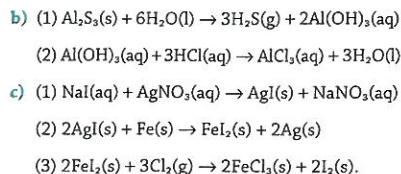
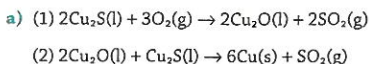


Tulkitse reaktioita (1)–(3) ja merkitse, ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin.

- Kokonaisreaktion reaktioyhtälöä varten reaktiot (1) ja (2) tulee kertoa kahdella.
- Kokonaisreaktion reaktioyhtälössä lähtöaineina ovat NaI, AgNO₃ ja Cl₂.
- Kokonaisreaktion reaktioyhtälössä tuotteina ovat NaNO₃, Ag, FeCl₃ ja I₂.
- Kokonaisreaktion reaktioyhtälön perusteella $n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{NaI})$.
- Jos halutaan valmistaa 2,0 moolia jodia, klooria tarvitaan 3,0 moolia.
- Jos lähtöaineena on 2,0 moolia natriumjodidia, reaktiossa (2) muodostuu 4,0 moolia hopeaa.

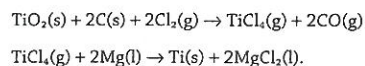
1.2 Kokonaisreaktion reaktioyhtälön laatiminen

Laadi seuraaville reaktiosarjoille kokonaisreaktion reaktioyhtälö. Selvyyden vuoksi reaktiot on numeroitu.



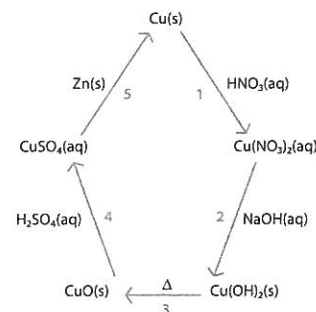
1.3 Titaania lentokoneellisuuden käyttöön

Titaani on maankuoren yhdeksänneksi yleisin alkuaine. Se esiintyy luonnossa pääasiallisesti titaani(IV)oksidina. Titaanin tärkein käyttökohde on ilmailuteollisuudessa, sillä kolmasosa tuotetusta titaanista käytetään lentokoneisiin ja avaruusaluksiin. Titaania käytetään myös tekonivelissä ja luunmurtumien korjaamiseen tarvittavissa levyissä ja ruuveissa sekä esimerkiksi golfmailoissa. Titaania voidaan valmistaa titaani(IV)oksidista seuraavien reaktioyhtälöiden mukaisesti:



Laadi kokonaisreaktion reaktioyhtälö ja ratkaise sen avulla, kuinka monta kilogrammaa titaania saadaan, jos titaani(IV)oksidia on 2,0 kg ja muita reaktioissa tarvittavia aineita on ylimäärin.

1.4 Tulkitse reaktiokaaviota

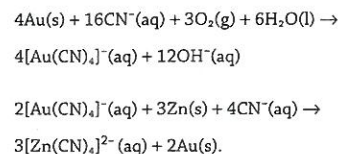


Oheinen kaavio esittää, kuinka alkuainekuparista voidaan valmistaa erilaisia yhdisteitä ja kuinka kupari saadaan lopulta takaisin metalliseksi kupariksi.

★★

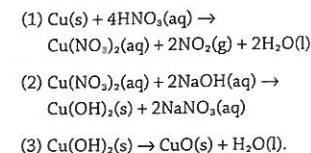
1.5 Kullan talteenotto on osa kiertotaloutta

Kullan tehokas talteenotto esimerkiksi tietokoneista ja puhelimista on erittäin tärkeää, sillä elektroniikkaromussa kultapitoisuus voi olla jopa satakertainen verrattuna kultamalmin. Yksi perinteinen reaktio, jolla kultaa on erotettu esimerkiksi malmeista, on niin sanottu syanidiliuotus. Syanidin haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi vaihtoehtoisia, ympäristöystävällisempiä, kullan liuotusmenetelmiä on kehitteillä. Syanidiliuotus perustuu seuraaviin peräkkäisiin reaktioihin:



Ratkaise, kuinka monta grammaa sinkkiä tarvitaan, jotta saadaan 2,0 grammaa puhdasta kultaa.

- Mihin reaktiotyyppiin reaktio (2) voidaan luokitella? Entä reaktio (3)?
- Mitä Cu²⁺-ioneille tapahtuu, kun ne reaktiossa 5 pelkistyvät kupariatomeiksi?
- Reaktioiden (1)–(3) tasapainotetut reaktioyhtälöt ovat:

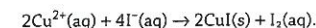


Laadi näistä reaktioista kokonaisreaktion reaktioyhtälö.

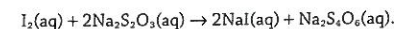
- Ratkaise kohdan c) kokonaisreaktion avulla, kuinka monta grammaa kupari(II)oksidia voi muodostua 1,5 grammasta kuparia.

1.6 Messinkiesineen kuparipitoisuuden määrittäminen

Messinkiesineen kuparipitoisuus määritettiin seuraavasti: Tarkkaan punnittu näyte ($m = 5,00$ g) liuotettiin väkevään typpihappoon, jolloin messinkiesineen kupariatomit hapetuivat Cu²⁺-ioneiksi. Cu²⁺-ioneja sisältävä liuos laimennettiin 200 millilitraksi mittapullossa. Mittapullosta pipetoitiin täyspipetillä 10,0 millilitran näyte ja näytteeseen lisättiin ylimäärin kaliumjodidiliuosta. Tätä vaihetta kuvaava reaktioyhtälö on:



Reaktiossa vapautunut jodi titrattiin natriumtiosulfaattiliuoksella Na₂S₂O₃(aq), jolloin tapahtui seuraava reaktio:

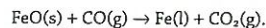
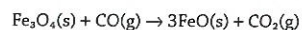
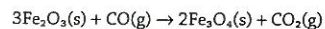


Titrauksen ekvivalenttipisteessä natrium-tiosulfaattiliuosta ($c = 0,100 \text{ mol/l}$) oli kulunut 25,0 millilitraa.

- Ratkaise messinkiesineen kuparipitoisuus massaprosentteina.
- Selitä, mitä titrauksen ekvivalenttipisteellä tarkoitetaan.

1.7 Raudan pelkistäminen rautamalmita

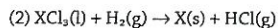
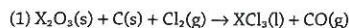
Teräksen valmistuksessa tarvittavaa raakarautaa saadaan pelkistämällä rautamalmeja, jotka ovat pääasiassa raudan oksideja. Hematiittimalmin Fe_2O_3 pelkistys tapahtuu korkeassa tornimaisessa uunissa eli masuunissa kolmessa vaiheessa. Näitä vaiheita kuvaavat reaktioyhtälöt ovat:



- Laadi kokonaisreaktion reaktioyhtälö.
- Kuinka monta kilogrammaa rautaa saadaan, jos käytettävissä on malmita, joka sisältää 155 kg hematiittia ja ylimäärin hiilimonoksidia?
- Hiilimonoksidi toimii reaktiosarjassa pelkistimenä. Mitä hiilimonoksidi talloin tapahtuu?

1.8 Alkuaineen X valmistaminen

Alkuainetta X voidaan teollisesti valmistaa seuraavan reaktiosarjan mukaisesti. Huomaa, että reaktioyhtälöitä ei ole tasapainotettu.



Eräällä kerralla lähtöaineena oli 0,855 g oksidia X_2O_3 . Kun reaktiosarjassa (2) muodostunut vetykloridikaasu johdettiin veteen ja liuos titrattiin NaOH -liuoksella ($c = 0,511 \text{ mol/l}$), liuoksen täydelliseen neutraloitumiseen kului 144,2 ml NaOH -liuosta. Ratkaise, mikä alkuaine X on.

1.9 Valaistuksen historiaa

Kalsiumkarbidi (CaC_2) on kalsiumin ja hiilen yhdiste, jonka sulamispiste on noin 2160°C . Sitä saadaan valmistettua kuumentamalla kalsiumoksidia ja hiiltä. Toinen reaktiotuote on hiilimonoksidi.

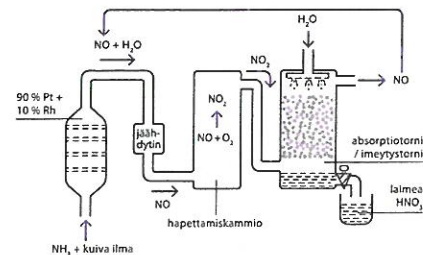
Kalsiumkarbidia sisältäviä karbidilamppuja käytettiin 1900-luvun alkupuolella lyhtyinä ajoneuvoissa ja polkupyörissä ennen dynamoista virtaansa saavien sähkövalojen yleistymistä. Myös ensimmäiset elokuvaprojektorit käyttivät karbidilamppua kirkkaan ja tasaisen valon saamiseksi.

Karbidilampuissa palavana aineena oli asetyleenikaasu. Tätä muodostui, kun kalsiumkarbidijauheen päälle tiputettiin vettä. Toisena reaktiotuotteena muodostui kalsiumhydroksidin vesiliuos.

- Kirjoita kalsiumkarbidin valmistusta ja kalsiumkarbidin ja veden välistä reaktiota kuvaavat reaktioyhtälöt.
- Laadi kohdan a) reaktioista kokonaisreaktion reaktioyhtälö.
- Ratkaise, kuinka monta grammaa kalsiumoksidia ja hiiltä tarvitaan, jotta asetyleenikaasua saadaan $0,100 \text{ m}^3$ (mitattuna normaalipaineessa ja lämpötilassa 120°C).

1.10 Typpihappoa ammoniakista

Oheinen kaavio kuvaa kuinka typpihappoa voidaan valmistaa ammoniakista. Kaavioon on merkitty vain reaktiosarjan eri vaiheiden lähtöaineet ja niissä muodostuvat aineet. Tulkitse kaaviota ja vastaa sen avulla tehtäviin b) – f).



- Ota selvää typpihapon tärkeimmistä käyttökohteista.
- Minkä aineen kanssa ammoniakki reagoi reaktiosarjan ensimmäisessä vaiheessa?
- Mikä tehtävä platina-rodiumseoksella on?
- Nimeä reaktiosarjan eri vaiheissa esiintyvät tyypen oksidit.
- Kuvaile typpihapon valmistusta sanallisesti.
- Kirjoita typpihapon valmistuksen eri vaiheita tasapainotetut reaktioyhtälöt (yhteensä kolme). Lisää reaktioyhtälöihin aineiden olomuotomerkinnät huoneenlämpötilassa.
- Laadi kohdan f) reaktioista kokonaisreaktion reaktioyhtälö, ja päättele sen avulla, mikä ainemäärä ammoniakkiä tarvitaan, jos typpihappoa halutaan valmistaa 20 moolia (muuta aineita on ylimäärin).

JAKSO 1

OSAATKO?

1. b, d 2. c 3. c, d 4. a, b 5. a, b, c, d

1.1 Reaktiosarjan tulkintaa

- a) Väärin. d) Oikein.
b) Väärin. e) Oikein.
c) Oikein. f) Väärin.

1.2 Kokonaisreaktion reaktioyhtälön laatiminen

- a) $\text{Cu}_2\text{S}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$
b) $\text{Al}_2\text{S}_3(\text{s}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{AlCl}_3(\text{aq})$
c) $4\text{NaI}(\text{aq}) + 4\text{AgNO}_3(\text{aq}) + 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NaNO}_3(\text{aq}) + 4\text{Ag}(\text{s}) + 2\text{FeCl}_3(\text{s}) + 2\text{I}_2(\text{s})$

1.3 Titaania lentokoneiteollisuuden käyttöön

$m(\text{Ti}) = 1,2 \text{ kg}$

1.4 Tulkitse reaktiokaaviota

- a) Reaktio 2. on saostumisreaktio.
Reaktio 3. on hajoamisreaktio.
b) Ne vastaanottavat elektroneja.
c) $\text{Cu}(\text{s}) + 4\text{HNO}_3(\text{aq}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{CuO}(\text{s})$
d) $m(\text{CuO}) = 1,9 \text{ g}$

1.5 Kullan talteenotto on osa kiertotaloutta

$m(\text{Zn}) = 0,50 \text{ g}$

1.6 Messinkiesineen kuparipitoisuuden määrittäminen

- a) $m\text{-}\%(\text{Cu}) = 63,6 \%$
b) Titrauksen ekvivalenttipisteessä tutkittava aine on reagoinut titrausliuoksen (titrantin) kanssa tasapainotetun reaktioyhtälön kertomien mukaisessa ainemääräsuhteessa.

1.7 Raudan pelkistäminen rautamalmista

- a) Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on:
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$
b) $m(\text{Fe}) = 108 \text{ kg}$
c) Hiilimonoksidi hapettuu.

1.8 Alkuaineen X valmistaminen

Alkuaine X on boori.

1.9 Valaistuksen historiaa

- a) $\text{CaO}(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{CaC}_2(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$
 $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
b) $\text{CaO}(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$
c) $m(\text{CaO}) = 174 \text{ g}$
 $m(\text{C}) = 112 \text{ g}$

1.10 Typpihappoa ammoniakista

- b) Hapen kanssa.
c) Seos toimii katalyyttinä eli nopeuttaa ammoniakkin ja hapen välistä reaktiota.
d) $\text{NO} =$ typpimonoksidi
 $\text{NO}_2 =$ typpidioksidi
e) Ensimmäisessä vaiheessa ammoniakki ja ilman happi reagoivat. Reaktiota nopeutetaan Pt/Rh-katalyytillä. Reaktiotuotteina muodostuu typpimonoksidia ja vettä. Muodostunut typpimonoksidi ohjataan hapettamiskammioon, jossa se reagoi hapen kanssa. Reaktiotuotteena muodostuu typpidioksidia. Viimeisessä vaiheessa typpidioksidin annetaan reagoida veden kanssa. Reaktiossa muodostuu typpihapon vesiliuos ja typpimonoksidia. Typpihapon vesiliuos kerätään talteen ja kaasumainen typpimonoksidi kierrätetään takaisin prosessiin.
f) Tasapainotetut reaktioyhtälöt ovat:
(1) $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
(2) $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
(3) $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$
g) Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on:
 $12\text{NH}_3(\text{g}) + 21\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 14\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) + 4\text{NO}(\text{g})$
 $n(\text{NH}_3) = 30 \text{ mol}$

1.11 Kertausta seosten pitoisuuslaskuista

- a) Oikein
b) Väärin.
Oikea vastaus on 35 grammaa.
c) Väärin.
Oikea vastaus on 8,4 %.
d) Väärin.
Oikea vastaus on 1,8 g.

1.12 Mitkä seoksen aineista reagoivat?

- a) Natriumkloridi reagoi.
Perustelu: Kloridi-ionit reagoivat hopeai-
onien kanssa muodostaen niukkaliukoista
suolaa (AgCl), joka havaitaan valkoisena
saostumana.
b) Natriumvetykarbonaatti reagoi.
Perustelu: Vetykarbonaatit hajoavat kuu-
mennettaessa vapauttaen hiilidioksidia ja
vettä. Molemmat aineet ovat kaasuna värit-
tömiä ja hajuttomia.
c) Molemmat aineet reagoivat.
Perustelu: Hiilivedyt ovat helposti syttyviä/
palavia aineita. Palamisreaktiossa havaitaan
liekki.
d) Natriumhydroksidi reagoi.
Perustelu: Natriumhydroksidi on emäs, joka
reagoi hapen kanssa ja tapahtuu neutraloi-
tumisreaktio. Tämän seurauksena liuoksen
pH-arvo laskee.
e) Magnesium reagoi.
Perustelu: Magnesium on epäjalo metalli,
joka reagoi suolahapon kanssa vetykaasua
vapauttaen. Vetykaasun vapautuminen ha-
vaitaan kuplimisena.
f) Ammoniumkloridi reagoi.
Perustelu: Vain ammoniumioneista muodos-
tuu emäksisessä liuoksessa pistävän hajuista
ammoniakki-kaasua. Ammoniakki muodostaa
emäksisen vesiliuoksen, minkä seurauksena
fenoliftaleiinia sisältävä vesiliuos värjäytyy
punaiseksi.

1.13 Reaktioyhtälöiden kirjoittaminen

Reaktioyhtälöt:

- a) $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$
b) $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
c) $2\text{CH}_3\text{CH}_3(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
d) $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
e) $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
f) $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NH}_3(\text{g})$

1.14 Natriumnitraatin osuus seoksessa

$m\text{-}\%(\text{NaNO}_3) = 1,2 \%$

1.15 Kaliumhydroksidin määrä liuoksessa

$m(\text{KOH}) = 0,15 \text{ g}$

1.16 Professori Moriarty'n pirullinen keksintö

- a) $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
b) $m(\text{Mg}) = 0,349 \text{ g}$

1.17 Natriumkarbonaatin ja natriumkloridin seos

- a) $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b) $m(\text{NaCl}) = 1,62 \text{ g}$

1.18 Kuparin pelkistäminen kuparioksidoista

- a) Pelkistymisessä aine ottaa vastaan elektronin/elektroneja.
b) $m\text{-}\%(\text{Cu}_2\text{O}) = 40,08 \%$
 $m\text{-}\%(\text{CuO}) = 59,92 \%$

1.19 Kivennäisveden sisältämien kloridien määrä

- a) Gravimetriaa.
b) $m(\text{KCl}) = 9,49 \text{ mg}$
 $m(\text{MgCl}_2) = 58,7 \text{ mg}$