

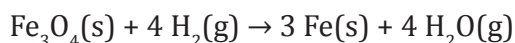


Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohdienten enimmäispistemäärät.

1. Alla olevassa taulukossa on esitetty kuusi yhdistettä ja erilaisia käyttökohteita. Valitse kullekin yhdisteelle sille ominainen käyttökohde. Vastausta ei tarvitse perustella.

Yhdiste	Käyttökohde
propanoni	säilöntäaine
etaanihappo	aromiaine
etyyliibutanaatti	oktaaniluvun määrittäminen / polttomoottorin nakutuksen estäminen
1,2-etaanidioli	makeutusaine
2,2,4-trimetyylipentaani	jäähdytysaine / jäätymisenestoaine
1,2,3,4,5-pentahydroksipentaani	kynsilakan poistoaine / liuotin

2. Magnetiitti Fe_3O_4 on tärkeä rautamineraali. Eräässä prosessissa magnetiitin rautaionit pelkistetään metalliseksi raudaksi antamalla magnetiitin reagoida vetykaasun kanssa yli 570°C lämpötilassa seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



- a) Magnetiitti koostuu kahdesta raudan oksidista, joista toinen on FeO . Mikä on magnetiitin toisen oksidin kemiallinen kaava? Millä hapetusluvuilla rauta esiintyy magnetiitissa? (1 p.)
- b) Laske prosentuaalinen saanto, kun 10,0 g vetykaasua reagoi 300,0 g magnetiitin kanssa ja puhdasta rautaa saatiin 195,0 g. (5 p.)
3. Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä, ja anna jokaisesta esimerkki:
- a) neutraali vesiliuos (1 p.)
- b) amfolyytti (1 p.)
- c) heikko happo (1 p.)
- d) polyproottinen happo (1 p.)
- e) hapan suola. Perustele reaktioyhtälöllä happamasta suolasta antamasi esimerkki. (2 p.)
4. Kahdella orgaanisella hiilivedyllä **A** ja **B**, joiden kummankin molekyylikaava on C_8H_{16} , esiintyy *cis-trans*-isomeriaa. Yhdiste **A** ei ole syklinen. Se reagoi bromin kanssa muodostaen 2,3-dibromi-4-etyyliheksaania. Yhdiste **B** sen sijaan on syklinen, ja sen hiilirenkaaseen on sitoutunut kaksi keskenään erilaista alkyyliiryhmää, jotka eivät sijaitse vierekkäisissä hiili-atomeissa. Kun hiilivetyjä yritettiin pelkistää katalyyttisesti vedyllä, vain yhdiste **A** pelkistyi, jolloin muodostui yhdistettä **C**.
- a) Esiä yhdisteiden **A**, **B** ja **C** rakennekaavat ja nimeä yhdisteet. (4 p.)
- b) Esiintyykö yhdisteillä **A**, **B** tai **C** jotain muuta avaruusisomeriaa kuin *cis-trans*-isomeriaa? Perustele vastauksesi. (2 p.)



<<http://www.huuto.net>>.
Luettu 1.9.2014.

5. Sipulin leikkaaminen "itkettää", eli silmiä kirvelee ja kyyneleitä valuu. Tämä johtuu siitä, että sipulin solut sisältävät runsaasti yhdistettä, joka reagoi entsyymien kanssa solujen rikkoutuessa. Tällöin vapautuu haihtuvia rikkiyhdisteitä. Rikkiyhdisteiden osuminen kyynelrauhasten hermopäätteisiin aiheuttaa refleksinomaisen kyynelvuodon. Osa ärsytyksestä syntyy, kun rikkiyhdisteet reagoivat kyynel nesteessä ja tuottavat rikkihappoa.



<<http://www.makuja.fi>>
Luettu 1.9.2014.

Mihin perustuvat seuraavat keinot, jotka voivat vähentää silmien ärsytystä sipulia leikattaessa?

- uima- tai laskettelulasien käyttäminen leikkaamisen aikana (1 p.)
 - sipulin kuumentaminen mikroaaltouunissa (1 p.)
 - erittäin terävän veitsen käyttäminen leikkaamisessa (1 p.)
 - sipulin leikkaaminen vedessä (1 p.)
 - sipulin viilentäminen laittamalla se pakastimeen lyhyeksi aikaa ennen leikkaamista (2 p.)
6. a) Magnesium- ja sinkkimetallia tai niiden seoksia käytetään ns. uhrianodina suojaamaan korroosiolta laivojen vedenalaisia osia. Miksi käytetään nimitystä uhrianodi? (1 p.)
- b) Vesiliuos sisältää Cu^{2+} -, Ag^{+} - ja Na^{+} -ioneja. Kunkin ionin konsentraatio on 1,0 mol/l. Liuoksen elektrolyyysin (25 °C) alussa jännite on pieni, ja sitä nostetaan vähitellen. Mitä reaktioita katodilla tapahtuu ja missä järjestyksessä? Perustele vastauksesi. (3 p.)
- c) Miksi alumiinikattilaa ei saa pestä astianpesukoneessa? Perustele vastauksesi kokonaisreaktioyhtälön ja normaalipotentialien avulla. (2 p.)
- $$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \quad E^{\circ} = -0,83 \text{ V}$$
- $$[\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}(\text{aq}) + 3 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s}) + 4 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \quad E^{\circ} = -2,31 \text{ V}$$
7. Säilytyspullossa olevan kemikaalin tietojen on oltava tarkkaan merkittynä pulloon. Valittavasti kuuden säilytyspullon merkinnät ovat epäselvät, mutta onneksi tiedät kaksi vaihtoehtoa kunkin pullon sisällölle. Käytettävissäsi on perusvälineitä ja -kemikaaleja, kuten indikaattoripaperia, tulitikkuja ja kaliumpermanganaattia. Pullo sisältää yhdistettä puhtaana tai mahdollisimman väkevänä vesiliuoksena.

Millä yksinkertaisilla menetelmillä saat pullojen sisällöt selvitettyä? Perustele valitsemasi menetelmät yhdisteiden ominaisuuksilla.

Pullo 1: vettä tai etanolia

Pullo 2: etanolia tai asetonia

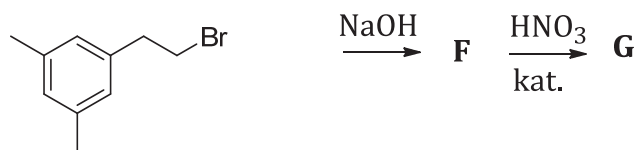
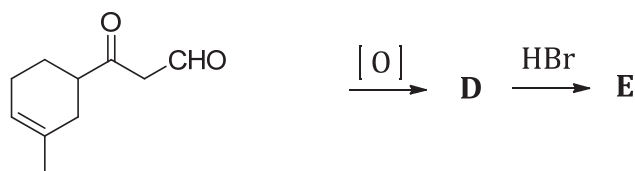
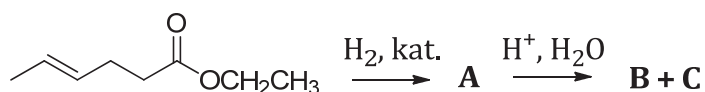
Pullo 3: asetonia tai etikkahappoa

Pullo 4: etikkahappoa tai trimetyyliamiinia

Pullo 5: trimetyyliamiinia tai heksaania

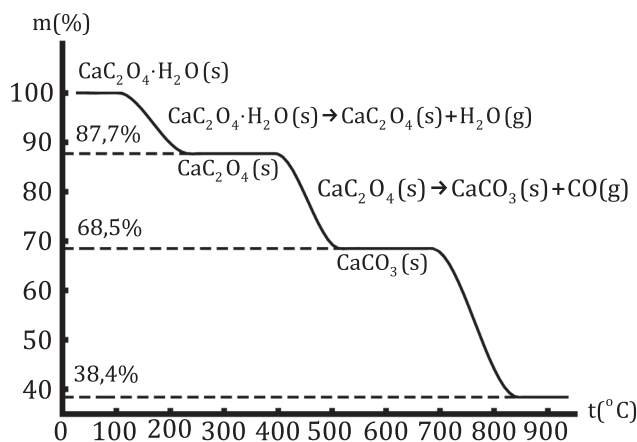
Pullo 6: heksaania tai vettä

8. Rikkihapon valmistuksessa rikkidioksidin hapetus rikkitrioksidiksi tapahtuu tasapainoreaktion $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ mukaisesti. Reaktion saantoa voidaan säädellä muuttamalla reaktio-olosuhteita. Suljetussa 5,00 l astiassa oleva kaasuseos sisälsi alussa 1,00 mol rikkidioksidia ja 5,00 mol happea. Kun tasapaino oli asettunut, rikkidioksidista 61,3 % oli hapettunut rikkitrioksidiksi.
- Laske reaktion tasapainovakion K arvo kokeen lämpötilassa.
 - Mihin suuntaan tasapaino siirtyy, jos lämpötilaa lasketaan? Miten etenevän reaktion nopeus ja palautuvan reaktion nopeus tällöin muuttuvat? Perustele vastauksesi.
9. Esitä tuotteiden **A–G** rakennekaavat seuraavissa kaksivaiheisissa reaktioissa.

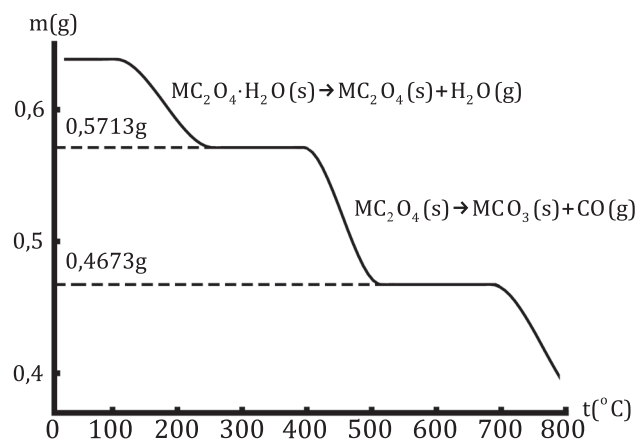


10. Saippuat sisältävät yleensä vesiliukoista palmitiinihapon natriumsuolaa eli natriumpalmitaattia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$. Kovassa vedessä saippuan pesuvaikutus heikkenee, sillä Ca^{2+} - ja Mg^{2+} -ionit muodostavat niukkaliukoisia palmitiinihapon kalsium- tai magnesiumsuoloja. Saippuaa liuotettiin lämpötilassa 50°C pesuveteen siten, että palmitaatti-ionikonsentraatio liuoksessa oli $0,084 \text{ mmol/l}$. Pesuvettä oli $5,0 \text{ l}$ ja sen Mg^{2+} -ionikonsentraatio oli $0,60 \text{ mmol/l}$.
- Osoita laskemalla, että magnesiumpalmitaattia $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}]_2\text{Mg}$ ei saostunut. Lämpötilassa 50°C magnesiumpalmitaatin liukoisuus $s = 56,9 \text{ mg/l}$.
 - Kun pesuvesi jäähtyi lämpötilaan 25°C , saostui magnesiumpalmitaattia. Saostuiko sitä enemmän vai vähemmän kuin 30 mg ? Perustele vastauksesi. Liuoksen tilavuus ei muuttunut merkittävästi liuoksen jäähtyessä. Lämpötilassa 25°C magnesiumpalmitaatin liukoisuustulo $K_s = 3,3 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$.

- +11. Termogravimetriamenetelmässä mitataan näytteen massaa lämpötilan funktiona. Saadusta termogravimetriakäyrästä voidaan lukea esimerkiksi lämpötila-alueet, joissa välituotteet ovat pysyviä. Reaktiotuotteet voidaan usein tunnistaa massan muutosten perusteella.



Kuva A



Kuva B

- a) Kuvassa A on esitetty $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$:n hajoamisreaktioon liittyvät massan muutokset tietyissä mittaolosuhteissa sekä osa reaktioyhtälöistä. Näytteen massa on alussa 0,7244 g. Analysoi kuvaa A vastaaviin kysymyksiin: Miksi massa muuttuu mittauksen eri vaiheissa? Missä lämpötiloissa eri yhdisteiden hajoaminen alkaa? Millä lämpötila-alueilla eri yhdisteet ovat pysyviä?
Kirjoita viimeisen vaiheen reaktioyhtälö ja perustele se laskennallisesti. (5 p.)
- b) Kalsiumia ja strontiumia sisältävä näyte, jonka massa oli 0,6025 g, liuotettiin ja Ca^{2+} - ja Sr^{2+} -ionit saostettiin oksalaatteina. Oksalaattiseoksen termogravimetriakäyrä on kuvassa B. Laske alkuperäisen näytteen kalsium- ja strontiumpitoisuus massaprosenteina. (4 p.)

- +12. Saksalainen Fritz Haber (1868–1934) tunnetaan työstään ammoniakkisynteesin $2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ kehittäjänä. Haber sai Nobelin-palkinnon vuonna 1918, ja häntä kutsuttiin mieheksi, joka ”tekee leipää ilmasta”. Ensimmäisessä maailmansodassa kauppa-saarto esti tyyppiyhdisteiden tuonnin Etelä-Amerikasta Saksaan. Haber-Bosch-menetelmän on arvioitu pidentäneen ensimmäistä maailmansotaa jopa 18 kuukaudella.
- a) Miksi ammoniakkin teollisella tuotannolla oli tuolloin ja on edelleen suuri merkitys? Anna myös esimerkkejä ammoniakista valmistettavista yhdisteistä ja niiden käyttökohteista.

Haber osallistui ensimmäiseen maailmansotaan kehittämällä kemiallisia aseita. Hän oli paikalla 22.4.1915, kun sodassa ensimmäistä kertaa käytettiin merkittävä määrä kloorikaasua. Kaasu tukehdutti lähes välittömästi 5 000 sotilasta, ja tuhannet pakenivat juoksuhaudoista.

b) Miksi kloori on vaarallinen kemiallinen ase? Perustele vastauksesi kloorin ominaisuuksilla, rakenteella ja kloorin reaktiolla veden kanssa.

c) Sodan osapuolet oppivat nopeasti suojautumaan kloorihyökkäykseltä. Kun kloorihyökkäys havaittiin, sotilaat laittoivat kasvoille natriumvetykarbonaattiliuokseen kostutetun liinan ja välttivät makaamista juoksuhaudan pohjalla. Miksi kloorilta oli helppo suojautua?