

Helsingin, Jyväskylän, Oulun ja Turun yliopistojen kemian valintakoe Tiistaina 25.5. 2010 klo 9-12

Mallivastaukset

Tehtävä 1. Ovatko väittämät oikein vai väärin. Oikeasta vastauksesta saa 0,5 pistettä ja väärästä vastauksesta vähennetään 0,5 pistettä. Ei vastausta = 0 p. Maksimipistemäärä 9 p.

Väittämä	Oikein	Väärin
2-propanoni ja 1-propanoli ovat toistensa isomeerejä		x
Proteiinit koostuvat monosakkarideista		x
Eteenin hiilet ovat sp^2 -hybridisoituneita	x	
Alkoholimolekyylit voivat muodostaa vetysidoksia keskenään	x	
Karboksyylihapon esteröityminen on eliminaatioreaktio		x
2-penteenillä esiintyy <i>cis-trans</i> -isomeriaa	x	
Fenoli ei ole aromaattinen		x
2-propanolilla voi olla optisia isomeerejä		x
Butanaalissa on karbonyyliryhmä	x	
2-propanoli on kahdenarvoinen alkoholi		x
Rasvamolekyylit sisältävät esteröityneen glyserolin	x	
Amfolyytti on kahden hapon seos		x
Anodi on elektrodi, joka on negatiivisesti varautunut sähkökemiallisessa kennossa	x	x
Aurinkokenno muuttaa valon energiaksi	x	
Grafiitti koostuu hiilestä ja hapesta		x
Elektrodin normaalipotentiali on perustilassa olevan elektrodin ja normaalielektrodin välinen potentiaaliero	x	
Polttokenno muuttaa kemiallisen energian sähköenergiaksi ja lämmöksi	x	
Komposiitit sisältävät kahta tai useampaa erilaista materiaalia, jotka yhdessä muodostavat uuden ominaisuuksiltaan erilaisen aineen.	x	

Kommentti pisteytyksestä: Anodiväittämä on tulkinnanvarainen ja siksi molemmat vastaukset on hyväksytty. Muuten pisteet on laskettu kuten yllä on mainittu.

Tehtävä 2. Allaolevassa taulukossa on koottuna eri yhdisteryhmiin kuuluvien orgaanisten yhdisteiden fysikaalisia ominaisuuksia. Päätele molekyyliarakenteiden ja taulukon tietojen perusteella vastaukset kysymyksiin **a-d** ja perustele vastauksesi lyhyesti. (7 pistettä)

Yhdiste	M/gmol ⁻¹	Sulamispiste / K	Kiehumispiste / K	Tiheys/gcm ⁻³
2,2-dimetyylipropaani	72,15	255	283	0,627
Dietyyliamiini	73,14	223	329	0,7074
Propaanihappo	74,08	252	414	0,99
Fenoli	94,11	314	455	1,07
Dikloorimetaani	84,93	176	313	1,3266

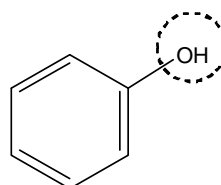
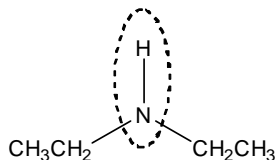
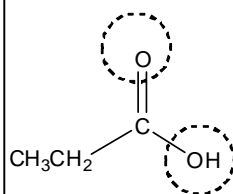
a. Mitkä yhdisteistä eivät ole nestemäisiä huoneenlämpötilassa?

1 p.

2,2-dimetyylipropaani; kp < 298 K

Fenoli; sp > 298 K

b. Minkä yhdisteiden molekyylit muodostavat vetysidoksia keskenään? Piirrä kyseiset rakennekaavat ja osoita atomit, jotka osallistuvat vetysidoksiin.



rakenne +
osallistuvat ryhmät
= 1 p.
yht. 3 p

c. Ovatko propaanihappomolekyylien väliset vuorovaikutukset voimakkaampia kuin dietyyliamiinimolekyylien väliset?

Ovat; voidaan päätellä kiehumispisteestä. Propaanihapon kiehumispiste on korkeampi kuin dietyyliamiinin

d. Kumpi faasi (vesi vai dikloorimetaani) on ylempi kerros veden ja dikloorimetaanin muodostamassa kaksifaasisysteemissä?

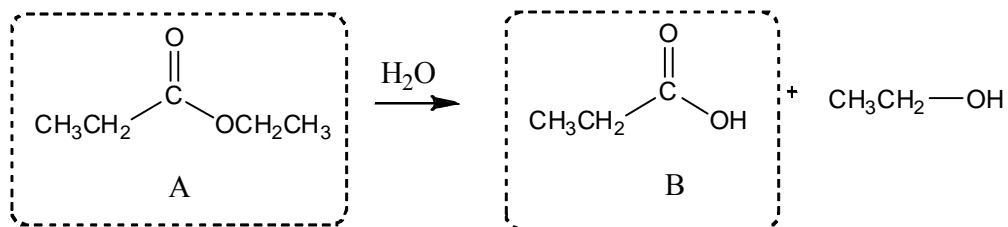
Vesi. Dikloorimetaanin tiheys on suurempi kuin veden 1 g cm⁻³

a-, c- ja d –kohdat: 1.5 p. Ei perustelua 0 p. Perustelu puutteellinen, mutta oikeansuuntainen 0.5-1 p. c-kohdassa on hyväksytty myös perustelu, jonka mukaan propaanihappo muodostaa kaksi vetysidosta ja dietyyliamiini yhden. Pisteet on annettu kuitenkin ainoastaan siinä tapauksessa, että perustelu on sopusoinnussa b-kohdan vastauksen kanssa. b-kohdassa on vähennetty 0.5 pistettä, mikäli vetysidoksiin osallistuvat ryhmät on epätäsmällisesti merkitty

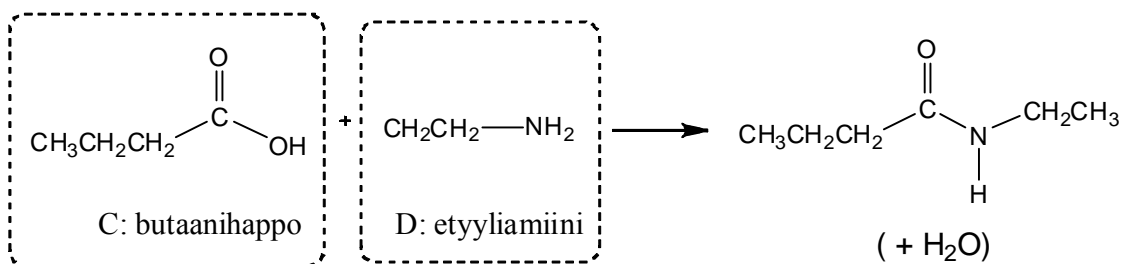
Tehtävä 3. Seuraavat tehtävät liittyvät orgaanisten yhdisteiden reaktioihin. Piirrä kysytyt yhdisteet rakennekaavojen avulla. Nimeä yhdisteet, mikäli sitä pyydetään tehtävässä.

2 p. / kohta = yht. 10 p. Kysytyt rakenteet on merkitty katkokoviivoin. Pisteitä laskettaessa on painotettu reaktion oikeellisuutta. Esim. **a**-kohdassa karboksyylihaposta B ei ole annettu pisteitä, mikäli yhdiste A on väärin, eikä siitä hydrolysoimalla voi saada propaanihappoa

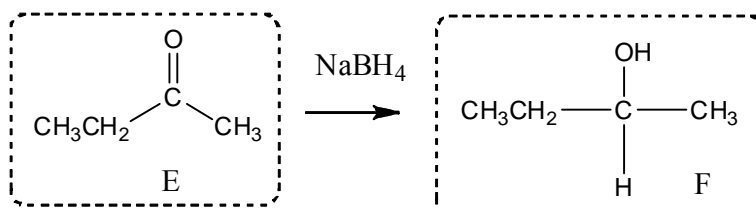
- a.** A on hedelmän tuoksuinen yhdiste, jonka bruttokaava on $C_5H_{10}O_2$. Kun sitä hydrolysoidaan happoliuoksessa, saadaan karboksyylihappoa B ja etanolia. Piirrä yhdisteiden A ja B rakenteet



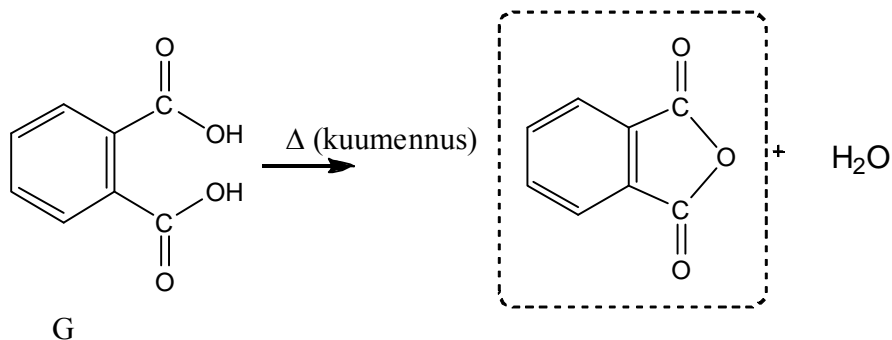
- b.** Kun yhdiste C ja amiini D reagoivat keskenään, muodostuu kuvassa esitetty amidi. Piirrä ja nimeä yhdisteet C ja D. **Pisteet: rakenne 0.5 pistettä ja nimi 0.5 pistettä. Myös etaaniamiini on hyväksytty**



- c.** Yhdiste E on ketoni, jonka bruttokaava on C_4H_8O . Kun sitä pelkistetään $NaBH_4$:llä, muodostuu alkoholi F. Piirrä yhdisteiden E ja F rakenteet. **Pisteet: 1 piste on annettu vastauksesta, jossa on piirretty aldehydi, mikäli aldehydin pelkistysreaktio on oikein**

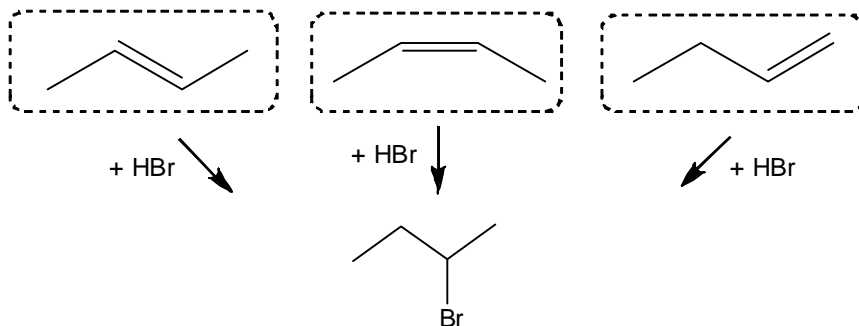


3d. Yhdiste G on aromaattinen 1,2-dikarboksyylihappo, jonka bruttokaava on $C_8H_6O_4$. Kun Yhdistettä G kuumennetaan, saadaan anhydridiä ja vettä. Piirrä anhydridin rakenne. **Pisteet:** muunlaisista anhydrideista on annettu 1 piste



3e. 2-bromibutaania muodostuu, kun alkeeni reagoi vetybromidin kanssa. Mahdollisia alkeeneja on kolme, kun erilaiset paikka- ja stereoisomeerit otetaan huomioon. Piirrä alkeeniä rakenteet.

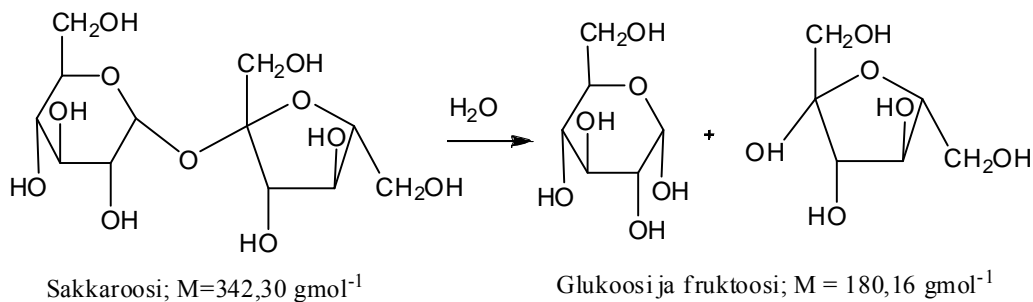
Pisteet: Pisteytys on laskettu isomeeripareittain, eli esim. *cis*- ja *trans*- 2-buteenista on annettu 1-piste ja 1-buteenista 1 piste. Jos on piirtänyt vain yhden alkeenin, on annettu 0.5 pistettä.



Kommentti: kaikissa kohdissa on kiinnitetty huomiota myös rakenteiden täsmällisyyteen. Esim. c-kohdassa monesta alkoholista puuttuu vety 2-hiilestä ja tästä on vähennetty 0.5 pistettä

Tehtävä 4. (10 pistettä)

Ihmisen aineenvaihdunta voidaan nähdä monimutkaisena sarjana peräkkäisiä ja rinnakkaisia kemiallisia reaktioita. Eräs sokeriaineenvaihduntaan liittyvä prosessi on sokerin hyväksikäyttö energian lähteenä. Hyvin yksinkertaistettu esitys sakkaroosin (ruokosokerin) läpikäymistä reaktioista on seuraavanlainen: sakkaroosi hydrolysoituu glukoosiksi ja fruktoosiksi, kuten alla olevassa kuvassa on esitetty. Fruktoosi käy läpi monimutkaisen reaktioketjun, jonka seurauksena se isomeroituu glukoosiksi. Energia vapautuu prosessissa, jossa glukoosi hapetetaan muodostaen vettä ja hiilidioksidia. Vapautuvan energian määrä on 2830 kJ glukoosimoolia kohti. (10 pistettä)



- a. Energiajuoman energiapitoisuudeksi on ilmoitettu 206 kJ/100 ml. Juoman sisältämä energia tulee valmistuksessa käytetystä sakkaroosista ja glukoosista. Tuoteselosteen mukaan juoma sisältää sakkaroosia 8 g/100 ml. Paljonko juomassa on glukoosia (g/100 ml)?
- b. Kuten johdannossa mainittiin, sokeriaineenvaihdunnan viimeisessä vaiheessa muodostuu hiilidioksidia, kun glukoosi hapetetaan. Kuinka suuri tilavuus hiilidioksidia muodostuu, kun henkilö juo 0,5 l energiajuomaa. Oletetaan, että kaikki juoman sisältämä sokeri (sakkaroosi ja glukoosi) reagoi ja muuttuu lopulta hiilidioksidiksi. Kehon lämpötila on 37 °C ja kaasun paine 98,3 kPa
- c. Kuinka suuri määrä sakkaroosia 60 kg painavan henkilön pitäisi syödä, jotta hän saisi riittävästi energiaa puolimaratonin (21 km) juoksemiseen. Juoksijan keskinopeus on 10 km/h ja energiankulutus tällä nopeudella 2000 kJ/h

a-kohdan ratkaisu:

100 ml juomaa sisältää 8 g sakkaroosia ja x g glukoosia. Juomasta saatava energia E_T koostuu sakkaroosista saatavasta energiasta (E_S) ja glukoosista saatavasta energiasta (E_G)

E_S :n laskeminen: $m_S=8$ g, $n_S=8$ g / $342,30$ $\text{g mol}^{-1}=23,37$ mmol

Sakkaroosin hydrolyysin tuloksena muodostunut glukoosi: $n_{G1}=2n_S = 46,74$ mmol, sillä hydrolyysissä muodostuu glukoosimolekyylä ja fruktoosimolekyylä, joka isomeroituu glukoosiksi

Kun tämä glukoosimäärä hapettuu, energiaa vapautuu $0,04674$ mol \times 2830 $\text{kJ mol}^{-1} = 132,27$ kJ 2 p.

Juomassa olevasta glukoosista saadaan näin ollen energiaa ($206 - 132,27$) kJ /100 ml juomaa.

eli $E_G=73,730$ kJ. Tästä energiamäärästä voidaan laskea, että 100 ml juomaa sisältää glukoosia $73,730$ kJ / 2830 $\text{kJ mol}^{-1} = 26,05$ mmol ($=n_{G2}$) $\rightarrow m_G = 0,02605$ mol \times $180,16$ $\text{g mol}^{-1} = 4,69$ g 2 p.

Vastaus: Juoma sisältää glukoosia 5 g / 100 ml

Vaihtoehtoisesti tehtävä voidaan ratkaista myös niin, että lasketaan energian perusteella kokonaisglukoosimäärä n_{Gt} : 206 kJ / 2830 $\text{kJ mol}^{-1}=72,79$ mmol/100 ml juomaa

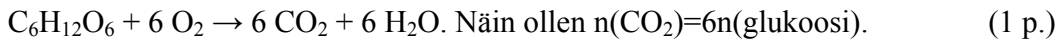
Tämä määrä koostuu siis juomassa olevasta glukoosista ja sakkaroosin hajoamisen seurauksena muodostuvasta glukoosista n_{G1} , jolloin juomassa olevan glukoosin ainemäärä n_{G2} voidaan laskea.

Jos on unohdettu, että sakkaroosista tulee kaksi molekyylä glukoosia, mutta ratkaisun periaate on muuten oikein, on annettu 3 pistettä. Jos juomassa olevan glukoosin määrä on laskettu glukoosin kokonaismäärästä n_{Gt} , on annettu 2 pistettä. Jos glukoosin ainemäärä on laskettu suoraan sakkaroosin ainemäärästä reaktioyhtälön nojalla, eikä energiasisältöä ole huomioitu, pisteitä ei ole annettu laisinkaan, sillä silloin on laskettu kokonaan eri asiaa.

b-kohdan ratkaisu:

Kaasun tilavuus lasketaan ideaalikaasun tilanyhtälön mukaisesti $pV=nRT \rightarrow V=nRT/p$.

Hiilidioksidin ainemäärän laskeminen: CO_2 muodostuu glukoosin hapettumisen seurauksena:



Glukoosin ainemäärän laskeminen: $n(\text{G})_{\text{tot}} = \text{sakkaroosin hajoamisen seurauksena muodostunut } n(\text{G})_1 + \text{juomassa oleva } n(\text{G})_2. n(\text{G})_1=2n(\text{S})$

0,5 l juomaa sisältää 40 g sakkaroosia ja 23,45 g glukoosia eli $n(\text{S})=40 \text{ g} / 342,30 \text{ g mol}^{-1}$ ja $n(\text{G})_2= 23,45 \text{ g} / 180,16 \text{ g mol}^{-1}$. $n(\text{G})_{\text{tot}} = 2 \times 40 \text{ g} / 342,30 \text{ g mol}^{-1} + 23,45 \text{ g} / 180,16 \text{ g mol}^{-1} = 0,3725 \text{ mol} \rightarrow n(\text{CO}_2)=6 \times 0,37248 \text{ mol} = 2,235 \text{ mol}$ (1 p.)

$$V=nRT/p \rightarrow V(\text{CO}_2)=2,1834 \text{ mol} \times 8,315 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 310,15 \text{ K} / 98,3 \text{ kPa} = 57,3 \text{ dm}^3$$

Vastaus: Hiilidioksidia muodostuu 57 litraa.

Yhtälö, sijoitukset ja ratkaisu asianmukaisella tarkkuudella = yhteensä 2 p. eli yht. 4 p.

Jos käyttää juoman sisältämän glukoosin määränä a-kohdan vastausta 5 g / 100 ml, mikä sekin on periaatteessa oikein, vastaukseksi tulee 58 litraa.

Tehtävän voi ratkaista myös laskemalla 0,5 litrasta saatavan kokonaisenergian $5 \times 206 \text{ kJ} = 1030 \text{ kJ}$ ja siitä glukoosin ainemäärän $1030 \text{ kJ} / 2830 \text{ kJ mol}^{-1} = 0,36396 \text{ mol}$. Tästä saadaan edelleen hiilidioksidin ainemäärä, joka voidaan sijoittaa tilavuuden lausekkeeseen. Tässäkin tapauksessa hiilidioksidin ainemäärä on yht. 2 p. ja tilanyhtälö+laskut 2 p.

c-kohdan ratkaisu:

Energiaa kuluu kaiken kaikkiaan $(21 \text{ km} / 10 \text{ km h}^{-1}) \times 2000 \text{ kJ h}^{-1} = 4200 \text{ kJ}$. Tämän energiamäärän saamiseksi on hapetettava $4200 \text{ kJ} / 2830 \text{ kJ mol}^{-1} = 1,48410 \text{ mol}$ glukoosia. (1 p.)

Johdannon yhtälöstä nähdään, että $n(\text{G})=2n(\text{S}) \rightarrow n(\text{S})= 0,74205 \text{ mol} \rightarrow m(\text{S})=0,74205 \text{ mol} \times 342,30 \text{ g mol}^{-1} = 254,00 \text{ g}$ (1 p.)

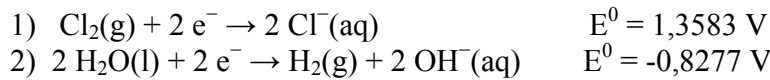
Vastaus: sakkaroosia pitäisi syödä 250 g

Tehtävää arvostellessa on kiinnitetty huomiota merkintöihin. Jos merkinnöistä käy ilmi, että on huomattu, että energia tulee glukoosista, mutta ainemäärän on oltava sakkaroosin ainemäärä, vastaus on hyväksytty vaikka olisi käytetty väärä lukuarvoja. Edellytyksenä on se, että ajatus on sopuoinnussa myös a-kohdan vastauksen kanssa. Merkitsevien

numeroiden määrää ei ole arvosteltu, mikäli tarkkuutta voidaan pitää järkevänä (ei desimaaleja)

Tehtävä 5. (6 pistettä)

Tarkastellaan galvaanista kennoa, joka perustuu seuraaviin puolireaktioihin

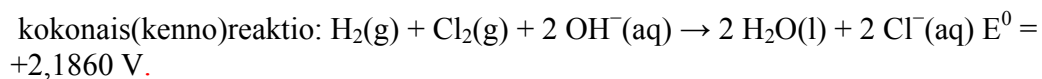
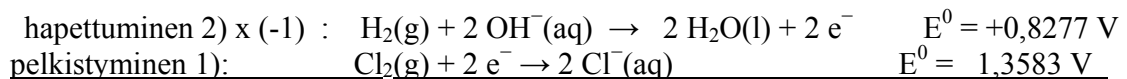


a. Kirjoita kennoreaktio spontaaniin suuntaan ja laske kokonaispotentiaali (4p)

Havainnot: * molemmat osa (puoli)reaktiot on kirjoitettu pelkistyvään suuntaan

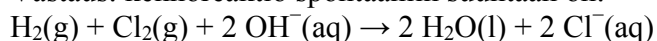
* Mitä positiivisempi E^0 -arvo, sitä enemmän reaktio tapahtuu pelkistyvään suuntaan.

Tässä reaktio 1) etenee pelkistyvään suuntaan ja reaktio 2) hapettuvaan suuntaan eli reaktio on käännettävä (kerrottava -1:llä).



Koska kokonais(kenno)reaktion potentiaali E^0 on positiivinen, etenee reaktio spontaanisti kirjoitettuun suuntaan.

Vastaus: kennoreaktio spontaaniin suuntaan on:



ja sen kokonais(kenno)potentiaali $E^0 = +2,1860 \text{ V.}$

Osareaktiot + kokonaispotentiaali = 2 p

Kokonaisreaktio = 2p

Jos kokonaisreaktio väärään suuntaan ja kokonaispotentiaali väärän merkkinen => 1p

Mikä alkuaine hapettuu ja mikä alkuaine pelkistyy reaktiossa? (2p.)

1 p. Vedyn hapetusluku muuttuu 0:sta +I:een eli vety hapettuu.

1 p. Kloorin hapetusluku muuttuu 0:sta -I:een eli kloori pelkistyy.

Tehtävä 6. (8 pistettä)

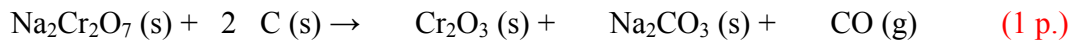
Outokumpu Oyj:n Kemin kaivos tuottaa kromirikasteita Outokummun ferrokromitehtaan raaka-aineeksi. Kaivoksen todetut malmivarat ovat noin 37 miljoonaa tonnia. Kemissä louhitaan vuosittain noin 1,3 miljoonaa tonnia malmia. Malmin kromipitoisuus ilmoitetaan kromioksidipitoisuutena (Cr_2O_3) ja sen kerrotaan olevan keskimäärin 26 %.

- a.** Kromimalmista valmistetaan ferrokromia. Kromiitti (FeCr_2O_4) on kaikkein käytetyin kromimalmi kromin valmistuksessa. Kromiitti reagoi koksen kanssa korkeassa lämpötilassa, jolloin saadaan metallista kromia ja rautaa sekä ja hiilimonoksidikaasua. Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö.

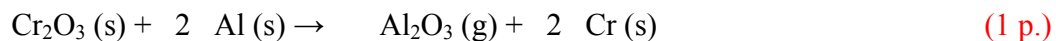


Yhtälö ja kertoimet (1, 4, 1, 2, 4) oikein = 3p
 Jos kertoimet supistamatta (esim. 2,8,2,4,8) = >1p
 Jos ilmaus "Cr₂" => 1p

- b.** Kun valmistetaan puhdasta kromia, kromiitti käsitellään ensin NaOH-sulatteella ja hapella kromaatiksi. Sulate liuotetaan veteen, jolloin saostuu natriumdikromaattia ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Natriumdikromaatti reagoi koksen kanssa:



Kromioksidi reagoi edelleen metalliseksi kromiksi:



Nimi:

Syntymäaika:

Tehtävä 6 jatkuu

c Paljonko kromimetallia Kemin kaivoksesta saadaan vuodessa? (3 p).

malmin massa * kromioksidin osuus = 1,3 milj. tn * 0,26 = 0,338 milj. tn

Kromin osuus kromioksidissa ($\text{Cr}_2/\text{Cr}_2\text{O}_3$):

$$M(\text{Cr}_2) / M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = (103,992 \text{ g/mol}) / (151,989 \text{ g/mol}) = 0,6842$$

Kromia saadaan vuodessa:

kromioksidin massa * kromi osuus kromioksidissa = 0,338 milj. tn * 0,6842

= 0,23 milj. tn tai 230000 tn

Oikea ratkaisu = 3p

Jos kertalukuvirhe, mutta periaate oikea => 1p

Jos virhe ” $n(\text{Cr}) = \frac{1}{2} n(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ ” => 0p

Nimi:

Syntymäaika:

Tehtävä 7. (10 pistettä)

- a. Lyijy(II)jodaatin, $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$, liukoisuus puhtaaseen veteen on $4,0 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Laske sen liukoisuus $0,15 \text{ M Pb}(\text{NO}_3)_2$ -liuokseen. (4p)

Joko todetaan että $[\text{IO}_3^-] = 2 [\text{Pb}^{2+}] = 8,0 \times 10^{-5}$ ja sijoitetaan arvot liukoisuustulon lausekkeeseen

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{IO}_3^-]^2 = 4,0 \times 10^{-5} (8,0 \times 10^{-5})^2 = 2,56 \times 10^{-13}$$

tai tyylikkäämmin: $s = 4,0 \times 10^{-5}$; $K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{IO}_3^-]^2 \rightarrow s (2s)^2 = 4s^3 = 2,56 \times 10^{-13}$

sitten $K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{IO}_3^-]^2 = 2,56 \times 10^{-13}$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 0,15 + x \approx 0,15$$

$$[\text{IO}_3^-] = 2x \quad (\text{saa tehdä ilman appr. kunhan menee oikein})$$

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{IO}_3^-]^2$$

$$(0,15) (2x)^2 = 2,56 \times 10^{-13}$$

$$x = [2,56 \times 10^{-13} / (0,15 \cdot 4)]^{1/2} = 6,532 \times 10^{-7} \approx 6,5 \times 10^{-7}$$

$\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$:n liukoisuustulo oikein = 2p

Lopputulos oikein = 2p

- b. Mikä on sen liuoksen tilavuus, joka saadaan, kun $0,400 \text{ dm}^3$ etanolia ja $0,600 \text{ dm}^3$ vettä sekoitetaan keskenään? Liuoksen tiheys on $0,9460 \text{ g/cm}^3$, puhtaan etanolin tiheys on $0,7894 \text{ g/cm}^3$ ja veden tiheys on $0,9982 \text{ g/cm}^3$ ko. lämpötilassa ($20 \text{ }^\circ\text{C}$). (3p)

$$m(\text{EtOH}) = \rho V = 0,7894 \text{ g/ml} \times 0,400 \text{ l} = 315,76 \text{ g}$$

$$m(\text{Vesi}) = \rho V = 0,9982 \text{ g/ml} \times 0,600 \text{ l} = 598,92 \text{ g}$$

$$315,76 \text{ g} + 598,92 \text{ g} = 914,68 \text{ g}$$

$$V = m/\rho = 914,68 \text{ g} / 0,9460 \text{ g/l} = 966,89 \text{ l} \approx 967 \text{ l}$$

Seoksen massa oikein = 2p

Lopputulos oikein = 1p

Jos muunnos $\text{g/cm}^3 \rightarrow \text{kg/dm}^3$ väärin => 0p

Jos pyöristys $0,966 \approx 1,0$ => 2p

Nimi:

Syntymäaika:

Tehtävä 7 jatkuu

c. Mikä on muodostuvan liuoksen pH, kun 15 cm³:in 0,15 M ammoniakiliuosta lisätään 8,0 cm³ 0,10 M HCl-liuosta? $K_b(\text{NH}_3) = 1,85 \times 10^{-5}$. (3p)

Puskuriliuoksen pH lasketaan Hendersson-Hasselbalchin yhtälöstä $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \left[\frac{c(\text{emäs})}{c(\text{happo})} \right]$. Puskurin emäsmuoto on tässä tapauksessa NH_3 ja happomuoto NH_4^+ , joka muodostuu, kun HCl neutraloi ekvivalenttimäärän emästä.



Alkukonsentraatiot:

$$V(\text{NH}_3) = 15 \text{ cm}^3 = 0.015 \text{ dm}^3; V(\text{HCl}) = 8 \text{ cm}^3 = 0.008 \text{ dm}^3; \text{Kokonaistilavuus } V_{\text{Tot}} = 0.023 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NH}_3) = 0.015 \text{ dm}^3 \times 0.15 \text{ mol dm}^{-3} / 0.023 \text{ dm}^3 = 0,09783 \text{ mol dm}^{-3} = c_0(\text{NH}_3)$$

$$c(\text{HCl}) = 0,008 \text{ dm}^3 \times 0.10 \text{ mol dm}^{-3} / 0.023 \text{ dm}^3 = 0,03478 \text{ mol dm}^{-3} = c_0(\text{HCl})$$

Tasapainokonsentraatiot:

$$\text{HCl on vahva happo ja se neutraloi ekvivalenttimäärän emästä: } c(\text{NH}_4\text{Cl}) = C_0(\text{HCl}) = 0,03478 \text{ mol dm}^{-3}, c(\text{NH}_3)_{\text{eq}} = c_0(\text{NH}_3) - c_0(\text{HCl}) = 0,06305 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{p}K_a + \text{p}K_b = 14,0; \text{p}K_a = 14,0 - \text{p}K_b; \text{p}K_b = -\log K_b = 4,73 \rightarrow \text{p}K_a = 9,27$$

$$\text{Sijoitetaan arvot em. yhtälöön: } \text{pH} = 9,27 + \log(0,06305 / 0,03478) = 9,52836$$

Vastaus: Liuoksen pH=9,5

Havainto, että kyseessä on puskuriliuos = 1p

Tasapainokonsentraatiot oikein = 1p

Lopputulokset oikein = 1p