



KEMIAN KOE 16.3.2016 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Alla oleva vastausten piirteiden, sisältöjen ja pisteitysten luonnehdinta ei sido ylioppilastutkintolautakunnan arvostelua. Lopullisessa arvostelussa käytettävistä kriteereistä päättää tutkintoaineen sensorikunta.

Kemiassa arvioinnin kohteina ovat kemiallisen tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti. Arvioinnissa otetaan huomioon myös kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot. Näihin kuuluvat esimerkiksi kokeiden suunnittelu, työvälineiden ja reagenssien turvallinen käyttö, tulosten esittäminen ja tulkitseminen sekä johtopäätösten tekeminen ja soveltaminen.

Kemian tehtäviä arvosteltaessa painotetaan oppiaineen luonteen mukaista esitystapaa sekä käsitteiden ja kielenkäytön täsmällisyyttä. Reaktioyhtälöt esitetään ilman hapetuslukuja pienimminkin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei vaadita. Rakennekaavojen eri esitystavat hyväksytään.

Laskennallisissa tehtävissä suureyhtälöjä ja kaavoja käytetään tavalla, joka osoittaa kokelaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Vastauksesta ilmenee yksiselitteisesti, miten lopputulokseen päädytään. Jos tehtävässä tarvitaan välituloksia, ne esitetään riittävällä tarkkuudella yksiköineen. Lopputulokset annetaan lähtöarvojen mukaisella tarkkuudella yksiköineen, ja johtopäätökset perustellaan.

Kuvaajat piirretään huolellisesti ja riittävän kokoisina. Millimetripaperin käyttö on suositeltavaa, mutta ei pakollista. Kuvaajaan merkitään akselien nimet ja yksiköt. Mittauspisteisiin sovitetaan asianmukainen suora tai yhtenäinen kaareva viiva. Kuvaajaan merkitään johtopäätösten kannalta olennaiset kohdat, kuten ekvivalenttikohta titrauskäyrässä tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

Essee- ja selittävissä vastauksissa tekstiä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Hyvä vastaus on jäsenneily ja sisällöltään johdonmukainen. Jokeritehtävässä korkeimmat pistemäärät edellyttävät kykyä tietojen soveltamiseen myös laajemmissa yhteyksissä.

Kemian kokeessa kaikki funktio-, graafiset ja symboliset laskimet ovat sallittuja. Symbolisen laskimen avulla tehdyt ratkaisut hyväksytään, kunhan ratkaisusta käy ilmi, mihin tilanteeseen ja yhtälöihin ratkaisu symboleineen perustuu. Laskinta voi käyttää myös yhtälön ratkaisemiseen tai kuvaajasta selvitettävien arvojen määrittämiseen.

Tehtävän eri osat arvostellaan $1/3$ pisteen tarkkuudella, ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi.

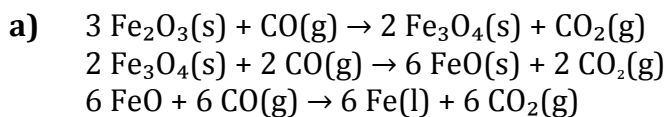
Kemian kannalta epätasällisesta kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0–1 p. Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa $1/3$ –1 pisteen vähennyksen. Tuloksen tarkkuus määräytyy epätarkimman lähtöarvon mukaan.

Tehtävä 1

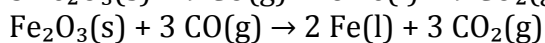
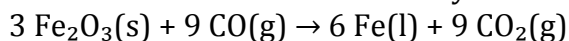
Mikä alkuaine / millä alkuaineella	Vastaus			
a) esiintyy lämpötilassa 20 °C ja normaalipaineessa nestemäisenä,				Br
b) on voimakkain pelkistin,	Li			
c) esiintyy kaksiatomisena molekyylinä,	N			
d) voi esiintyä useissa allotrooppisissa muodoissa,			S	
e) esiintyy vapaana alkuaineena maaperässä,				S
f) atomin d-orbitaalit ovat täyttyneet osittain?		Ti		

Vastausvaihtoehdoista on valittu yksi oikea vastaus. 1 p./kohta

Tehtävä 2



Peräkkäiset reaktiot on laskettu yhteen:



(1 p.)

b) $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m/M = 125\,000 \text{ g} / (159,7 \text{ g/mol}) = 782,72 \text{ mol}$

(2/3 p.)

$$n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1565,4 \text{ mol}$$

(2 p.)

$$m(\text{Fe}) = nM = 1565,4 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} \approx 87,4 \text{ kg}$$

(1/3 p.)

Vaihtoehtoinen ratkaisu stoikiometrian tarkasteluun:

reaktio 1: $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2/3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

reaktio 2: $n(\text{FeO}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4)$

reaktio 3: $n(\text{Fe}) = n(\text{FeO})$,

jolloin $n(\text{Fe}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

Rautaa saatiin 87,4 kg.

c) Ilman happi ja kaksin hiili reagoivat, ja reaktiossa muodostuu tarvittava hiilimonoksidi.



(1p.)

Hiilen palamisreaktio pitää masuunissa yllä korkeaa lämpötilaa, jossa rauta on sulana.

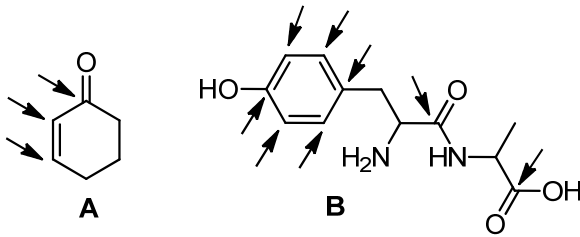
(1p.)

Tehtävä 3

- a)** Tärkkelys on pitkäketjuinen polysakkaridi, joka rakentuu glukoosiyksiköistä. (1 p.)
Tärkkelyksen hajotessa muodostuu glukoosia (rypälesokeria, monosakkaridi) ja maltoosia (mallassokeria, disakkaridi), jotka ovat makeita. (1 p.)
Maltoosia ei vaadita.
- b)** Entsyymi on biologinen katalyytti, joka nopeuttaa reaktioita. (1 p.)
Entsyymit ovat proteiineja. (1 p.)
Imetyemisessä amylaasientsyymi nopeuttaa tärkkelyksen hajoamista mono- ja disakkarideiksi. (1 p.)
- c)** Amylaasi toimii parhaiten 50–60 °C:n lämpötilassa. Tätä matalammassa lämpötilassa reaktiot tapahtuvat hitaammin, koska reaktioon johtavia törmäyksiä tapahtuu vähemmän. Tärkkelyksen pilkkoutuminen sokereiksi on tällöin hitaampaa. (1 p.)
Korkeammassa lämpötilassa imetyemisprosessi hidastuu, koska amylaasi denaturoituu eli sen rakenne muuttuu, eikä se pysty enää katalysoimaan reaktiota. (1 p.)

Tehtävä 4

a) ja b)



a) Esitetty oikeat rakennekaavat. (2 p.)
A 2/3 p. ja B 1 1/3 p.

b) Kaikki sp^2 -hybridisoituneet hiiliatomit on merkitty nuolilla.

A: karbonyyliryhmän hiiliatomi
kummatkin C=C-hiiliatomit (2/3 p.)

B: amidiryhmän hiiliatomi
karboksyylliryhmän hiiliatomi
aromaattisen renkaan hiiliatomit (1 1/3 p.)

Jos on esitetty ylimääräisiä hiiliatomeja, 0 p./yhdiste.

c) A: hiiliatomien välinen kaksoissidos,
karbonyyliryhmä (ketoniryhmä)
B: fenolinen hydroksyylliryhmä (hydroksyylliryhmä ja bentseenirengas),
aminoryhmä,
amidiryhmä (peptidiryhmä tai karbonyyli- ja aminoryhmä),
karboksyylliryhmä

Kukin funktionaalinen ryhmä, 1/3 p. (2 p.)

Jos on esitetty ylimääräisiä funktionaalisia ryhmiä, 0 p./yhdiste.

Tehtävä 5

- a) Anodireaktio: $2 \text{Cl}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{g}) + 2 \text{e}^-$
Katodireaktio: $\text{Li}^+ (\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Li} (\text{s})$ (2/3 p.)

$$Q = I \cdot t = n(\text{Li}) \cdot z \cdot F$$

$$n(\text{Li}) = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 2 \cdot 3600 \text{ s}}{1 \cdot 96485 (\text{A} \cdot \text{s})/\text{mol}} = 0,74623 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{Li}) = n \cdot M = 0,74623 \text{ mol} \cdot 6,941 \text{ g/mol} = 5,1796 \text{ g} \quad (1/3 \text{ p.})$$

Litiumia pelkistyi 5,18 g.

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Li}) = 0,37312 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

tai

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 2 \cdot 3600 \text{ s}}{2 \cdot 96485 (\text{A} \cdot \text{s})/\text{mol}} = 0,37311 \text{ mol}$$

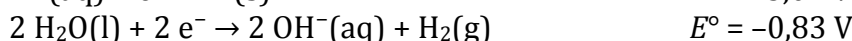
$$V(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,3731 \text{ mol} \cdot 8,31451 \left(\frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right) \cdot 563,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,01724 \text{ m}^3 \approx 17,2 \text{ l} \quad (1 \text{ p.})$$

Kloorikaasua muodostui 17,2 l.

Olomuotoja ei vaadita reaktioyhtälöissä.

- b) LiCl-liuoksessa on Li^+ - ja Cl^- -ionien lisäksi läsnä myös H_2O -molekyylejä, jotka voivat reagoida.

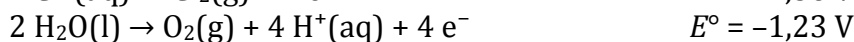
Mahdollisia pelkistymisreaktioita ovat:



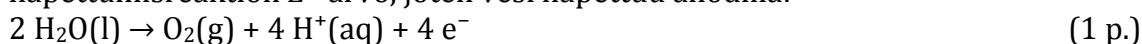
Veden pelkistymisreaktion E° -arvo on suurempi kuin litiumionien pelkistymisreaktion E° -arvo, joten vesi pelkistyy katodilla:



Mahdollisia hapettumisreaktioita ovat:



Veden hapettumisreaktion E° -arvo on suurempi kuin kloridi-ionien hapettumisreaktion E° -arvo, joten vesi hapettuu anodilla:



Koska E° -arvot ovat melkein yhtä suuria, elektrolyysissä muodostuu myös kloorikaasua.

Tehtävä 6

- a) Argon on jalokaasu, joka esiintyy yksiatomisena. Argonatomien välillä on vain hyvin heikkoja sidoksia – dispersiovoimia. (1 p.)
- b) Piin hyvin korkea sulamispiste johtuu siitä, että piiatomit ovat sitoutuneet kovalenttisiin sidoksiin atomihilaksi. (1 p.)
- c) Magnesium ja alumiini ovat metalleja, ja niissä on metallisidoksia. Metallisidos muodostuu metallikationeista ja vapaasti liikkuvista sidoselektroneista. Fosfori, rikki ja kloori ovat epämetalleja ja esiintyvät poolittomina molekyyleinä. Niissä on molekyyliden välillä heikkoja dispersiovoimia. (2 p.)
- d) Natriumioni on Na^+ ja magnesiumioni on Mg^{2+} . Metallisidos on vahvempi magnesiumissa kuin natriumissa, koska magnesiumionin varaus on suurempi kuin natriumionin. (1 p.)
- e) Molemmat ovat epämetalleja ja esiintyvät moniatomisina molekyyleinä. Fosfori on rakenteeltaan P_4 ja rikki S_8 . Dispersiovoimat ovat vahvempia, kun molekyyli on suurempi. Dispersiovoimat ovat vahvempia rikkissä kuin fosforissa, sillä rikkimolekyyli on suurempi kuin fosforimolekyyli. (1 p.)

Tehtävä 7

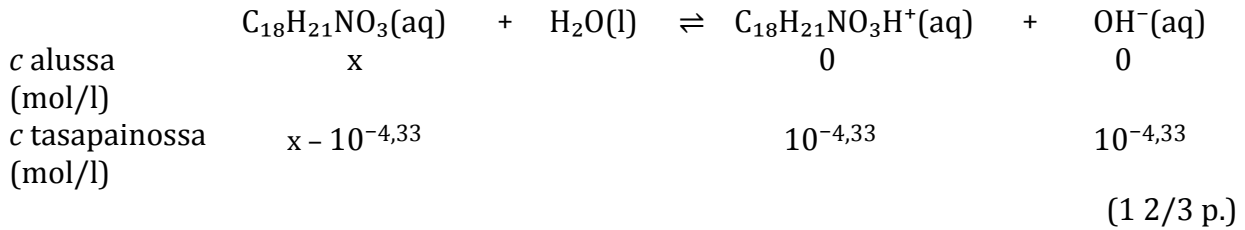
- a) Reaktioyhtälö:
 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (1 p.)
- b) Etaanihappoa, 1-butanolia, etaanihapon 1-butyyliesteriä ja vettä. (1 p.)
- Yksi lähtöaine tai tuote puuttuu, 2/3 p.
Hyväksytään myös asetaatti-ioni ja oksoniumioni.*
- c) Keittäminen nopeuttaa reaktiota, ja tasapainotila saavutetaan nopeammin. (1 p.)
- d) Reagoimattoman etaanihapon määrä selvitettiin titraamalla natriumhydroksidilla. Seoksessa oleva happokatalyytti olisi vaikuttanut titraustulokseen. (1 p.)
- e) Kokeen voi toistaa siten, että liuosta keitetään pidempään. (1 p.)
Jos titraustulos ei olennaisesti muutu, tasapainotila olisi saavutettu jo ensimmäisessä kokeessa. (1 p.)

Vastaukseksi hyväksytään myös seoksen happamuuden seuraaminen keittämisen aikana.

Tehtävä 8

a) $\text{pH} = 9,67$
 $\text{pOH} = 14,00 - 9,67 = 4,33$
 $[\text{OH}^-] = 10^{-4,33} = 4,67735 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ (1 p.)

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{H}^+]}{[\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3]} \quad (1/3 \text{ p.})$$



$$K_b = \frac{[1,0 \cdot 10^{-4,33}]^2}{x - 4,67735 \cdot 10^{-5}} = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$x = 1,3972 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{kodeiini}) = 1,3972 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 299,358 \text{ g/mol} = 0,0083653 \text{ g} \approx 8,4 \text{ mg}$$

Kodeiinia oli liuotettu 8,4 mg. (1 p.)

b) $\text{Dissosioaatioaste} = \frac{[\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{H}^+]}{[\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3]} = \frac{4,67735 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}{1,3972 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}} = 0,03348 \approx 3,3 \%$ (1 p.)

Tehtävä 9

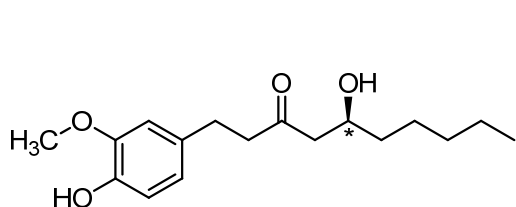
- a) Kyseessä on paikkaisomeria.

(1 p.)

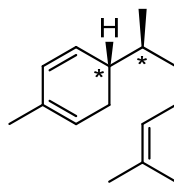
Vastauksena rakenneisomeria: 1/3 p.

- b) Optisesti aktiivisia voivat olla [6]-gingeroli ja zingibereeni.

(1 p.)



[6]-gingeroli



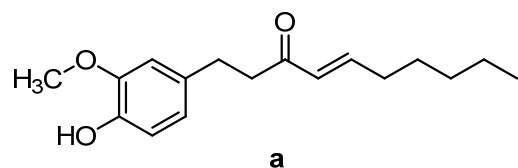
zingibereeni

(1 p.)

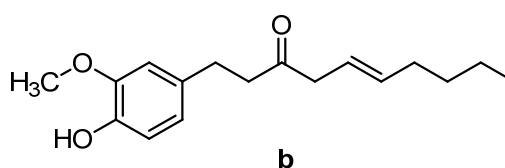
- c) [6]-gingeroli ja [6]-shogaoli sisältävät poolisia funktionaalisia ryhmiä (fenolinen hydroksyyliiryhmä, alkoholiryhmä, ketoniryhmä). γ -bisaboleeni ja zingibereeni sisältävät vain poolittomia funktionaalisia ryhmiä. Yhdisteiden moolimassat ovat samaa suuruusluokkaa. Poolisia funktionaalisia ryhmiä sisältävät yhdisteet eivät haihdu helposti. Molekyylien väliset vuorovaikutukset ovat voimakkaampia poolisten molekyylien välillä kuin poolittomien molekyylien välillä.

(1 p.)

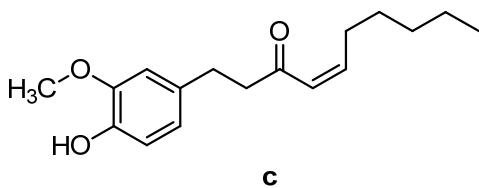
- d) Reaktiossa voi muodostua neljää eri isomeeriä eli [6]-shogaali (a) ja sen *cis*-isomeeri (c) sekä [6]-shogaolin paikkaisomeeri (b) ja sen *cis*-isomeeri (d). (2 p.)



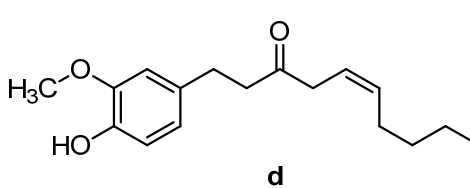
a



b



c



d

Muita isomeerejä ei hyväksytä. Vastauksessa ei vaadita kaikkia rakenteita, mutta isomeerien erojen tulee ilmetä vastauksesta.

Tehtävä 10

$$\text{a) } K_{a_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$
$$K_{a_2} = \frac{[[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

Kysytty tasapainovakio $K = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]^2}$ voidaan kirjoittaa muodossa (laventamalla lausekkeella $[\text{H}_3\text{O}^+]$)

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \cdot \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]} = K_{a_2} \cdot \frac{1}{K_{a_1}} = \frac{4,7 \cdot 10^{-11}}{4,4 \cdot 10^{-7}} = 1,068 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Reaktion tasapainovakio } K = 1,068 \cdot 10^{-4} \approx 1,1 \cdot 10^{-4} \quad (2 \text{ p.})$$

Vaihtoehtoinen ratkaisu a-kohtaan

$$K_{a_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \text{ ja } K_{a_2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \text{ voidaan kirjoittaa muotoon}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_{a_1}[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} \text{ ja } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_{a_2}[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}, \text{ jolloin}$$

$$\frac{K_{a_1}[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{K_{a_2}[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \Leftrightarrow K_{a_1} \cdot [\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{HCO}_3^-] = K_{a_2} \cdot [\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}_2\text{CO}_3] \Leftrightarrow \frac{K_{a_2}}{K_{a_1}} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]^2} = K$$

$$\text{Reaktion tasapainovakio } K = 1,068 \cdot 10^{-4} \approx 1,1 \cdot 10^{-4}$$

Toinen vaihtoehtoinen ratkaisu a-kohtaan

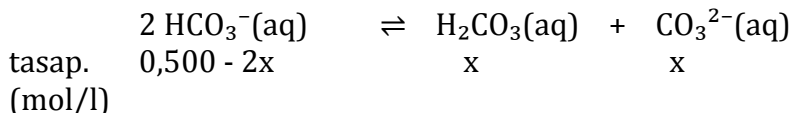
$$K_{a_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \Leftrightarrow [\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{K_{a_1}}$$

$$K_{a_2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \Leftrightarrow [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{a_2}[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Kysytty tasapainovakio

$$K = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]^2} = \frac{\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{K_{a_1}} \cdot \frac{K_{a_2}[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}}{[\text{HCO}_3^-]^2} = \frac{K_{a_2}}{K_{a_1}} = \frac{4,7 \cdot 10^{-11}}{4,4 \cdot 10^{-7}} = 1,068 \cdot 10^{-4} \approx 1,1 \cdot 10^{-4}$$

- b) NaHCO_3 liukenee veteen: $\text{NaHCO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
 Liukseen muodostuu tasapaino:



$$K = \frac{x^2}{(0,500-2x)^2} = 1,068 \cdot 10^{-4}, \text{ josta } x = 5,0626 \cdot 10^{-3} \quad (1 \text{ 1/3 p.})$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 0,490 \text{ mol/l}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad (2/3 \text{ p.})$$

K_{a1} :n arvolla laskettuna:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{a1} \cdot \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{4,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \cdot 5,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}}{0,490 \text{ mol/l}} = 4,55 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1,00 \cdot 10^{-14} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{4,55 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}} = 2,20 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l} \quad (2/3 \text{ p.})$$

$$[\text{Na}^+] = 0,500 \text{ mol/l} \quad (1/3 \text{ p.})$$

Ionien konsentraatiot liuoksessa:

$$[\text{HCO}_3^-] = 0,49 \text{ mol/l}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

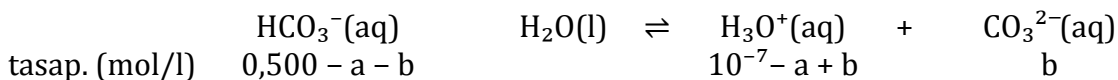
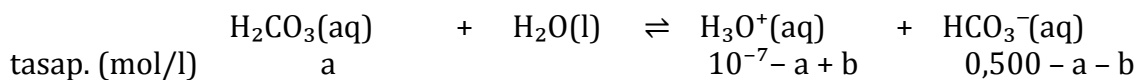
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,6 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$[\text{Na}^+] = 0,500 \text{ mol/l}$$

Vaihtoehtoinen ratkaisu b-kohtaan

Osa vetykarbonaatti-ioneista reagoi emäksenä ja osa happona. Kumpikin reaktio pienentää vetykarbonaatti-ionien konsentraatiota.



$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{(10^{-7}-a+b) \cdot (0,500-a-b)}{a}$$

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{(10^{-7}-a+b) \cdot b}{0,500-a-b}$$

Yhtälöparin voi ratkaista myös symbolisella laskimella.

Tehtävä +11

- a) Vastauksessa on analysoitu lumihiutaleiden muodostumista eri lämpötiloissa ja ilman kosteudessa. 100 %:n ilmankosteuden käyrän merkitys on otettu huomioon. (3 p.)

Esimerkiksi:

	0 °C - -4 °C	-4 °C - -10 °C	-10 °C - -22 °C	alle -22 °C
alle 100 %:n ilmankosteus	levymäisiä	pylväsmäisiä	levymäisiä	levymäisiä
yli 100 %:n ilmankosteus	levymäisiä	pylväsmäisiä	levymäisiä	pylväsmäisiä

- b) Jäällä on **säännöllinen kiderakenne**. Vesimolekyylit sitoutuvat toisiinsa **vetysidoksilla**. (1 p.)

Jään rakennetta on selitetty tai kuvattu piirroksella. Vesimolekyylit muodostavat tetraedreista koostuvan verkoston, jossa kukin vesimolekyyli sitoutuu neljään vesimolekyyliin. Vesimolekyylien välissä ei ole ainetta. (1 p.)

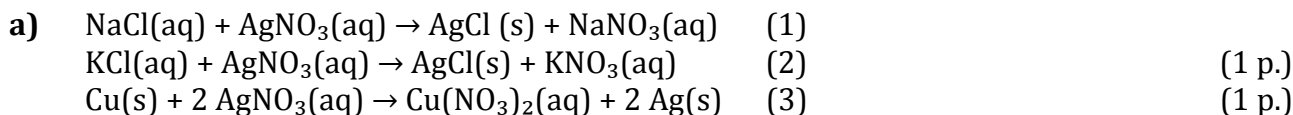
- c) Veden ja jään tiheysero johtuu jään säännöllisestä kiderakenteesta. Jäessä vetysidokset pitävät rakenteen tietyssä muodossa, joka on harvempi kuin nestemäisessä vedessä. (1 p.)

Lumihitaleet voivat olla muodoltaan esimerkiksi kuusikulmaisia levyjä, neulasia tai haaroittuvia tähtiä. Vastataneen pakkaslumen tiheys on pieni, sillä yksittäiset lumihitaleet ja niiden sakarat vaativat tilaa. Lumihitaleiden välissä on ilmaa. (1 p.)

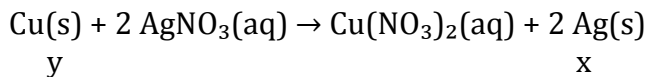
- d) Vastauksessa on tarkasteltu lumihitaleiden rakenteita 0 °C:n lämpötilassa. (1 p.)
Faasitasapainoa on tarkasteltu faasidiagrammin tai heterogeenisen tasapainon avulla. (1 p.)

Nollakelillä osa lumesta sulaa. Lumihitaleet painuvat tiiviimmin yhteen, ja osa lumikiteistä yhdistyy. Tämä lujittaa rakennetta. Paine eli lumipallon puristaminen nostaa jään sulamispistettä. Nollakelillä puristaminen riittää sulattamaan osan lumesta. Paineen hellittäessä vesi jäätyy uudelleen. Kiinteän ja nestemäisen veden seos on heterogeenisessa tasapainotilassa, jossa sulamista ja jähmettymistä tapahtuu yhtä nopeasti. (2 p.)

Tehtävä +12



b) Liuenneen kuparin massa = y ja pelkistyneen hopean massa = x



$$\frac{M(\text{Cu})}{y} = \frac{2 \cdot M(\text{Ag})}{x} \quad \frac{63,55 \text{ g/mol}}{y} = \frac{2 \cdot 107,87 \text{ g/mol}}{x}$$

$$x - y = 101,52 \text{ g} - 100,00 \text{ g} \quad x = 1,52 \text{ g} + y$$

$$\frac{63,55 \text{ g/mol}}{y} = \frac{2 \cdot 107,87 \text{ g/mol}}{y + 1,52 \text{ g}} \Rightarrow y = 0,6347 \text{ g ja } x = 2,155 \text{ g}$$

Reaktiossa 3 pelkistyneen hopean massa on 2,155 g. (3 p.)

Reaktiot AgNO_3 -liuoksessa:

$$m(\text{AgNO}_3) = c \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 0,700 \text{ mol/l} \cdot 0,600 \text{ l} \cdot 169,88 \text{ g/mol} = 71,35 \text{ g}$$
$$\Rightarrow m(\text{Ag}) = 45,31 \text{ g}$$

$$m(\text{Ag}^+)_{\text{kloridina saostunut}} = m(\text{Ag})_{\text{liuoksesta}} - m(\text{Ag})_{\text{pelkistynyt}} = (45,31 - 2,155) \text{ g} = 43,155 \text{ g}$$

$$\text{Saostuneen kloridin massa: } m(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Ag}^+) \cdot M(\text{Cl}^-)}{M(\text{Ag}^+)} = \frac{43,155 \text{ g} \cdot 35,45 \text{ g/mol}}{107,87 \text{ g/mol}} = 14,182 \text{ g} \quad (2 \text{ p.})$$

Merkitään: $z = m(\text{NaCl})$; $w = m(\text{KCl})$

$$\text{Seoksessa: } m(\text{Cl}^-) = \frac{M(\text{Cl}) \cdot z}{M(\text{NaCl})} + \frac{M(\text{Cl}) \cdot w}{M(\text{KCl})}$$

$$\frac{35,45 \text{ g/mol} \cdot z}{58,44 \text{ g/mol}} + \frac{35,45 \text{ g/mol} \cdot w}{74,55 \text{ g/mol}} = 14,182 \text{ g}$$

$$z + w = 25,0 \text{ g}$$

Yhtälöryhmästä:

$$z = 17,50 \text{ g} \triangleq 70,0 \% \text{ NaCl}$$

$$w = 7,500 \text{ g} \triangleq 30,0 \% \text{ KCl}$$

(2 p.)

Seoksessa oli 70,0 % natriumkloridia ja 30,0 % kaliumkloridia.

Vaihtoehtoinen ratkaisu b-kohtaan:

$$m(\text{NaCl}) = a$$

$$m(\text{KCl}) = 25,0 \text{ g} - a$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{lisätty}} = c \cdot V = 0,700 \text{ mol/l} \cdot 0,6000 \text{ l} = 0,4200 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{saostuma}} = n(\text{Cl}^-)_{\text{NaCl}} + n(\text{Cl}^-)_{\text{KCl}} = \frac{a}{58,44 \text{ g/mol}} + \frac{25 \text{ g} - a}{74,55 \text{ g/mol}}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{ylijäämä}} = n(\text{Ag}^+)_{\text{lisätty}} - n(\text{Ag}^+)_{\text{saostuma}}$$

$$n(\text{Ag})_{\text{pelkistynyt}} = b = n(\text{Ag}^+)_{\text{ylijäämä}}$$

$$n(\text{Cu})_{\text{hapettunut}} = \frac{1}{2} n(\text{Ag})_{\text{pelkistynyt}} = \frac{1}{2} b$$

$$m_{2,\text{lanka}} = m_{1,\text{lanka}} + m(\text{Ag})_{\text{pelkistynyt}} - m(\text{Cu})_{\text{hapettunut}}$$

$$\Delta m_{\text{lanka}} = m(\text{Ag})_{\text{pelkistynyt}} - m(\text{Cu})_{\text{hapettunut}}$$

$$1,52 \text{ g} = (b \cdot 107,87 \text{ g/mol}) - (\frac{1}{2} b \cdot 63,55 \text{ g/mol})$$

$$b = 0,019975 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ag}^+)_{\text{saostuma}} = n(\text{Ag}^+)_{\text{lisätty}} - n(\text{Ag}^+)_{\text{ylijäämä}} = 0,4200 \text{ mol} - b = 0,40002 \text{ mol}$$

$$0,40002 \text{ mol} = \frac{a}{58,44 \text{ g/mol}} + \frac{25,0 - a}{74,55 \text{ g/mol}}$$

$$a = 17,492 \text{ g}$$

$$25,0 - a = 7,508 \text{ g}$$

Seoksessa oli 70,0 % natriumkloridia ja 30,0 % kaliumkloridia.