

kevät 2007



YLIOPIPILASTUTKINTO-  
LAUTAKUNTA

KEMIAN KOE  
21.3.2007

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

1. Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä:

- a) amfolyytti b) tyydyttymätön hiilivety c) heterosyklinen yhdiste d) rasva e) polymeroituminen f) diffuusio

Ratkaisu

2.  nsiinin palaessa täydellisesti muodostuu hiilidioksidia ja vettä.

- a) Kirjoita palamisreaktion yhtälö. (1 p.)

- b) Kuinka monta grammaa hiilidioksidia syntyy, kun 1,55 litraa bensiiniä palaa täydellisesti? (2 p.)

- c) Mikä on näin muodostuneen hiilidioksidin tilavuus (NTP)? (2 p.)

- d) Kuinka paljon lämpöenergiaa 1,00 litrasta bensiiniä voidaan saada? (2 p.)

Bensiiniä voidaan pitää hiilivetyinä  $C_8H_{18}$ , jonka tiheys (NTP) on 0,703 g/ml ja palamislämpö  $\Delta H = - 5470$  kJ/mol

Ratkaisu

3. a) Selitä, mitä molekyylien tai ionien välisiä sidosvoimia esiintyy seuraavilla yhdisteillä:

$NH_3(l)$ ,  $HI(l)$ ,  $LiF(s)$ ,  $I_2(s)$ . (3 p.)

- b) Valitse jokin näistä yhdisteistä ja selitä, miten siinä esiintyvät sidokset vaikuttavat sen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. (3 p.)

Ratkaisu

4.  Esitä kemiallinen perusta seuraaville havainnoille:

- a) jää on kevyempää kuin vesi,

- b) suolahappo johtaa paremmin sähköä kuin samanväkevyinen etikkahappoliuos,

- c) terässäiliöön kiinnitetty magnesiumipala suojaa säiliötä ruostumiselta

Ratkaisu

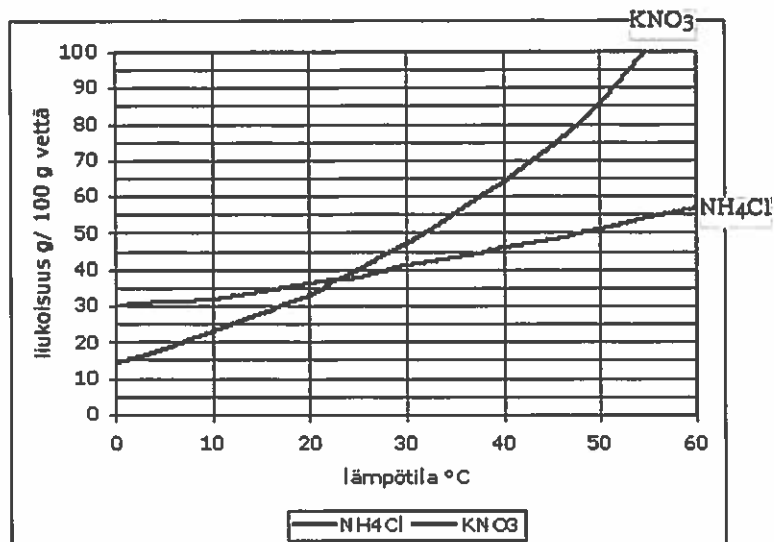
5. Oheisessa kuvassa on esitetty kaliumnitraatin ja ammoniumkloridin liukoisuus veteen eri lämpötiloissaolojen.

- a) Missä lämpötilassa suolojen liukoisuus on yhtä suuri? (1 p.)

- b) Mikä on kaliumnitraatin liukoisuus (mol/l) lämpötilassa  $40^\circ C$ ? (2 p.)

- c) Perustelee, lämpeneekö vai jäähtyykö liuos suolojen liuetessa veteen? (1 p.)

- d) Mitä ioneja tai molekyyilejä esiintyy ammoniumkloridin kylläisessä vesiliuoksessa? (2 p.)

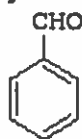


Ratkaisu

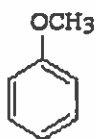
6. Tehtävänäsi on valmistaa 1,0 litraa kalsiumhydroksidiliuosta, jonka pH = 12,15. Käytössäsi on kiinteää kalsiumhydroksidia, vaaka, tarpeellinen mittapullo ja vettä. Miten menettelet? (3 p.)
- b) 15,0 ml edellä valmistettua liuosta laimennettiin 0,500 litraksi liuosta. Mikä on näin saadun liuoksen pH? (3 p.)

Ratkaisu

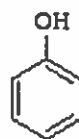
7. Alla on esitetty yhdisteiden A, B, C ja D rakennekaavat:



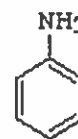
A



B



C



D

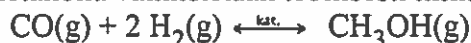
- a) Mihin yhdistetyyppeihin A, B, C ja D kuuluvat? (2 p.)
- b) Mikä näistä yhdisteistä hapettuu helposti? Laadi hapettumistuotteen rakennekaava. (2 p.)
- c) Mikä näistä yhdisteistä liukenee helposti happoihin? Perustele. (1 p.)
- d) Mikä näistä yhdisteistä liukenee helposti emäksiin? Perustele. (1 p.)

Ratkaisu

8. Kun 174,1 mg pelkästään hiiltä, vetyä ja happea sisältävää dikarboxyylihappoa neutraloitiin täydellisesti, kului 30,0 ml 0,100 M NaOH-liuosta.
- a) Mikä on hapon molekyylikaava? (3 p.)
- b) Laadi hapon kaikki mahdolliset rakennekaavat. (3 p.)

Ratkaisu

9. Metanolia valmistetaan teollisesti hiilimonoksidin ja vedyn välisellä katalysoidulla reaktiolla:



Kun 2,00 litran astiaan suljettiin 0,211 mol hiilimonoksidia ja 0,382 mol vetyä, muodostui astiaan tasapainotilan asettuessa 0,041 mol metanolia.

- a) Laske reaktion tasapainovakion arvo ko. lämpötilassa. (4 p.)
- b) Saadaanko metanolia enemmän vai vähemmän, kun reaktioastian tilavuus muutetaan 1,00 litraksi? Perustele. (1 p.)
- c) Miten katalyytin käyttö vaikuttaa muodostuvan metanolin määrään? (1 p.)

Ratkaisu

10. a) Mitä tarkoitetaan kemiallisen reaktion nopeudella, ja mitkä tekijät vaikuttavat reaktionopeuteen? (3 p.)

b) Esitä jokin tapa, jolla voit kokeellisesti määrittää sinkkimetallin ja suolahapon välisen reaktion nopeuden. (3 p.)

Ratkaisu

+11. Kaliumkloraattia ( $\text{KClO}_3$ ) käytetään mm. räjähteiden, ilotulitteiden ja tulitikkujen valmistuksessa.

Kaliumkloratin valmistus perustuu vesiliuoksen elektrolyysiin.

a) Laadi anodilla ja katodilla tapahtuvien reaktioiden yhtälöt, kun tiedetään, että anodilla vapautuu kloorikaasua ja katodilla muodostuu hydroksidi-ioneja. (2 p.)

b) Kun kloorikaasu reagoi hydroksidi-ionien kanssa, osa kloorikaasusta hapettuu kloraaatti-ioneiksi ja osa pelkistyy kloridi-ioneiksi. Samalla muodostuu vettä. Laadi reaktion yhtälö. (2 p.)

c) Elektrolyyttiliuos sisältää 75 grammaa kaliumkloridia. Kuinka monta grammaa kaliumkloraattia voidaan saada, elektrolyysissä käytetään 5,0 A tasavirtaa 15 minuutin ajan. (3 p.)

d) Lämmitettäessä kiinteä kaliumkloraatti hajoaa kaliumperkloraatiksi ( $\text{KClO}_4$ ) ja kaliumkloridiksi. Esitä tämän reaktion yhtälö. Miten eri alkuaineiden hapetusluvut muuttuvat reaktiossa? (2 p.)

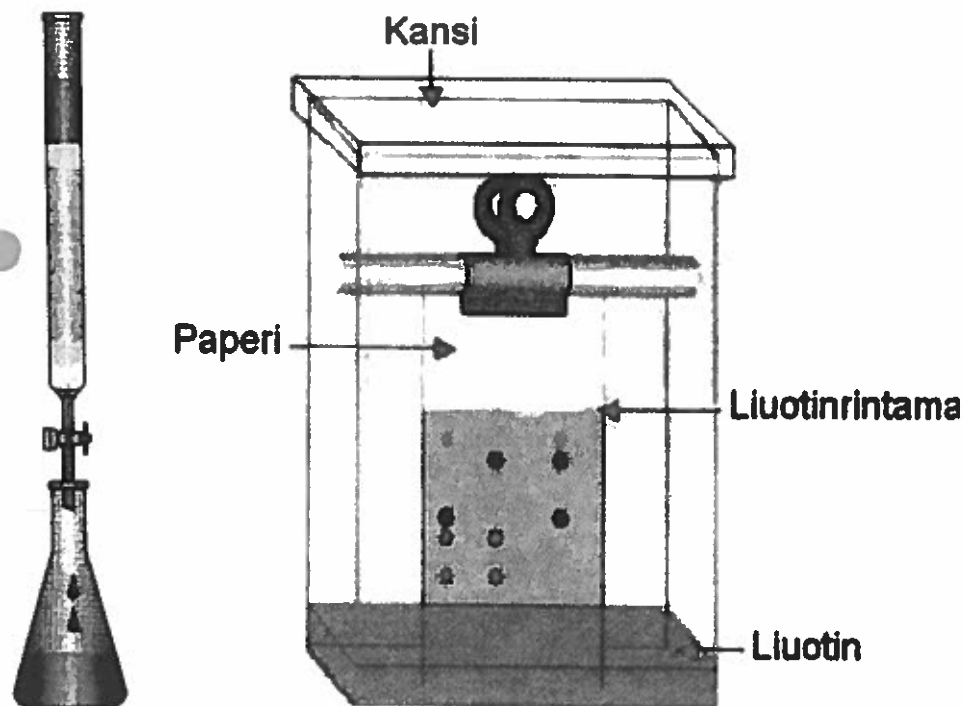
Ratu

+12. Noin sata vuotta sitten venäläinen tutkija Tswett erotti kasveista uutettuja väriaineita kromatografisesti. Nykyisin aineiden erottamiseen ja tunnistamiseen on käytössä useita erilaisia kromatografian muotoja.

a) Mihin kromatografiset menetelmät perustuvat? (3 p.)

b) Kuvaile, miten vasemmanpuoleisessa kuvassa esitettyä laitteistoa voidaan käyttää seoksen eri komponenttien erottamiseen? (3 p.)

c) Miten oikealla olevassa kuvassa esitettyä laitteistoa voidaan käyttää hyväksi kemiallisessa analyysissä? (3 p.)



Ratkaisu

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2007

[1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [8](#) | [9](#) | [10](#) | [11](#) | [12](#) | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

---

### 1. a) Amfolyytti

Amfolyytti on aine, joka voi toimia sekä happona että emäksenä. Vesi  $H_2O$  on amfolyytti. Autoprotolyysireaktiossa vesi toimii sekä happona että emäksenä:



Muita amfolyyttejä ovat esimerkiksi aminohapot.

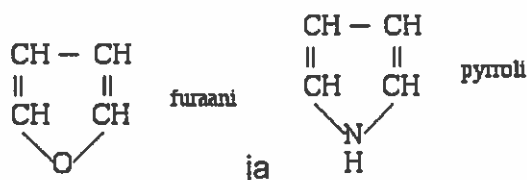
### b) Tyydyttymätön hiilivety

Tyydyttymättömässä hiilivedyissä on ainakin yksi kaksois- tai kolmoissidos hiiliatomien välillä. Esimerkiksi *alkeenit* ja *alkyynit* ovat tyydyttymättömiä hiilivetyjä.

### c) Heterosyklinen yhdiste

Heterosyklinen (kreik. *hetero* = *muu*, *sykli* = *rengas*) yhdiste on rengasrakenteinen orgaaninen yhdiste, jonka renkaassa on jokin muu kuin hiiliatomi. Heteroatomi on tavallisesti happi, typpi tai rikki.

Esimerkkejä: furaani ja pyrroli



### d) Rasva

Rasvat ovat 1,2,3-propaanitriolin (glyseroli) ja rasvahappojen estereitä.

MAOL: Jos ei mainita esteriä tai lähtöaineita, niin vähennetään 1/3 p.

### e) Polymeroituminen

Polymeroituminen on reaktio, jossa useat pienet molekyylit eli monomeerit liittyvät yhteen isoksi polymeeriksi.

Esimerkiksi eteenin polymeroituminen polyeteeniksi



### f) Diffuusio

Diffuusio on lämpöliikkeestä johtuva kaasujen ja nesteiden sekoittuminen.

---

2. Bensiinin palaessa täydellisesti muodostuu hiilidioksidia ja vettä.

a) Kirjoita palamisreaktion yhtälö. (1 p.)



MAOL: Kertoimet murtolukuna, -1/3 p. Olomuotosymbolit puuttuvat, -1/3 p.

b) Kuinka monta grammaa hiilidioksidia syntyy, kun 1,55 litraa bensiiniä palaa täydellisesti? (2 p.)

*Huom! 1,55 litraa bensiiniä tarkoittaa nestemäistä bensiiniä.*

$$V(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1,55 \text{ l} = 1550 \text{ ml ja } \rho(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 0,703 \text{ g/ml ja } M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,224 \text{ g/mol}$$

Lasketaan bensiinin massa:

$$m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \rho V = 0,703 \text{ g/ml} \cdot 1550 \text{ ml} = 1089,65 \text{ g}$$

ja ainemäärä:

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = m(\text{C}_8\text{H}_{18}) : M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1089,65 \text{ g} : 114,224 \text{ g/mol} = 9,5396 \text{ mol}$$

Reaktioyhtälön perusteella hiilidioksidin ainemäärä on:

$$n(\text{CO}_2) = 8 n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot 9,5396 \text{ mol} = 76,317 \text{ mol}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CO}_2) = nM = 76,317 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 3359 \text{ g, pyöristettynä } 3360 \text{ g}$$

c) Mikä on näin muodostuneen hiilidioksidin tilavuus (NTP)? (2 p.)

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2)V_m = 76,317 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 1709,5 \text{ l, pyöristettynä } 1710 \text{ l} = 1,71 \text{ m}^3$$

d) Kuinka paljon lämpöenergiaa 1,00 litrasta bensiiniä voidaan saada? (2 p.)

Lämpöenergiaa vapautuu

$$\Delta H = \frac{9,5396 \text{ mol} \cdot 5470 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{1,55} = 33666 \text{ kJ} = 33,7 \text{ MJ}$$

Bensiiniä voidaan pitää hiilivetynä  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , jonka tiheys (NTP) on 0,703 g/ml ja palamislämpö  $\Delta H = -5470 \text{ kJ/mol}$

3. a) Selitä, mitä molekyylien tai ionien välisiä sidosvoimia esiintyy seuraavilla yhdisteillä:  $\text{NH}_3(\text{l})$ ,  $\text{HI}(\text{l})$ ,  $\text{LiF}(\text{s})$ ,  $\text{I}_2(\text{s})$ . (3 p.)



Nestemäisessä ammoniakissa molekyylien välillä on dipolidipolisidoksia (vetysidoksia), koska  $\text{NH}_3$  on poolinen molekyyli. (N ja H välillä elektonegatiivisuusero





Nestemäisessä vetyjodidissa esiintyy myös vetysidoksia, koska HI-molekyylillä on poolinen.

Sidokset 1  
perustelut 2



Kiinteä litiumfluoridi koostuu Li<sup>+</sup> ja F<sup>-</sup> -ioneista ja niiden välillä on ionisidokset.

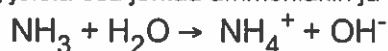


Kiinteä jodi koostuu poolittomista molekyyleistä ja niiden välillä on dispersiovoimia eli van der Waalsin voimia.

**b)** Valitse jokin näistä yhdisteistä ja selitä, miten siinä esiintyvät sidokset vaikuttavat sen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. (3 p.)

Esimerkiksi nestemäisessä ammoniakissa molekyyliden väliset vetysidokset selittävät ammoniakin hyvän vesiliukoisuuden ja korkean kiehumispisteen.

Pooliset NH<sub>3</sub>-molekyylit liukenevat hyvin veteen. NH<sub>3</sub>- ja H<sub>2</sub>O-molekyyliden välille muodostuu vetysidoksia, joista osa johtaa ammoniakin ja veden väliseen reaktioon:



Molekyylin massan perusteella voisi odottaa ammoniakin kiehumispisteen olevan huomattavasti alhaisemman.

**4.** Esitä kemiallinen perusta seuraaville havainnoille:

a) jää on kevyempää kuin vesi,

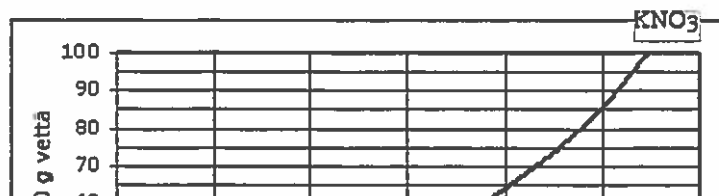
Jäätymässä jokainen vesimolekyylillä on sitoutunut vetysidoksilla neljään muuhun vesimolekyylisiin. Vetysidoksista johtuen jään rakenne on melko harva. Kun jää sulaa, niin osa vetysidoksista katkeaa ja kiinteä rakenne menee kasaan ja tiheys kasvaa.

b) suolahappo johtaa paremmin sähköä kuin samanväkevyinen etikkahappoliuos, Suolahappo on vahva happo ja protolysoituu täydellisesti. Etikkahappo on heikko happo ja protolysoituu vain osittain. Protolyysin seurauksena sähköä kuljettavia ioneja on enemmän suolahappoliuoksessa kuin etikkahappoliuoksessa.

c) terässäiliöön kiinnitetty magnesiumipala suojaa säiliötä ruostumiselta. Magnesium on epäjalompi metalli kuin rauta, joten se syöpyy ja rauta säilyy sen ansiosta. Magnesiumia sanotaan uhrianodiksi.

**5.** Oheisessa kuvassa on esitetty kaliumnitraatin ja ammoniumkloridin liukoisuus veteen eri lämpötiloissaolojen.

a) Missä lämpötilassa suolojen liukoisuus on



yhtä suuri? (1 p.)

Lämpötilassa 24°C

b) Mikä on kaliumnitraatin liukoisuus (mol/l) lämpötilassa 40°C? (2 p.)

KNO<sub>3</sub> liukenee 40°C:ssa 100 grammaan vettä 64 g.

M(KNO<sub>3</sub>) = 101,11 g/mol

$$n(\text{KNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{64 \text{ g}}{101,11 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,633 \text{ mol}$$

$$\text{liukoisuus} = \frac{n}{V} = \frac{0,633 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 6,3 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

c) Perustele, lämpeneekö vai jäähtyykö liuos suolojen liuetessa veteen? (1 p.)

Liukoisuus kasvaa, kun lämpötila kohoaa, joten liukeneminen on endoterminen reaktio.

Chatelierin periaatteen mukaan lämpötilan nousu suosii endotermistä reaktiota.

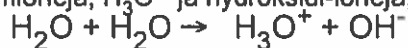
Suolojen liuetessa liuos jäähtyy.

d) Mitä ioneja tai molekyyliä esiintyy ammoniumkloridin kylläisessä vesiliuoksessa? (2 p.)

Ammoniumkloridin liukenemisessä muodostuu ammonium-ioneja NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ja kloridi-ioneja, Cl<sup>-</sup>



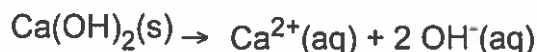
Vesiliuoksessa on tietenkin vesimolekyyliä, H<sub>2</sub>O ja veden autoprotolyyysi-reaktiossa muodostuneita oksoniumioneja, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ja hydroksidi-ioneja, OH<sup>-</sup>



Liuoksessa on: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> ja H<sub>2</sub>O.

6. a) Tehtävänäsi on valmistaa 1,0 litraa kalsiumhydroksidiliuosta, jonka pH = 12,15.

Käytössäsi on kiinteää kalsiumhydroksidia, vaaka, tarpeellinen mittapullo ja vettä. Miten menettele? (3 p.)



pH = 12,15

pOH = 14 - 12,15 = 1,85

[OH<sup>-</sup>] = 10<sup>-1,85</sup> mol/l

[Ca(OH)<sub>2</sub>] = ½ · 10 mol/l = 0,007063 mol/l

n(Ca(OH)<sub>2</sub>) = cV = 0,007063 mol/l · 1,0 l = 0,007063 mol

M(Ca(OH)<sub>2</sub>) = 74,096 g/mol

m(Ca(OH)<sub>2</sub>) = nM = 0,007063 mol · 74,096 g/mol = 0,523 g

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M}$$

Punnitsen mahdollisimman tarkasti 0,523 g kiinteää  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ja panen sen yhden litran mittapulloon. Lisään pulloon hiukan vettä ja liuotan kalsiumhydroksidin siihen. Täytän mittapullon merkkiin asti ja liimaan päälle nimilapun.

b) 15,0 ml edellä valmistettua liuosta laimennettiin 0,500 litraksi liuosta. Mikä on näin saadun liuoksen pH? (3 p.)

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = cV = 0,007063 \text{ mol/l} \cdot 0,015 \text{ l} = 1,05945 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Liuos laimennetaan 0,500 litraksi.

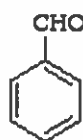
$$[\text{Ca}(\text{OH})_2] = \frac{n}{V} = \frac{1,05945 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,500 \text{ l}} = 2,1189 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot [\text{Ca}(\text{OH})_2] = 2 \cdot 2,1189 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = 4,2378 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

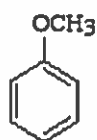
$$\text{pOH} = -\lg 4,2378 \cdot 10^{-4} = 3,37$$

$$\text{pH} = 14 - 3,37 = 10,63$$

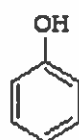
7. Alla on esitetty yhdisteiden A, B, C ja D rakennekaavat:



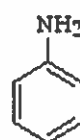
A



B



C



D

a) Mihin yhdistetyyppeihin A, B, C ja D kuuluvat? (2 p.)

A on aromaattinen aldehydi.

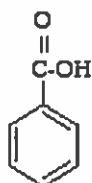
B on aromaattinen eetteri.

C on fenoli.

D on aromaattinen amiini.

b) Mikä näistä yhdisteistä hapettuu helposti? Laadi hapettumistuotteen rakennekaava.

(2 p.)



Aldehydi hapettuu karboksyylihapoksi.

c) Mikä näistä yhdisteistä liukenee helposti happoihin? Perustele. (1 p.)

D on amiinina emäs, joten se reagoi happojen kanssa ja samalla muodostuu vesiliuokoista suolaa.



d) Mikä näistä yhdisteistä liukenee helposti emäksiin? Perustele. (1 p.)

C on fenolina heikosti hapan ja kun se reagoi emäksen kanssa syntyy vesiliukoista suolaa.

8. Kun 174,1 mg pelkästään hiiltä, vetyä ja happea sisältävää dikarboksyylihappoa neutraloitiin täydellisesti, kului 30,0 ml 0,100 M NaOH-liuosta.

a) Mikä on hapon molekyylikaava? (3 p.)

Merkitään dikarboksyylihappoa  $H_2A$ .

Neutraloitumisreaktio:



$$n(NaOH) = cV = 0,100 M \cdot 0,0300 l = 0,00300 \text{ mol}$$

$$n(H_2A) = \frac{1}{2} n(NaOH) = \frac{1}{2} \cdot 0,00300 \text{ mol} = 0,00150 \text{ mol}$$

$$m(H_2A) = 174,1 \text{ mg}$$

$$M(H_2A) = \frac{m}{n} = \frac{0,1741 \text{ g}}{0,00150 \text{ mol}} = 116,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

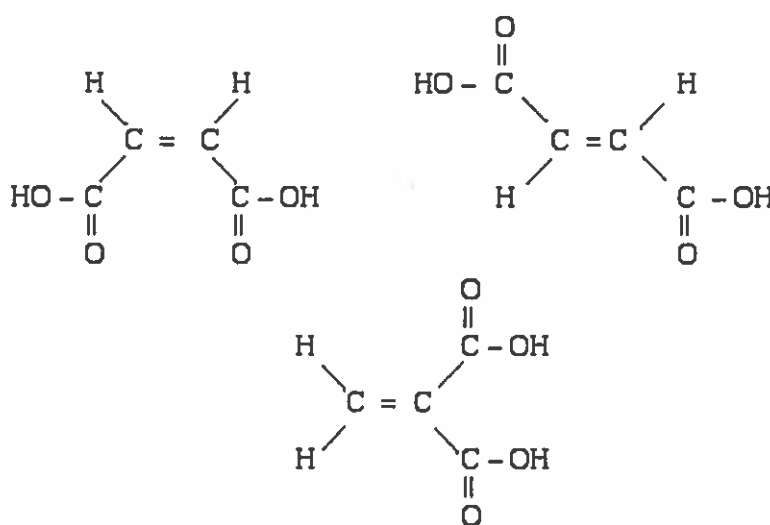
Dikarboksyylihappo sisältää kaksi  $-COOH$  -ryhmää ( $C_2O_4H_2$ )

$$\Rightarrow 2 \cdot (12,01 + 2 \cdot 16,00 + 1,008) = 90,036 \text{ g/mol}$$

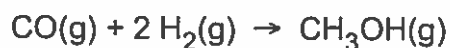
Molekyylin hiilivetyosan moolimassa on  $116,1 - 90,036 = 26,06 \text{ (g/mol)} \Rightarrow C_2H_2$

Molekyylikaava on  $C_4H_4O_4$

b) Laadi hapon kaikki mahdolliset rakennekaavat. (3p)



9. Metanolia valmistetaan teollisesti hiilimonoksidin ja vedyn välisellä katalysoidulla reaktiolla:



Kun 2,00 litran astiaan suljettiin 0,211 mol hiilimonoksidia ja 0,382 mol vetyä, muodostui astiaan tasapainotilan asettua 0,041 mol metanolia.

a) Laske reaktion tasapainovakion arvo ko. lämpötilassa. (4 p.)

konsentraatio	CO(g) +	2 H <sub>2</sub> (g) ↔	CH <sub>3</sub> OH(g)
alussa	0,1055	0,191	0
mol/l			
muutos	-0,0205	-2·0,0205	+0,0205
tasapainotilassa	0,0850	0,150	0,0205
mol/l			

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} = \frac{0,0205 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,0850 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot (0,150 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2} = 10,719 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^{-2} = 10,7 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^{-2}$$

MAOL: Yksikkö puuttuu, -2/3 p

b) Saadaanko metanolia enemmän vai vähemmän, kun reaktioastian tilavuus muutetaan 1,00 litraksi? Perustele. (1 p.)

Lähtöaineiden puolella on 3 moolia kaasumaisia aineita ja tuotteiden puolella yksi mooli. Tilavuuden pienentäminen nostaa painetta ja reaktio etenee siihen suuntaan, jossa kaasumaisia aineita on vähemmän eli tuotteiden suuntaan. Metanolia saadaan enemmän.

c) Miten katalyytin käyttö vaikuttaa muodostuvan metanolin määrään? (1 p.)

Katalysaattori nopeuttaa reaktiota kumpaankin suuntaan ja tasapainoasema saavutetaan nopeammin. Metanolin määrään katalyytti ei vaikuta.

10. a) Mitä tarkoitetaan kemiallisen reaktion nopeudella, ja mitkä tekijät vaikuttavat reaktionopeuteen? (3 p.)

Kinetiikka (kreik. *kinema* = liike) tarkastelee kemiallisen reaktion nopeutta ja mittaa reaktionopeuteen vaikuttavia tekijöitä. Yleisesti kemiallisen reaktion nopeudella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon jonkin reaktioon osallistuvan aineen määrä muuttuu aikayksikössä. Reaktionopeus on siis joko lähtöaineen kulumista tai reaktiotuotteen muodostumista aikayksikössä.

Reaktion (keskimääräinen) nopeus kuvataan yhtälöllä:

$$v = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

missä  $\Delta c$  = reaktioon osallistuvan aineen konsentraation muutos ja  $\Delta t$  = aikaväli  
 Reaktionopeuteen vaikuttavat reagoivien aineiden kemiallinen luonne, lämpötila, konsentraatio, paine kaasureaktioissa, hienojakoisuus kiinteillä aineilla, mekaaninen sekoitus ja katalysaattori tai inhibiittori.

b) Esitä jokin tapa, jolla voit kokeellisesti määrittää sinkkimetallin ja suolahapon välisen reaktion nopeuden. (3 p.)

Mahdollisia menetelmiä:

- muodostuneen kloorikaasun tilavuuden mittaaminen
- sinkkimetallin massan muutoksen seuraaminen
- pH-mittaus

**+11.** Kaliumklooraattia ( $\text{KClO}_3$ ) käytetään mm. räjähteiden, iletulitteiden ja tulitikkujen valmistuksessa. Kaliumklooraatin valmistus perustuu vesiliuoksen elektrolyysiin.

a) Laadi anodilla ja katodilla tapahtuvien reaktioiden yhtälöt, kun tiedetään, että anodilla vapautuu kloorikaasua ja katodilla muodostuu hydroksidi-ioneja. (2 p.)

Anodilla tapahtuu hapettuminen:

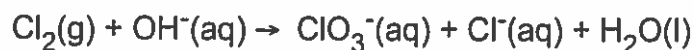


Katodilla tapahtuu pelkistyminen:



b) Kun kloorikaasu reagoi hydroksidi-ionien kanssa, osa kloorikaasusta hapettuu klooraatti-ioneiksi ja osa pelkistyy kloridi-ioneiksi. Samalla muodostuu vettä. Laadi reaktion yhtälö. (2 p.)

Tasapainottamaton reaktioyhtälö:

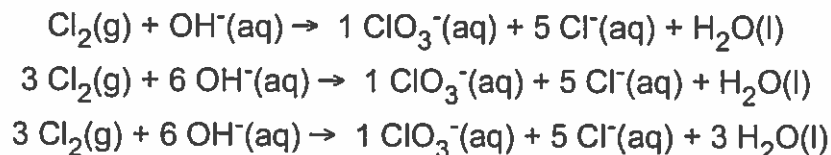


$\text{ClO}_3^-$  Cl:n hapetusluku  $0 \rightarrow +5$ , hap. 5

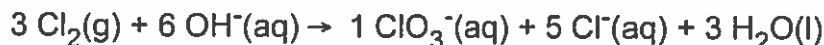
$\text{Cl}^-$  Cl:n hapetusluku  $0 \rightarrow -1$ , pelk. 1

⇒  $\text{Cl}^-$ -ioneja on 5-kertaisesti  $\text{ClO}_3^-$ -ioneihin verrattuna

⇒ Kertoimet vaiheittain:



Reaktion yhtälö:



c) Elektrolyyttiliuos sisältää 75 grammaa kaliumkloridia. Kuinka monta grammaa kaliumkloroaattia voidaan saada, elektrolyysissä käytetään 5,0 A tasavirtaa 15 minuutin ajan. (3 p.)

$m(\text{KCl}) = 75 \text{ g}$  ja  $M(\text{KCl}) = 74,55 \text{ g/mol}$

$$n(\text{KCl}) = \frac{m}{M} = \frac{75 \text{ g}}{74,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,006 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 1,006 \text{ mol} \quad n(\text{Cl}_2) = 1,006 \text{ mol}/2 = 0,503 \text{ mol}$$

$$It = nzF$$

$$I = 5,0 \text{ A}, \quad t = 15 \text{ min} = 15 \cdot 60 \text{ s} = 900 \text{ s}, \quad z = 2 \text{ ja } F = 96500 \text{ As/mol}$$

$$n = \frac{It}{zF} = \frac{5,0 \text{ A} \cdot 900 \text{ s}}{2 \cdot 96500 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 0,0233 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,0233 \text{ mol}$$

Sähkömäärä on rajoittava tekijä, kloroaattia saadaan

$$n(\text{ClO}_3^-) = n(\text{Cl}_2) / 3 = 0,0233 \text{ mol} / 3 = 0,00778 \text{ mol}$$

$$m(\text{KClO}_3) = nM = 0,00778 \text{ mol} \cdot 122,55 \text{ g/mol} = 0,953 \text{ g} \approx 0,95 \text{ g}$$

d) Lämmitettäessä kiinteä kaliumkloroaatti hajoaa kaliumperkloraatiksi ( $\text{KClO}_4$ ) ja kaliumkloridiksi. Esitä tämän reaktion yhtälö. Miten eri alkuaineiden hapetusluvut muuttuvat reaktiossa? (2 p.)



Osa Cl-atomeista hapettuu  $+5 \rightarrow +7$

Osa Cl-atomeista pelkistyy  $+5 \rightarrow -1$

**+12.** Noin sata vuotta sitten venäläinen tutkija Tswett erotti kasveista uutettuja väriaineita kromatografisesti. Nykyisin aineiden erottamiseen ja tunnistamiseen on käytössä useita erilaisia kromatografian muotoja.

a) Mihin kromatografiset menetelmät perustuvat? (3 p.)

Kromatografisissa menetelmissä aineet jakaantuvat kahden eri faasin välille. Aineiden

erottuminen perustuu aineiden erilaiseen virtausnopeuteen kromatografiapylväässä. Erilainen virtausnopeus johtuu erilaisesta hiukkaskoosta tai erilaisista kemiallisista ominaisuuksista (pöolisuus, liukoisuus). Toinen faasi on liikkuva ja toinen paikallaan pysyvä. Seoksen komponentit erottuvat näiden kahden faasin kesken.

b) Kuvaile, miten vasemmanpuoleisessa kuvassa esitettyä laitteistoa voidaan käyttää seoksen eri komponenttien erottamiseen? (3 p.)

Vasemman puoleisessa kuvassa on kyseessä pylväskromatografia (nestekromatografia). Pylväs on täytetty kiinteällä adsorbentilla (adsorbentti on kiinteä aine, jonka pintaan aineet voivat adsorboitua). Tutkittavat aineet sisältävä liuos lasketaan valumaan pylvään läpi. Sellaiset yhdisteet, joilla on taipumus adsorboitua kiinteään faasiin, rikastuvat siihen. Erilaiset aineet kulkevat pylvään läpi eri nopeuksilla, ja eri aikaan ulos tulleet jakeet kerätään talteen. Liutin tislataan pois ja jakeet analysoidaan.

c) Miten oikealla olevassa kuvassa esitettyä laitteistoa voidaan käyttää hyväksi kemiallisessa analyysissä? (3 p.)

Oikean puoleisessa kuvassa on kyseessä paperikromatografia (nestekromatografia). Paperi asetetaan liuottimella kyllästettyyn kannelliseen astiaan. Paperin alalaitaan on sitä ennen pipetoitu kolme eri seosta. Pipetoidut täplät eivät saa koskettaa liuotinta. Liikkuva faasi nousee pitkin paperia ja kuljettaa erottuvia aineita mukanaan. Liuotinrintaman annetaan nousta paperin yläreunaan, jolloin nähdään, että seosten komponentit ovat eronneet toisistaan. Vertailemalla komponenttien kulkemien matkoja voidaan päätellä tutkittavien seosten koostumus.

