

KEMIAN SIVUT

Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, syksy 2002

1. Selvitä esimerkin avulla tai muulla tavoin seuraavat käsitteet: **a)** kationi, **b)** kiteinen aine, **c)** hydratoitunut ioni, **d)** pintajännitys, **e)** ideaalikaasu, **f)** heikko elektrolyytti.

Ratkaisu

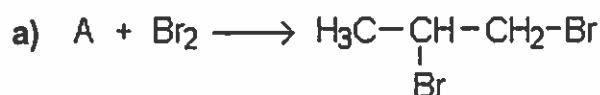
2. Lannoite sisältää ammoniumsulfaattia ja kaliumsulfaattia. Lannoitteen koostumuksen määrittämiseksi 0,228 g näytteeseen lisättiin natriumhydroksidia ja seosta kuumennettiin, jolloin siitä vapautui ammoniakkikaasua.
- a)** Laadi kaasunmuodostukseen liittyvä reaktioyhtälö.
- b)** Reaktiossa syntynyt ammoniakki johdettiin veteen. Liuos neutraloitiin 0,100 M vetykloridihapolla, jota kului 16,1 ml. Kuinka monta massaprosenttia ammoniumsulfaattia lannoite sisälsi?

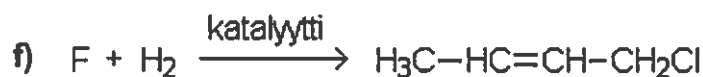
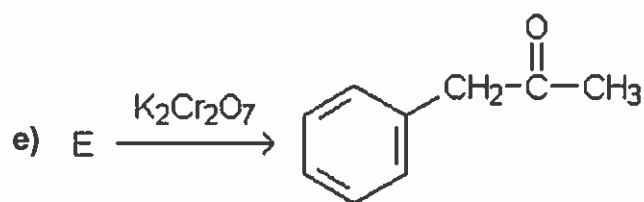
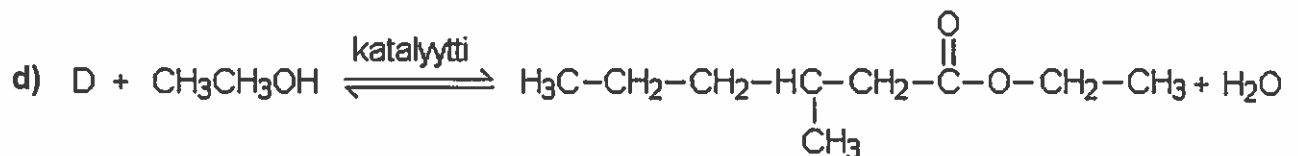
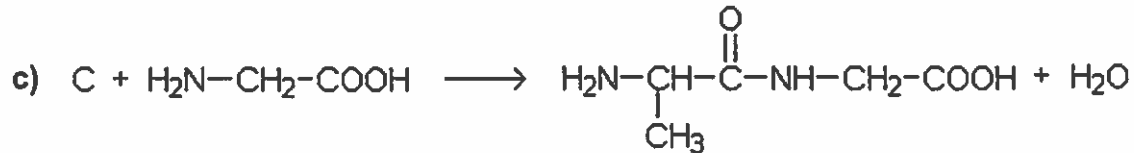
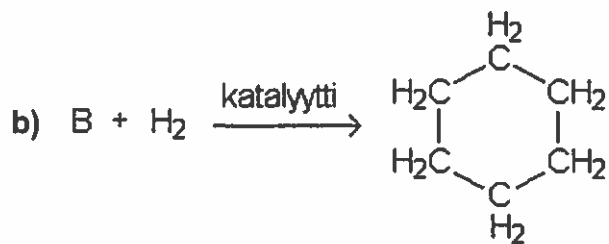
Ratkaisu

3. Sitruunasta puristetun mehun pH on noin 2. Happamuus johtuu pääasiassa mehussa olevasta sitruunahaposta.
- a)** Miten sitruunamehun pH muuttuu, kun mehuun lisätään sokeria?
- b)** Miten sitruunamehun pH muuttuu, jos sokerin asemesta käytetään synteettistä makeutusainetta sakariinia? Sakariini on hyvin heikko happo, joka lisätään mehuun hapon natriumsuolana.
- c)** Sitruunamehua lämmitetään avoimessa astiassa. Onko astiasta nouseva höyry hapanta, neutraalia vai emäksistä?
- Perustele kaikkien kohtien vastaukset.

Ratkaisu

4. Esitä seuraavissa reaktioyhtälöissä esiintyvien yhdisteiden **A – F** rakennekaavat.





Ratkaisu

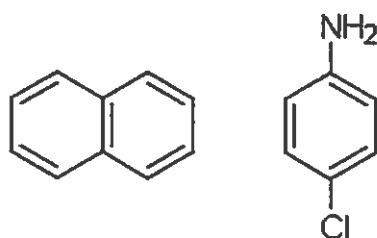
5. Magnesiumin valmistuksessa tarvittavaa lähtöainetta, magnesiumhydroksidia, saadaan merivedestä, josta $Mg(OH)_2$ saostetaan kalsiumhydroksidin avulla. Kuinka monta grammaa magnesiumhydroksidia saostuu, kun 150 litraan merivettä lisätään kiinteää kalsiumhydroksidia, kunnes liuoksen $pH = 9,70$? Meriveden magnesiumionipitoisuus on $1,34 \text{ g/l}$. Magnesiumhydroksidin liukoisuustulo $K_L = 1,1 \cdot 10^{-11} (\text{mol/l})^3$.

Ratkaisu

6. Ovatko seuraavat molekyylit poolisia (polaarisia) vai poolittomia: a) vesi, b) ammoniakki, c) metaani? Perustele. Mitä sidoksia esiintyy molekyylien välillä näiden aineiden nestemäisessä olomuodossa?

Ratkaisu

7. Naftaleeni ja 4-kloorianiliini liukenevat kumpikin eetteriin. Näiden seoksesta yhdisteet päätettiin erottaa uuttamalla erotussuppilaa (kuva) käyttäen. Tiedetään, että uutto onnistuu, kun toisesta komponentista tehdään suolahapon avulla vesiliukoinen orgaaninen suola.
- a) Kummasta yhdisteestä muodostuu orgaaninen suola? Esitä tämä suolanmuodostusreaktio.
- b) Miten uutto tehdään, kun käytettävissä on dietyylieetteriä ja vettä, johon on lisätty hieman suolahappoa?



Ratkaisu

- +8. Galvaaninen kenno (galvaaninen pari) ja sen käytännön sovelluksia.

Ratkaisu

KEMIAN SIVUT
Yo-sivujen alku



KEMIAN SIVUT

Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, syksy 2002

[1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [+8](#) | [kysymykset \(erilliseen selainikkunaan\)](#)

1. a) Kationi

Kationi on ioni, jolla on positiivinen sähkövaraus. Se voi muodostua atomista tai molekyylistä.

$H - e^- \rightarrow H^+$	Protoni H^+ on pienin kationi. Se syntyy vetyatomien menettäessä elektroninsa e^- .
$Ca - 2 e^- \rightarrow Ca^{2+}$	Metalliatomien uloimpien elektronien irrotessa syntyy kationeja.
$H_2O + H^+ \rightarrow H_3O^+$	Protonin liittyessä vesimolekyyliin syntyy kompleksikationi, oksoniumioni, jossa positiivinen varaus kuuluu koko kompleksille. Muita esimerkkejä kompleksikationeista ovat mm. ammoniumioni NH_4^+ sekä metallikationien ja niihin liittyneiden ryhmien muodostamat kationit, kuten $[Ag(NH_3)_2]^+$.

b) Kiteinen aine

Kiteinen aine on kiinteää ainetta, joka koostuu säännölliseen kidehiltaan järjestyneistä atomeista, ioneista tai molekyyleistä. Kiteen koko voi vaihdella samallakin aineella.

Esimerkiksi NaCl eli ruokasuola on kiteinen aine, jonka kiteet rakentuvat ioneista.

Sakkaroosin (sokerin) kiteet puolestaan muodostuvat molekyyleistä. Timanttikiteiden ja metallikiteiden rakenneosina ovat atomit.

c) Hydratoitunut ioni

Useat ioniyhdisteet liukenevat veteen. Vedessä ionien ympärille kertyy vesimolekyylejä, koska vesimolekyylit ovat dipoleja, joita ionien sähkövaraus vetää puoleensa. Ionien ympärille kertyvien vesimolekyyliden määrä vaihtelee ionin koon mukaan.

Kuvassa NaCl liukenee veteen ja hydratoituminen alkaa. Ionien ympärillä on kuvassa 4 vesimolekyyliä, mutta vielä kaksi molekyyliä mahtuu lähelle ionia. Niiden ympärille tarttuu vaihtelevasti lisää vesimolekyyliä.

Vrt. Tehtävä 1f /Kevät 01

d) Pintajännitys

Erilaisten aineiden välisellä rajapinnalla esiintyvä ilmiö, joka aiheutuu aineiden rakennehiukkasten sidosvuorovaikutusten erilaisuudesta. Esimerkiksi veden ja ilman rajalla veden pintaan näyttää syntyvän "kalvo", jolla kevyet esineet voivat kellua. "Kalvo" johtuu siitä, että päällimmäisten vesimolekyylin väliset vetysidokset suuntautuvat toisia vesimolekyyliä kohti, eikä vesimolekyylin ja ilman molekyylien välille muodostu yhtä vahvoja vuorovaikutuksia.

e) Ideaalikaasu

Ideaalikaasu on fysikaalinen malli, jolla kuvataan kaasujen yhteisiä ominaisuuksia. Ideaalikaasussa rakennehiukkaset oletetaan pistemäisiksi eikä niiden välillä katsota olevan muita vuorovaikutuksia kuin täysin kimmoisia satunnaisia törmäyksiä. Todellista kaasuista eniten ideaalikaasua muistuttavat atomeista koostuvat keveimmät jalokaasut helium He ja neon Ne.

p = paine
 V = tilavuus
 n = ainemäärä
 R = yleinen kaasuvakio
 T = absoluuttinen lämpötila

Ideaalikaasun tilanyhtälöä $pV = nRT$ voidaan soveltaa useimmissa tapauksissa todellisiin kaasuihin.

f) Heikko elektrolyytti

Elektrolyytti on aine, joka tuottaa vesiliuokseen ioneja, jolloin liuos johtaa sähköä. Elektrolyytti on heikko silloin, kun se ei purkaudu täydellisesti ioneiksi vesiliuoksessa.

Heikot hapot ja emäkset sekä osittain liukenevat suolat ovat heikkoja elektrolyyttejä.

Esimerkkejä

Etikkahappo CH_3COOH on heikko happo ja elektrolyytti.

Ammoniakki NH_3 on heikko emäs ja elektrolyytti.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ liukenee veteen kohtalaisesti ja on heikko elektrolyytti.

2. a) Reaktioyhtälö



b) Reaktioyhtälö



$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ M} \cdot 16,1 \text{ ml} = 1,61 \text{ mmol}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot n(\text{HCl})$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 1,61 \text{ mmol} \cdot 0,5 \cdot 132,13 \text{ g/mol} = 0,1064 \text{ g}$$

$$n = cV$$

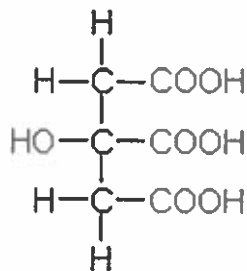
$$c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ M}$$

$$V(\text{HCl}) = 16,1 \text{ ml}$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,13 \text{ g/mol}$$

$$\text{Prosenttiosuus: } 100 \% \cdot 0,1064 \text{ g} : 0,228 \text{ g} = 46,7 \% \text{ (46,6 \%)}$$

3. a) Sitruunahappo on kolmiarvoinen karboksyylihappo. Se on heikko happo.



Sitruunahappo

Kun sitruunamehuun lisätään sokeria, osa sokerista hydrolysoituu. Sokeri tai sen hydrolyysituotteet, jotka sisältävät alkoholihydroksyyliyhmiä, saattavat jossakin määrin ehkä esteröidä sitruunahapon karboksyyliyhmiä. Oleellista vaikutusta tällä ei liene liuoksen pH-arvoon. Sokerin vesiliuos on neutraalia.

Rakennekaavaa ei vaadittu.

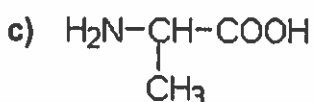
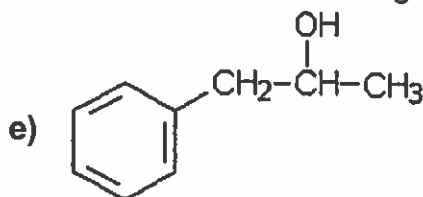
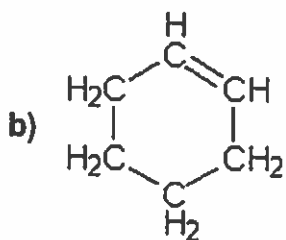
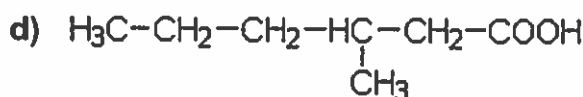
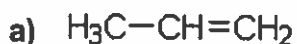
b) Sakariinin makeus on paljon suurempi kuin sakkaroosin, joten sitä on tarpeen lisätä mehuun vain vähän. Vaikka sakariini on hyvin heikko happo ja sen anionin vesiliuos siten emäksinen, mehun pH tuskin muuttuu mitattavissa määrin korkeammaksi (lähtöarvojen tarkkuuden rajoissa).

c) Kun sitruunamehua lämmitetään avoimessa astiassa, mehusta haihtuu vettä ja eteerisiä öljyjä mutta ei sitruunahappoa. Höyry on enimmäkseen vesihöyryä, joka on neutraalia. Huoneilmassa (ja lähellä hengittävän mittajaan uloshengityksessä) on hiilidioksidia, joka saattaa happamoittaa höyryä hieman.

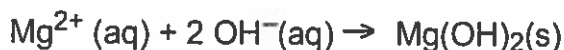
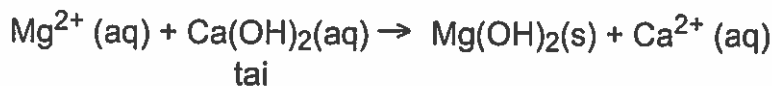
Mutta: Asia olisi toki varmennettava mittauksilla. Edellä esitetyt vastaukset ovat vain hypoteeseja, jotka pohjautuvat niukasti annettuun tietoon puristemehusta, käytetyistä ainemääristä ja lämmitysolosuhteista.

Kommentti ja vertailu MAOLin pisteitysohjeeseen (melko pitkä, uuteen selainikkunaan)

4. Yhdisteiden A – F rakennekaavat



5. Reaktioyhtälö



Kun meriveteen lisätään kalsiumhydroksidia, magnesiumionit kuluttavat hydroksidi-ioneja. Saostuksessa on varottava, ettei kalsiumhydroksidia pääse mukaan saostumaan, joten kalsiumhydroksidin lisääminen pysäytetään hyvissä ajoin eli juuri kun $\text{pH} = 9,70$. (Kylläisen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -liuoksen pH on yli 12.)

$$\text{pOH} = 14,00 - 9,70 = 4,30$$

$$[\text{OH}^{-}] = 10^{-4,30} \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = 9,70,$$

$$V = 150 \text{ l}$$

$$M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g/mol}$$

$$K_L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 1,1 \cdot 10^{-11} (\text{mol/l})^3$$

Liukoisuustulon perusteella laskien näyteliuoksessa

on tällöin jäljellä magnesiumioneja:

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,1 \cdot 10^{-11} (\text{mol/l})^3 : (10^{-4,30} \text{ mol/l})^2 = 0,004379 \text{ mol/l}$$

Saostumaton magnesium $\text{Mg}(\text{OH})_2$:ksi laskettuna on:

$$150 \text{ l} \cdot 0,004379 \text{ mol/l} \cdot 58,32 \text{ g/mol} = 38,3 \text{ g}$$

Meriveden Mg^{2+} -konsentraatio:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 1,34 \text{ g/l} : 24,31 \text{ g/mol} = 0,05512 \text{ mol/l}$$

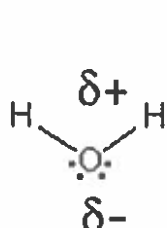
Jos kaikki magnesium saostuisi, magnesiumhydroksidia saataisiin:

$$150 \text{ l} \cdot 0,05512 \text{ mol/l} \cdot 58,32 \text{ g/mol} = 482,2 \text{ g}$$

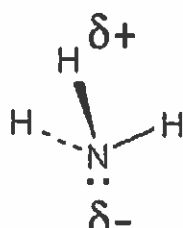
Saostuvaa $\text{Mg}(\text{OH})_2$:a on siis:

$$482,2 \text{ g} - 38,3 \text{ g} = 443,9 \text{ g} \text{ eli } 444 \text{ g tai } 440 \text{ g}$$

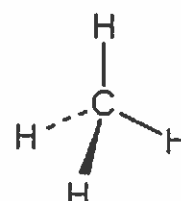
6.



Kp. 100 °C



Kp. -33,4 °C



Kp. -182,5 °C

a) Vesimolekyyli H_2O on **poolinen**, koska sen sidokset muodostavat loivan V:n, jonka kärjessä on vetyatomeja elektronegatiivisempi happiatomi. Happiatomilla on kaksi vapaata elektroniparia.

Nestemäisessä olomuodossa vesimolekyylien välillä on **vetysidoksia** mutta myös muita dipoli-dipoli-vuorovaikutuksia sekä dispersiovoima (van der Waalsin sidoksia). Vetysidokset ovat mainituista vuorovaikutuksista voimakkaimpia ja kukin vesimolekyyli voi sitoa enimmillään neljä muuta vesimolekyyliä vetysidoksin.

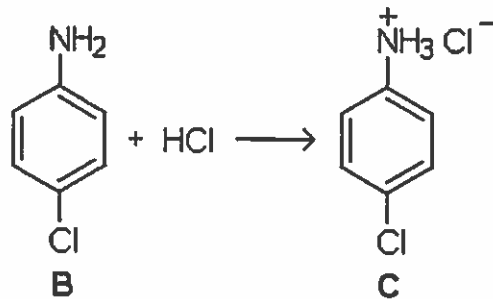
b) Ammoniakkimolekyyli NH_3 on **poolinen**, koska se on muodoltaan hieman epäsäännöllinen tetraedri, jonka keskusatomina on vetyatomeja selvästi elektronegatiivisempi typpi-atomi. Typpi-atomilla yksi vapaa elektronipari, joka sijaitsee tetraedrin yhdessä kärjessä. Nestemäisessä ammoniakissa sidosvoimat ovat

samantyyppisiä kuin vedessä, mutta vetysidoksia voi muodostua vähemmän, sillä ammoniakilla on vain yksi vapaa elektronipari.

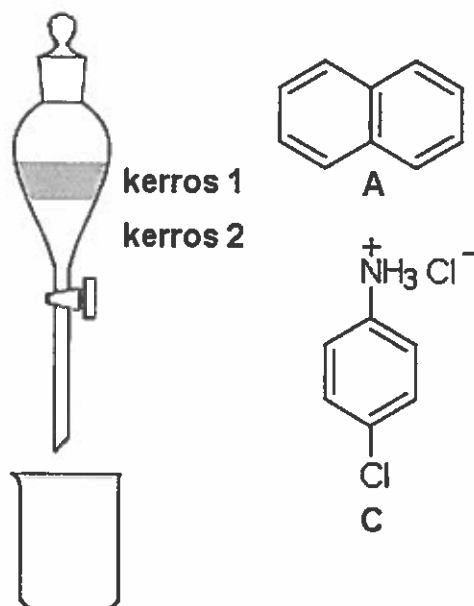
c) Metaanimolekyyli CH_4 on **pooliton**, koska hiilen ja vedyn välinen elektronegatiivisuusero on pieni ja molekyyli on symmetrinen tetraedri. Tetraedrin keskellä on hiiliatomi ja kärjissä vetyatomit. Vapaita elektronipareja ei ole. Nestetilassa metaanimolekyylien välillä esiintyy vain **dispersiovoimia** (van der Waalsin sidoksia), joten metaanin kiehumispiste jää alhaiseksi verrattuna ammoniakkiin ja veteen .

7.

a) Orgaanisen suolan (C) muodostaa 4-kloorianiliini (B).



b) Liuotetaan A:n ja B:n seos ensin dietyylieetteriin, ja siirretään liuos erotussuppiloon. Lisätään erotussuppiloon pieni määrä suolahappoista vesiliuosta. Suppilo ei saa tulla täyteen! Ravistellaan. Ravisteltaessa pidetään erotussuppiloa lähes ylösalaisin. Tulppaa ja hanaa tuetaan kämmenellä. Hanaa raotetaan välillä varovasti suppilossa vallitsevan paineen tasaamiseksi.



Naftaleeni (A) jää eetterikerrokseen 1 ja 4-kloorianiliinin muodostama suola (C) liukenee vesikerrokseen.

Ravistelun jälkeen suppilo asetetaan tukitelineeseen (mieluiten vetokaappiin eetterin takia), tulppa avataan ja odotetaan hetki kerrosten erottumista. Kun kerrosraja on selkeä, lasketaan alempi vesikerros keräysastiaan. Toistetaan ravistelu muutamia kertoja pienillä vesiliuosmäärillä. Lopuksi eetterikerros valutetaan toiseen keräysastiaan.

+8. Galvaanisen kenno ja sen käytännön sovelluksia

Ainakin seuraavia kohtia on syytä käsitellä:

- Kennon toimintaperiaate (reaktioyhtälöin selvennettynä)
- Erityyppisiä kennomuunnoksia sekä niiden hyviä ja huonoja puolia
- Käyttökohteita (kennon laatu, koko, käyttöikä yms. käyttökohteen mukaan)
- Hävittäminen, ongelmajätearvio jne.