

## KEMIAN SIVUT

## Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, syksy 2005

- 
1. Selvitä, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä, ja valaise kutakin esimerkillä:  
a) emäksinen vesiliuos, b) heikko emäs, c) emäksinen oksidi, d) liuoksen pOH, e) amfolyytti, f) neutralointireaktio.

Ratkaisu

---

2. Rikkihappoa valmistetaan teollisesti polttamalla rikkiä rikkidioksidiksi, hapettamalla rikkidioksidi katalyytin läsnä ollessa rikkiatrioksidiksi ja liuottamalla rikkiatrioksidi veteen. Kirjoita näitä reaktiovaiheita kuvaavat yhtälöt ja laske, kuinka paljon rikkihappoa voidaan enintään saada, kun koko prosessiin on käytettävissä 155 kg rikkiä ja 155 kg happikaasua. Vettä on riittävästi saatavilla.

Ratkaisu

---

3. Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt seuraaville reaktioille. Merkitse näkyviin myös yhdisteiden olomuodot:
- a) Natriumhydroksidiliuokseen lisätään suolahappoa.
  - b) Magnesiumnauhaa poltetaan.
  - c) Ammoniakkia johdetaan veteen.
  - d) Natriumsulfaattiliuokseen lisätään bariumkloridiliuosta.
  - e) Klooria johdetaan natriumjodidin vesiliuokseen.
  - f) Hiilidioksidia johdetaan ylimäärin kalsiumhydroksidiliuokseen.

Ratkaisu

---

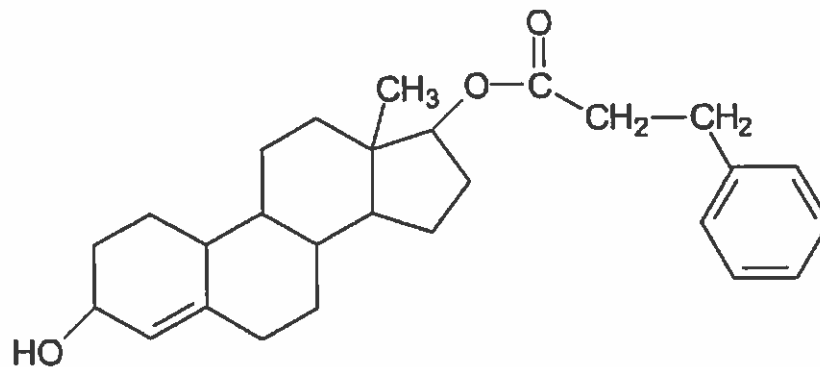
4. Pelkistämällä erästä ketonia saadaan alkoholi, jonka molekyylikaava on  $C_5H_{12}O$ . Laadi tämän alkoholin mahdolliset rakennekaavat ja nimeä yhdisteet.

Ratkaisu

---

5. Anaboliset steroidit, kuten nandroloni, ovat testosteronin johdannaisia. Viime aikoina

ne ovat olleet esillä urheilijoiden dopingtapauksissa. Alla on esitetty erään nandrolonijohdannaisen rakennekaava.



- Mikä on tämän yhdisteen molekyylikaava?
- Mihin yhdistetyyppeihin se voidaan luokitella?
- Yhdistettä hydrataan nikkelikatalyytin läsnä ollessa. Laadi muodostuvan tuotteen rakennekaava.
- Laadi yhdisteen hydrolyysissä syntyvien tuotteiden rakennekaavat.

Ratkaisu

6. Typpidioksidi dimeroituu helposti dityppitetroksidiksi. Lämpötilassa 100 °C todettiin tasapainotilan vallitessa 1,0 litran reaktioastian sisältävän 0,20 moolia  $\text{NO}_2(\text{g})$  ja 0,20 moolia  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ . Mitkä ovat näiden kaasujen ainemäärät, kun astian tilavuus muutetaan 0,50 litraksi ja tasapainotila jälleen asettuu?

Ratkaisu

7. Kemian tunnilla valmistettuja kaasuja kerätään usein "veden päälle" oheisen kuvan kaltaisella laitteella.

- Miten valmistaisit vetykaasua?
- Kaasun voi todeta vedyksi polttamalla. Miksi on tärkeää varmistua siitä, että kaasunkeräilyastiassa ei ole happea, kun vety sytytetään?
- Miten voit valmistaa ammoniakkia koulun laboratoriossa?



d) Miksi ammoniakkikaasua ei voi kerätä talteen kuvan kaltaisella laitteella?

Ratkaisu

---

- +8.** Veden rakenne aineen eri olomuodoissa. Miten vesimolekyylin rakenne vaikuttaa veden kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin? Anna esimerkkejä veden rakenteesta johtuvista ilmiöistä luonnossa.

Ratkaisu

---

KEMIAN SIVUT  
Yo-sivujen alku



## KEMIAN SIVUT

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, syksy 2005

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

---

**1. a) Emäksinen vesiliuos**

Vesiliuos on emäksinen silloin, kun sen pH on yli 7. Liuoksen pH voidaan mitata pH-mittarilla tai indikaattoripaperilla. Esimerkiksi yleisindikaattoripaperi muuttuu siniseksi emäksisen liuoksen vaikutuksesta. emäksisyys voidaan todetta myös indikaattoriliuoksella: mm. fenoliftaleiiniliuos saa punaisen värin emäksisissä olosuhteissa. Laboratorioissa tavallisia emäksisiä liuoksia ovat natrium-, kalium- ja kalsiumhydroksidiliuokset  $\text{NaOH(aq)}$ ,  $\text{KOH(aq)}$  ja  $\text{Ca(OH)}_2\text{(aq)}$  sekä ammoniakkin vesiliuos  $\text{NH}_3\text{(aq)}$ . Emäksiset vesiliuokset sisältävät enemmän hydroksidi-ioneja ( $\text{OH}^-$ ) kuin oksoniumioneja ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ).

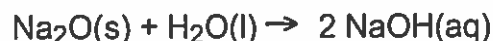
Jokapäiväisestä elämästä tuttuja emäksisiä liuoksia ovat pesuaine- ja saippualliuokset. Emäksiset liuokset tuntuvat käteen liukkailta, koska ne hydrolysoivat ihon pinnasta rasvaa. Vahvasti emäksiset liuokset ovat syövyttäviä eikä niitä saa päästää iholle.

**b) Heikko emäs**

Emästä sanotaan heikoksi silloin, kun se ei protolysosidu täydellisesti vesiliuoksessa. Esimerkiksi ammoniakki  $\text{NH}_3$  on heikko emäs, joka protolysoituu osittain (kts. tehtävä 3c)

**c) Emäksinen oksidi**

Kun oksidi liukenee veteen (reagoi veden kanssa!) tuottaen emäksisen liuoksen, sanotaan oksidia emäksiseksi. Esimerkiksi  $\text{Na}_2\text{O}$  (dinatriumoksidi) ja  $\text{CaO}$  (kalsiumoksidi, "poltettu kalkki") ovat emäksisiä oksideja.



Alkali- ja maa-alkalimetallien oksidit ovat selvästi emäksisiä (mistä metallien ryhmänimi johtuukin).

**d) Liuoksen pOH**

Liuoksen happamuus tai emäksisyys ilmoitetaan useimmiten pH-arvolla, joka saadaan

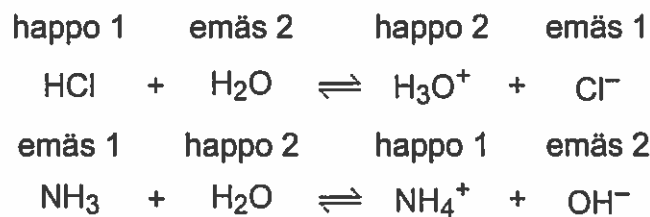
liuoksen oksoniumionikonsentraation logaritmista jättämällä pois negatiivinen etumerkki. Vastaavasti liuoksen hydroksidi-ionikonsentraation logaritmista saadaan liuoksen pOH, joka siis on  $-\log[\text{OH}^-]$ .

#### *Esimerkki*

Jos NaOH-liuoksen konsentraatio on 0,001 mol/l, sen pOH on 3, koska  $[\text{OH}^-] = 0,001 \text{ mol/l} = 10^{-3} \text{ mol/l}$ . Liuoksen pH on  $14 - 3 = 11$ . Liuos on siis selvästi emäksinen. Veden ionitulon perusteella  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ .

#### **e) Amfolyytti**

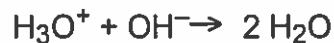
Aine, joka voi toimia Brønsted-happona sekä emäksenä, on amfolyytti. Esimerkiksi vesi on amafolyytti.



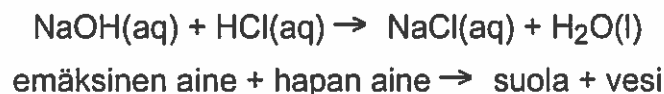
Moniarvoisten happojen ja emästen ionit voivat olla amfolyyttejä. Esimerkiksi  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  on amfolyytti, koska se voi luovuttaa protonin (= toimia happona) mutta myös vastaanottaa protonin (toimia emäksenä).

#### **f) Neutralointireaktio (Brønstedin mukaan)**

Hapon ja emäksen välinen reaktio, jossa syntyy vettä:



Usein neutralointireaktio-termiä käytetään myös happaman ja emäksisen aineen reaktiosta, jossa syntyy suola ja vettä, esimerkiksi:



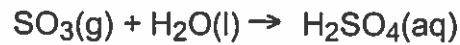
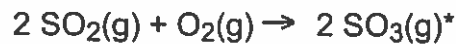
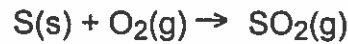
Tässä tilanteessa varsinainen neutraloitumisreaktio tapahtuu oksonium- ja hydroksidi-ionin välillä ja  $\text{Na}^+$  ja  $\text{Cl}^-$  ovat eräänlaisia "sivustakatsojia".

Neutralointireaktiota käytetään hyväksi mitattaessa happo- ja emäsluosten konsentraatioita titraamalla.

Huom. Jompi kumpi selitys neutralointireaktiosta kelpaa.

Pisteitysperiaate: selitys 2/3 p, esimerkki 1/3 p.

## 2. Reaktioyhtälöt



\* Prosessin lämpötilassa  $\text{SO}_3$  on kaasuna. Katalyyttistä voidaan lisätä maininta nuolen yhteyteen (kat.).

Verrataan aluksi prosessiin käytettävissä olevan rikin ja hapen ainemäärää:

	S	O <sub>2</sub>
<i>m</i> (g)	155 000	155 000
<i>M</i> (g/mol)	32,06	32,00
<i>n</i> (mol)	4834,7	4843,8

Reaktioyhtälöiden mukaan happea tarvitaan koko prosessissa

1 mol + 0,5 mol = 1,5 mol yhtä rikkimoolia kohti.

Käytettävissä olevien ainemäärien suhde:

$$n(\text{O}_2) : n(\text{S}) = 4843,8 \text{ mol} : 4834,7 \text{ mol} < 1,5$$

Hapen ainemäärästä siis riippuu, kuinka paljon rikkihappoa on mahdollista saada.

Reaktioyhtälöiden mukaan

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{O}_2) : 1,5$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4843,8 \text{ mol} : 1,5$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07 \text{ g/mol} \cdot 4843,8 \text{ mol} : 1,5 = 316,7 \text{ kg eli}$$

**n. 316 kg**

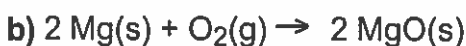
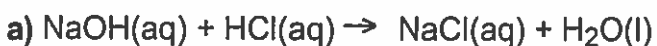
**317 kg normaalisti ylöspäin pyöristettynä**

Toinen ratkaisumalli, jossa käytetään rikistä muotoa  $\text{S}_8$  (avautuu omaan ikkunaan).

Tiedosto 05s2.html

Huom. Olomuotomerkitöjen puuttumisesta ei vähennetty pisteitä (– 0 p).

## 3. Olettaen että liuokset ovat vesiliuoksia:





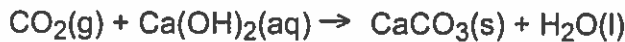
(Osa ammoniakista vain liukenee veteen.)



\* Jos liuoksessa on riittävästi jodidi-ioneja, ne muodostavat jodin kanssa vesiliukoisen kompleksin  $\text{I}_4^-$ . Muutoin jodi on kiinteää, mutta se voidaan liuottaa esim. bensiiniin tai alkoholiin, jolloin vapautuvan jodin väri havaitaan. Jompi kumpi merkintä riittää.



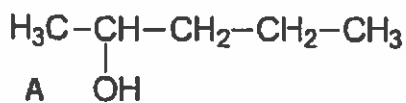
\*\* Reaktio



ei riittänyt vastaukseksi (-2/3 p). Kommentti. tehtävässä mainittiin hiilidioksia olevan **ylimäärin**.

Olomuotomerkinnot edellytettiin vastauksessa. Virheistä ja puutteista saattoi menettää 1 – 2 p.

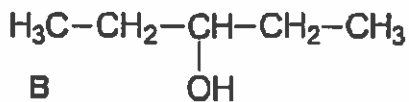
4. Alkoholin molekyylikaava on  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ . Mahdolliset alkoholit (A – C) ovat:



A 2-pentanoli

B 3-pentanoli

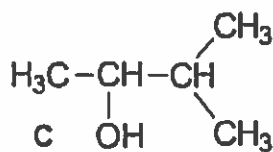
C 3-metyyli-2-butanoli



**Perustelut**

Koska alkoholi saadaan ketonista pelkistämällä, vain sekundaarinen alkoholi on mahdollinen.

Sykloalkanoli ei käy vetyatomien lukumäärän perusteella, eikä hiiliketjussa voi olla samasta



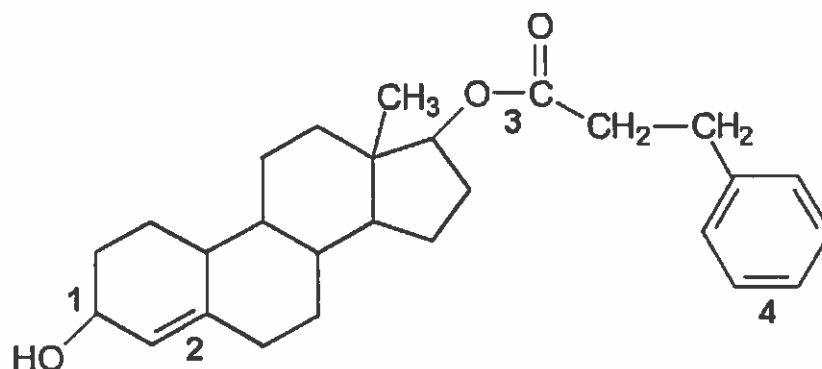
syystä kaksoissidoksia.

Huom. Maininta alkoholien sekundaarisuudesta riittää.

Ketonien kaavojen hahmottelu auttaa tehtävän ratkaisemisessa, vaikka ketonien rakenteita ei vastaukseen pyydytäkään. Vastaavat ketonit  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  (omaan ikkunaan).

MAOLin pisteitysohje: kaavat 3 · (1 + 1/3), nimet 3 · 2/3

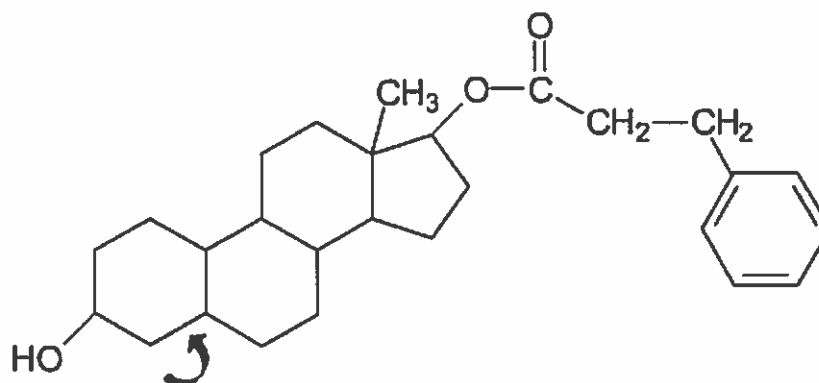
5. Steroidirunko on merkitty kuvassa nandrolonin rakennekaavaan sinisellä. Steroidia ei tarvinnut mainita tehtävän vastauksessa.



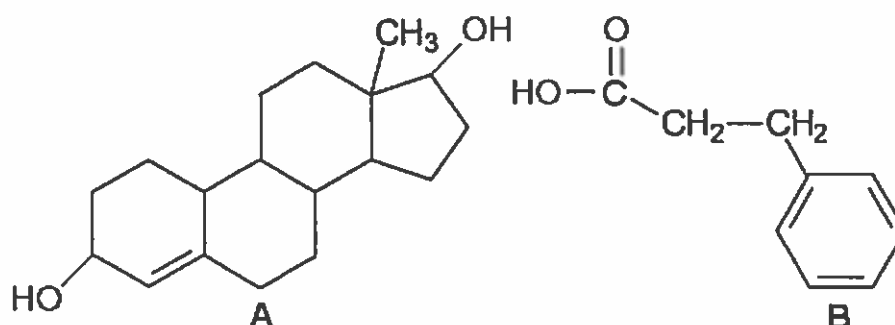
a) Nandrolonin molekyylikaava on  $C_{27}H_{36}O_3$ .

b) Paitsi steroidiksi nandroloni voidaan funktionaalisten ryhmien perusteella luokitella alkoholiksi (1), sykloalkeeniksi (2) tai sykloalkeenoliksi (1 + 2), esteriksi (3) ja aromaattiseksi yhdisteeksi (4)

c) Ni-katalyytin avulla suoritettavassa hydrolyksessä aromaattinen rengas säilyy, mutta steroidirungon kaksoissidos tyydyttyy.



d) Hydrolysoitaessa esteri purkautuu ja syntyy alkoholi (steroidirakenteinen dioli A) ja aromaattinen karboksyylihappo (B).



## 6. Reaktio



Reaktio tapahtuu kaasufaasissa, joten reaktioastian tilavuuden pienentäminen siirtää tasapainoa oikealle (typpitetroksia syntyy lisää).

Reaktioseoksen koostumus



	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
Alussa $n$ (mol)	0,20	0,20
Muutos $n$ (mol)	-2x	+x
Tasapainossa $n$ (mol)	0,20 - 2x	0,20 + x

Reaktion tasapainovakio (100 °C:ssa)

$$K = 0,20 \text{ mol/l} : (0,20 \text{ mol/l})^2 = 5,0 \text{ l/mol.}$$

Uudessa tasapainossa tilavuus on 0,50 l, joten konsentraatiot ovat:

$$c(\text{NO}_2) = (0,20 - 2x) : 0,5 \text{ mol/l} = (0,40 - 4x) \text{ mol/l}$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,20 + x) : 0,5 \text{ mol/l} = (0,40 + 2x) \text{ mol/l}$$

Tasapainovakioksi saadaan (laadut jätetty pois lausekkeen yksinkertaistamiseksi):

$$K = (0,40 + 2x) : (0,40 - 4x)^2 = 5,0$$

Sievennetään ja saadaan yhtälö:

$$80x^2 - 18x + 0,40 = 0$$

Ratkaisuksi saadaan kaksi juurta  $x_1 = 0,20$  ja  $x_2 = 0,025$

Näistä  $x_1$  on liian suuri.

$$c(\text{NO}_2) = (0,40 - 4x) \text{ mol/l} = (0,40 - 4 \cdot 0,025) \text{ mol/l} = 0,30 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = (0,40 + 2x) \text{ mol/l} = (0,40 + 2 \cdot 0,025) \text{ mol/l} = 0,45 \text{ mol/l}$$

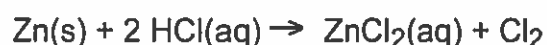
Koska  $V = 0,50 \text{ l}$  ainemäärät ovat:

$$n(\text{NO}_2) = 0,5 \text{ l} \cdot 0,30 \text{ mol/l} = \mathbf{0,15 \text{ mol}}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,5 \text{ l} \cdot 0,45 \text{ mol/l} = 0,225 \text{ mol eli n. } \mathbf{0,23 \text{ mol}}$$

7. a) Vetykaasua saadaan mm. antamalla sinkkirakeiden tai -lastujen reagoida laimeahkon suolahapon kanssa.

Sinkkijauhetta ei kannata käyttää, sillä silloin reaktio on liian kiivas.



Reaktioastiasta (kolvi tai keitinpullo) johdetaan vetykaasu

oheisen laitteiston ylösalaisin olevaan vedellä täytettyyn pulloon. Reaktioastiassa on alussa ilmaa, joten vetykaasua annetaan kehittyä sen verran, että se syrjäyttää ilman



reaktioastiasta ja vasta sitten kiinnitetään kaasuletku keräysastian lasiputkeen. Työ tehdään vetokaapissa.

b) Kaasunkeräilyastiassa ei saa olla lainkaan happea vetyä sytytettäessä, koska vedyn ja hapen seos räjähtää ja seurauksena on astian rikkoutumisesta aiheutuvat haavat ja mahdollisesti laajempi tulipalo.

c) Ammoniakkia vapautuu natriumhydroksidin vesiliuoksen reagoiessa ammoniumkloridin kanssa:



Reaktiossa vapautuva ammoniakki johdetaan tulpan läpi pistetyn putken kautta kuivaan pulloon tai kolviin. Ennen kuin ammoniakkia aletaan kerätä annetaan ammoniakkikaasun syrjäyttää ilma reaktioastiasta. Työ tehdään vetokaapissa.

d) Ammoniakkikaasua ei voi kerätä vedellä täytettyyn astiaan, koska ammoniakki liukenee veteen ja reagoi sen kanssa (tehtävä 3 c)



Kts. Ammoniakin liukeneminen veteen, OPH Etälukio, kemia, laboratorio

---

## +8. Jäsennysehdotus

- Veden rakenne ja olomuodot
  - + molekyylin muoto ja poolisuus
  - + vetysidokset
  - + molekyylien liike ei olomuodoissa
  - + jään kiderakenne (hila)
- Veden ominaisuudet
  - + tiheys eri lämpötiloissa
  - + korkea sulamis- ja kiehumispiste (miksi?)
  - + korkea ominaislämpökapasiteetti, höyrystymis- ja sulamislämpö
- Esimerkit
  - + kapillaari-ilmiö ja sen merkitys kasveille
  - + pintajännitys (merkitys?)

- + vesi ilmastotekijänä
- + ilmakehän ja ravinteiden veteen liukenemisen merkitys
- + hygroskooppiset aineet
- + kidevesi
- + rapautuminen veden olonmuutosten seurauksena

---

**KEMIAN SIVUT**  
Yo-sivujen alku

