

## KEMIAN SIVUT

## Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, kevät 2004

---

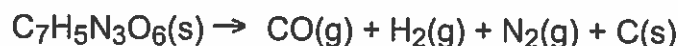
1. Selvitä, mitä eroa on seuraavilla käsitteillä:

- a) epäjalo metalli – jalo metalli
- b) vahva happo – heikko happo
- c) kiteinen aine – amorfinen aine
- d) emäksinen oksidi – hapan oksidi

Ratkaisu

---

2. Trinitrotolueeni (TNT) on eräs tavallisimpia räjähdysaineita. Räjähdyksessään se hajoaa hiilimonoksidiksi, vedyksi, typeksi ja hiileksi:



a) Määritä reaktioyhtälön kertoimet. b) Kuinka monta grammaa TNT:tä räjähti, kun kaasumaisia tuotteita muodostui 3,76 litraa (NTP)?

Ratkaisu

---

3. Kun 0,500 litraan 0,400 M HCl-liuosta lisättiin 2,00 g magnesiummetallia, tapahtui voimakas kaasunmuodostusreaktio ja astia lämpeni selvästi. a) Laadi reaktion yhtälö. b) Onko reaktio endo- vai eksotermisen? c) Mikä on liuoksen pH reaktion jälkeen?

Ratkaisu

---

4. a) Laadi rakennekaavat kaikille yhdisteen  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  isomeereille. b) Millä näistä isomeereistä esiintyy optista isomeriaa? c) Mitkä isomeereistä reagoivat, kun yhdistettä käsitellään miedolla hapettimella? Laadi hapetustuotteiden rakennekaavat.

Ratkaisu

---

5. Vetyä voidaan valmistaa teollisesti käsittelemällä metaania vesihöyryllä:



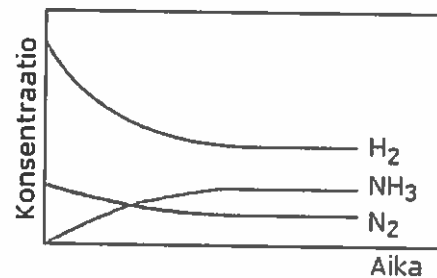
Kun 1,00 litran astiaan suljettiin 0,100 mol metaania ja 0,120 mol vettä ja lämpötila nostettiin 750 °C:seen, muodostui astiaan tasapainotilan asetuttua 0,270 mol vetyä.

- Laadi reaktion tasapainovakion lauseke.
- Laske tasapainovakion arvo.
- Muodostuiko vetyä enemmän vai vähemmän, kun astian tilavuus muutettiin 0,500 litraksi? Perustele.

Ratkaisu

6. Erään reaktion kulkua voidaan havainnollistaa oheisessa kuviossa esitetyllä tavalla.

- Mistä reaktiosta on kyse?
- Miten kuvioista ilmenevät konsentraatiomuutokset voidaan selittää?
- Miten etenevän ja käänteisen reaktion nopeus muuttuu reaktion aikana?



Ratkaisu

7. Tehtävänäsi on valmistaa 500 ml typpihappoliuosta, jonka konsentraatio on noin 0,100 mol/l. Käytettävissäsi on 36 massa-% typpihappoa, jonka tiheys on 1,214 kg/l, tislattua vettä, byretti, pipettejä ja mittapulloja. Miten menettelet? Kuvaa myös jotain tapaa, jolla voit määrittää valmistamasi liuoksen tarkan konsentraation.

Ratkaisu

- +8. Hiilivedyt. Miten hiilivedyn rakenne vaikuttaa sen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin?

Ratkaisu

## KEMIAN SIVUT

## Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2004

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

## 1. a) Epäjalo metalli – jalometalli

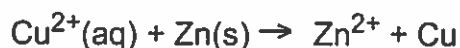
Metallien jalous määritellään niiden pelkistymisreaktioiden perusteella. Pelkistymistä verrataan normaalivetyelektrodin vedyn pelkistymisreaktioon  $2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ , jonka normaalipotentiaali on 0. Jalometallit pelkistyvät helpommin kuin  $\text{H}^+$ , ja niiden normaalipotentiaalien arvot ovat positiivisia. Epäjalo metallit pelkistyvät vaikeammin kuin  $\text{H}^+$  ja niiden normaalipotentiaalien arvot ovat negatiivisia. Kunta suurempi normaalipotentiaalin arvo on, sitä jalompi metalli on kyseessä.

**Esimerkki** (taulukkokirja s.143)

Kennoreaktio	<i>E</i> /V
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,71
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,34
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+1,69

Esimerkin epäjaloin metalli on natrium ja jaloin kulta. Jalomman metallin ioni hapettaa liuokseen lisätyn epäjalomman metallin.

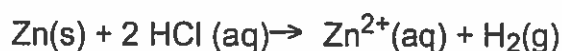
**Esimerkki**

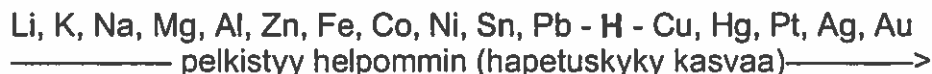


**Tai**

Metallien jännitesarjassa epäjalo metallit sijoittuvat **vedyn** vasemmalle puolelle ja jalometallit oikealle puolelle. Happojen kanssa reagoidessaan epäjalo metallit vapauttavat niistä vetyä. Jalometallit joko eivät reagoi happojen kanssa tai reaktiossa syntyy muuta kaasua kuin vetyä tai muodostuu kompleksi-ioni. Epäjaloitkaan metallit eivät aina reagoi havaittavasti happojen kanssa, jos metallin pinta passivoituu.

**Esimerkki** Epäjalo sinkki ja jalometalli kupari:



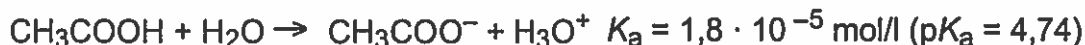
**Osa jännitesarjaa (taulukkokirja s.143)**

Jännitesarjan oikeanpuoleinen metalli pystyy hapettamaan vasemmanpuoleisen sen suolaliuksesta.

Huom. Esimerkit voivat olla muitakin tai niitä voi olla vähemmän. Kuparin reaktio on turhan vaikea.

**b) Vahva happo – heikko happo**

Hapon vahvuus määritellään sen (vesiliuoksessa tapahtuvan) protolyysireaktion pohjalta. Vahvat hapot protolysoituvat täydellisesti, heikot hapot vain osittain. Vahvoja happoja ovat mm. vetykloridi HCl, typpihappo HNO<sub>3</sub> ja rikkihappo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Heikkoja happoja ovat esimerkiksi etikkahappo CH<sub>3</sub>COOH ja hiilihappo H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Heikon hapon vahvuutta kuvaa sen protolyysireaktion tasapainovakio  $K_a$  (happovakio).

**Esimerkki**

Happo on sitä vahvempi, mitä suurempi sen  $K_a$ -arvo on (ja mitä pienempi sen  $pK_a$ -arvo on).

$$pK_a = -\log K_a.$$

Hyvin vahvan hapon, kuten HCl,  $K_a$  ei ole määritelty, koska happo protolysoituu vesiliuoksessa täydellisesti, joten protolysoitumattomien happomolekyylien konsentraatio on 0.

**c) Kiteinen aine – amorfinen aine**

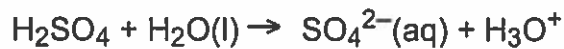
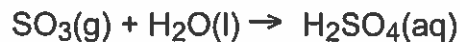
Sekä kiteinen aine että amorfinen aine ovat kiinteän aineen esiintymismuotoja. Kiteisessä aineessa rakenneyksiköt ovat järjestyneet säännölliseen kidehiltaan. Rakenneyksiköitä voivat ovat atomit (metallikiteissä), ionit (esim. NaCl) tai molekyylit (esim. sakkaroosi). Amorfisen aineen rakenneyksiköillä ei ole tarkkaa järjestystä.. Esimerkiksi lasi on amorfinen aine, joka koostuu pääasiassa piin ja alkalimetallien oksideista. Lasi ei kuitenkaan ole seos, sillä sen rakennetta pitävät koossa vahvat

kemialliset sidokset.

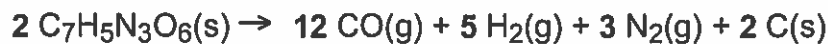
#### d) Emäksinen oksidi – hapan oksidi

Emäksinen oksidi tuottaa veteen liuetessaan emäksisen liuoksen ja hapan oksidi vastaavasti happaman liuoksen. Emäksisiä oksideja ovat alkali- ja maa-alkalimetallien oksidit (mm.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ), happamia oksideja taas ovat epämetallien oksidit (mm.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ).

#### Esimerkki



2. a) Reaktioyhtälön kertoimet (helpointa lienee aloittaa tasapainottaminen vedystä, typestä ja hapestä):



b)  $n(\text{kaasut}) = 3,76 \text{ l} : 22,4 \text{ l/mol} = 0,1679 \text{ mol (NTP)}$

Reaktioyhtälön mukaan

$$n(\text{TNT}) : n(\text{kaasut}) = 2 : (12 + 2 + 3) = 1 : 10$$

$$n(\text{TNT}) = 0,01679 \text{ mol}$$

Räjähäntäneen TNT:n massa

$$m(\text{TNT}) = 0,01679 \text{ mol} \cdot 227,13 \text{ g/mol} = 3,81 \text{ g}$$

$$V_m = 22,4 \text{ l/mol}$$

$$M(\text{TNT}) = 227,13 \text{ g/mol}$$

$$m = nM$$

3. a) Reaktioyhtälö:



b) Reaktio on eksoterminen, koska astia lämpeni selvästi.

c) Alkuperäinen HCl:n ainemäärä:

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

$$n(\text{HCl}) = 0,400 \text{ M} \cdot 0,500 \text{ l} = 0,200 \text{ mol}$$

Magnesiumin ainemäärä:

$$n(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) : M(\text{Mg})$$

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

$$n = m : M$$

$$c = n : V$$

$$n(\text{Mg}) = 2,00 \text{ g} : 24,31 \text{ g/mol} = 0,08227 \text{ mol}$$

Reagoimatonta vetykloridia:

$$0,200 \text{ mol} - 2 \cdot 0,08227 \text{ mol} = 0,03546 \text{ mol}$$

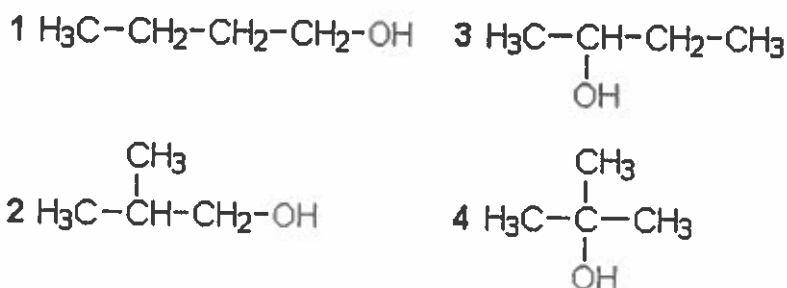
$$c(\text{HCl}) = 0,03546 \text{ mol} : 0,500 \text{ l}$$

$$\text{pH} = -\log ( 0,03546 : 0,500 ) = 1,15$$

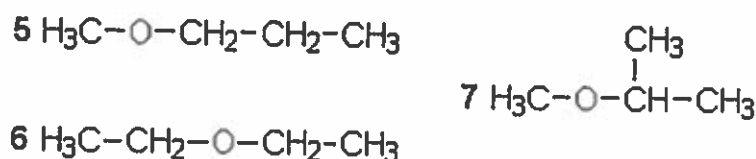
Huom. Myös pH-arvo 1,149 hyväksyttiin, mutta pH-arvon ilmoittamisesta yhdellä desimaalilla vähennettiin 1/3 pistettä.

4. a) Isomeeriset yhdisteet ovat joko alkoholeja tai eettereitä.

#### Alkoholit

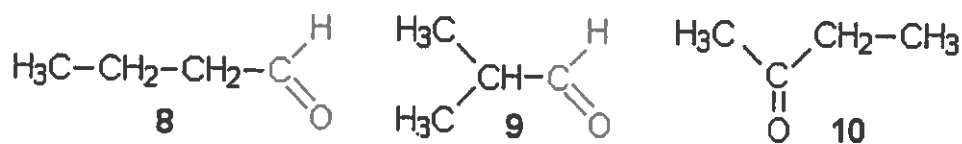


#### Eetterit



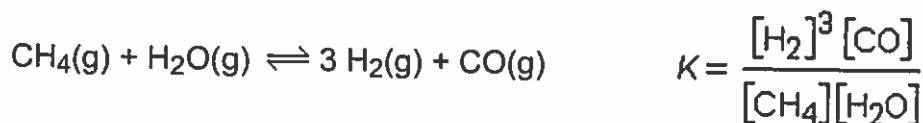
b) Optista isomeriaa esiintyy yhdisteellä 3, koska siinä on asymmetrinen hiiliatomi (johon OH-ryhmä on liittynyt).

c) Vain alkoholit 1, 2 ja 3 voivat hapettua. Alkoholeista 1 ja 2 syntyy aldehydejä (jotka olosuhteista riippuen voivat hapettua edelleen karboksyylihapoiksi, mutta tehtävässä tarkoitettaneen pelkästään aldehydejä). Yhdiste 1 hapettuu yhdisteeksi 8, yhdisteestä 2 tulee aldehydi 9. Sekundaarisesta alkoholista 3 syntyy ketoni 10.



Kaikki kaavat yhtenä kuvana

5. a) Kun 1,00 litran astiaan suljettiin 0,100 mol metaania ja 0,120 mol vettä ja lämpötila nostettiin 750 °C:seen, muodostui astiaan tasapainotilan asetuttua 0,270 mol vetyä.  
Reaktioyhtälö



Tasapainovakion lauseke  $K = [\text{H}_2]^3[\text{CO}] : ([\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}])$

b) *Tasapainokonsentraatiot*

$$[\text{H}_2] = 0,270 \text{ mol / l}$$

Reaktioyhtälön mukaan hiilimonoksidia syntyy 1/3 vedyn määrästä, joten

$$[\text{CO}] = 0,090 \text{ mol / l.}$$

Koska kaikki O-atomit ovat peräisin vedestä,

$$[\text{H}_2\text{O}] = (0,120 \text{ mol} - 0,090 \text{ mol}) / \text{l} = 0,030 \text{ mol / l}$$

Koska kaikki hiili on peräisin metaanista,

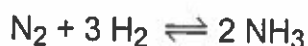
$$[\text{CH}_4] = (0,100 \text{ mol} - 0,090 \text{ mol}) / \text{l} = 0,010 \text{ mol / l}$$

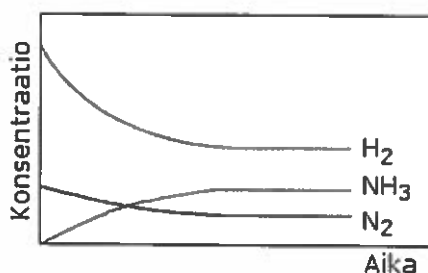
Sijoitetaan arvot tasapainovakion lausekkeeseen:

$$0,270^3 \cdot 0,090 : (0,010 \cdot 0,030) \text{ mol}^2 / \text{l}^2 = \mathbf{5,90 \text{ mol}^2 / \text{l}^2}$$

c) Reaktio tapahtuu kaasufaasissa, joten paineen kasvu siirtää tasapainoa siihen suuntaan, missä kaasumolekyylejä on vähemmän (lähtöaineiden suuntaan). **Vetyä syntyy siis vähemmän**, koska paine lisääntyy astian tilavuuden pienetessä 1,00 litrasta 0,500 litraan.

6. a) Reaktio on **ammoniakkisynteesi**. Lähtöaineina ovat typpi ja vety. Vedyn määrä lähtötilanteessa on kolminkertainen typpeen verrattuna eikä ammoniakkia ole lainkaan. Tasapainotilassa ammoniakkia on kaksinkertainen määrä typpeen verrattuna.





b) Reaktion käynnistyessä ammoniakin konsentraatio alkaa kasvaa ja typen sekä vedyn konsentraatio pienetä. Konsentraatiot muuttuvat selvästi siihen asti, kunnes saavutetaan tasapainotila. Vaikka tasapaino on dynaaminen konsentraatioiden minimaaliset muutokset eivät näy käyrissä, vaan käyrät tasaantuvat vaakasuoriksi viivoiksi.

c) Etenevä reaktio hidastuu lähtöaineiden konsentraatioiden pienenessä. Käänteisen (palautuvan) reaktion nopeus lisääntyy sitä mukaa kuin tuotteiden konsentraatio kasvaa. Tasapainossa molempien reaktioiden nopeudet ovat yhtä suuret.

 YLE. Klaffi, Professori Saarisen vastaus (2:09 min)

## 7. HNO<sub>3</sub>-liuoksen valmistus ja konsentraation tarkistus

1. Lasketaan tarvittava HNO<sub>3</sub>:n ainemäärä.

$$n(\text{HNO}_3) = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 500 \text{ ml} = 0,050 \text{ mol}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,050 \text{ mol} \cdot 63,01 \text{ g/mol} = 3,1505 \text{ g}$$

2. Koska käytettävissä on 36 massa-% HNO<sub>3</sub>-liuosta, lasketaan, kuinka suuri tilavuus typpihappoa on mitattava.

Merkitään  $x$  = mitattavan 36 % HNO<sub>3</sub>-liuoksen massa

$$m(\text{HNO}_3) = 0,36 \cdot x = 3,1505 \text{ g}$$

$$x = 8,751 \text{ g}$$

$$V(\text{HNO}_3 \text{ 36 \%}) = 8,751 \text{ g} : 1,214 \text{ kg/l} = 7,21 \text{ ml}$$

3. Mitataan mittapipetillä (tai byretistä) 7,2 ml väkevää HNO<sub>3</sub>-liuosta 500 ml:n

mittapulloon. Täytetään mittapullo tislattulla vedellä merkkiin saakka ja sekoitetaan hyvin kääntelemällä pulloa ylös ja alas korkkia kädellä tukien.

$$n = cV$$

$$c(\text{liuos}) = 0,100 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{liuos}) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,01 \text{ g/mol}$$

$$m = nM$$

$$\rho(\text{HNO}_3 \text{ 36 \%}) = 1,214 \text{ kg/l}$$

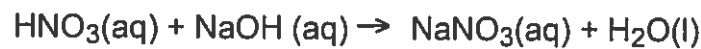
$$V = m : \rho$$





Mitattaessa on varottava happoroiskeita. Hansikkaat käteen ja suojalasit päähän! Väkevässä  $\text{HNO}_3$ -liuoksessa on pistävä haju. On parasta tehdä mittaus vetokaapissa.

4. Valmistetun  $\text{HNO}_3$ -liuoksen pitoisuus voidaan tarkistaa titraamalla  $\text{NaOH}$ -liuoksella. Koska liuoksen konsentraatioksi tavoiteltiin arvoa 0,100 mol/l, titraukseen sopii esimerkiksi 0,050 M  $\text{NaOH}$ -liuos. Sitä kuluu 5 ml:n näytettä kohti noin 10 ml. Titrausliuos pannaan byrettiin ( $V = 50$  ml). Mitataan 5 ml:n täyspipetillä näyte  $\text{HNO}_3$ -liuoksesta keitinpulloon. Lisätään indikaattoriksi esim. pisara fenoliftaleiinia. Titrataan juuri ja juuri punertavaksi. Toistetaan määrittäminen uudesta näytteestä.



Tuloksen laskeminen

$$c(\text{HNO}_3) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) : V(\text{HNO}_3)$$

- +8.** Hiilivedyt. Miten hiilivedyn rakenne vaikuttaa sen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin?

Aihe on varsin laaja, joten rajaukset ovat tarpeen. Ohessa jäsenysehdotus. Se ei suinkaan pyri olemaan ainoa oikea, jokeriin voi aina vastata monella erinomaisella tavalla.

- **Hiilivetyjen rakenteen mukainen jaottelu:** alkaanit, alkeenit, alkyynit (syklisiä hiilivetyjä voi sisällyttää em. ryhmiin), aromaattiset hiilivedyt, rakennekaavoja esimerkkeihin

Jako "tyyydyttyneet — tyydyttymättömät —aromaattiset" on syytä käsitellä tarkasti.

Sidosrakenne: tetraedri ( $\text{sp}^3$ ), kaksoissidos ( $\text{sp}^2$ ), kolmoissidos ( $\text{sp}$ ), aromaattisuus,  $\pi$ -elektronit

- Fysikaalisista ominaisuuksista lukion kursseissa tulevat esiin olomuodot ja liukoisuus. Liukoisuus voidaan kyllä tulkita myös kemialliseksi ominaisuudeksi.  
**Olomuodot:** Riippuvuus molekyylin koosta ja muodosta sekä vaikuttavat sidosvoimat
- Erottamismenetelmät, jakotislaus  
**Liukoisuus:** Poolittomuus. Tässä voisi mainita hiilivetyjen käytöstä liuottimina ja voiteluaineina (perustellen miksi ne soveltuvat tällaiseen käyttöön).

Värittömyys (kiinteät vaaleita) ja *hajuominaisuudet*

- **Kemialliset ominaisuudet**

*Tyydyttyneet* pienimolekyyliset (alle 15 C-atomia): palamisreaktio energiantuotannossa, maakaasu, bensiini, öljy

Substituutioreaktiot

*Tyydyttymättömät*

Additioreaktiot, myös polyadditio ja sen teollinen merkitys (vs. luonnon kautsu)

*Aromaattiset*

Substituutioreaktiot

Esimerkkejä tietysti jokaisesta mukaan ja perustelut reaktiotyyppiin hiilivedyn rakenteen pohjalta!

---

KEMIAN SIVUT

Yo-sivujen alku

