

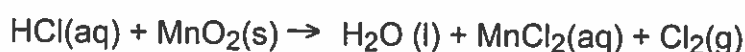
KEMIAN SIVUT

Ylioppilaskokeen kemian kysymykset, kevät 2000

1. Selvitä, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä: **a)** endoterminen reaktio, **b)** vetysidos, **c)** pelkistin, **d)** allotropia, **e)** heterosyklinen yhdiste, **f)** proteiinin primaarirakenne.

Ratkaisu

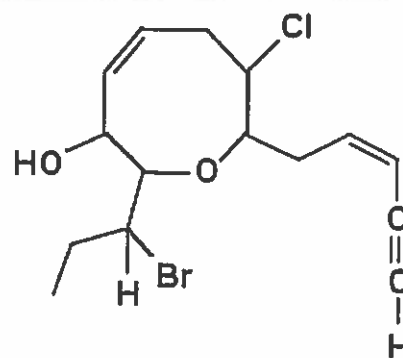
2. Kloorikaasua voidaan valmistaa laboratoriossa mangaanidioksidin ja vetykloridin välisessä reaktiossa:



- a)** Määritä reaktioyhtälön kertoimet. **b)** Kuinka suuri tilavuus kloorikaasua, jonka tiheys on 3,17 g/l, voi muodostua, kun 55,5 ml:aan 0,102 M HCl-liuosta lisätään 0,222 g MnO_2 ?

Ratkaisu

3. Useat eläimet tuottavat aineita, jotka suojaavat niitä vihollisilta. Eräs meressä elävä kuoreton nilviäinen muodostaa ympärilleen suojaavan limakalvon, joka sisältää viereisessä kuvassa esitettyä myrkyllistä yhdistettä.



- a)** Mitä funktionaalisia (toiminnallisia) ryhmiä yhdisteessä on?

- b)** Kuvan yhdiste voi osallistua moniin erityyppisiin reaktioihin. Esitä jonkin sen additio- ja esteröitymisreaktiossa muodostuvan yhdisteen rakennekaava.

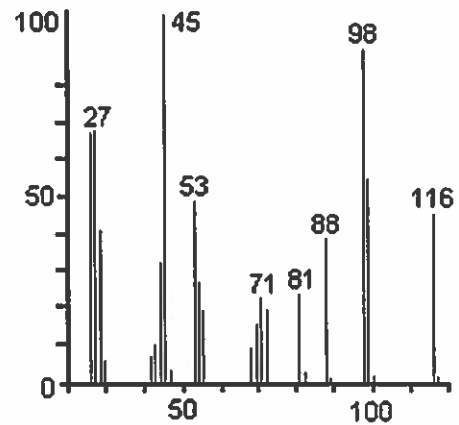
Ratkaisu

4. Osoita reaktioyhtälöä hyväksi käyttäen, että
- a)** kaliumnitraatin vesiliuos johtaa sähköä,
- b)** kloori on voimakkaampi hapetin kuin bromi,

- c) amiini on emäs,
d) muurilaasti kovettuu ilmassa.

Ratkaisu

5. Massaspektrometriaa käyttämällä erään hiiltä, vetyä ja happea sisältävän dikarboksyylihapon moolimassaksi saatiin 116 g/mol. Mikä on yhdisteen molekyylikaava? Laadi myös yhdisteen mahdolliset rakennekaavat ja perustele kussakin tapauksessa, onko kyseinen molekyyli poolinen (polaarinen) vai pooliton.



Ratkaisu

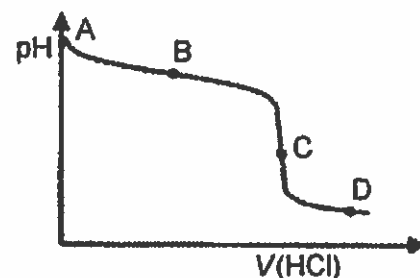
6. Kloroformiliuoksessa dityppitetroksidi hajoaa reaktion



mukaisesti. Kun 2,50 moolia N_2O_4 lisättiin 1,00 litraan kloroformiliuosta, muodostui astiaan tasapainon asetuttua 2,20 mol NO_2 . a) Laske reaktion tasapainovakion arvo. b) Tähän tasapainoseokseen lisättiin 1,20 mol NO_2 . Mikä oli typpidioksidin konsentraatio liuoksessa, kun tasapainotila jälleen asettui?

Ratkaisu

7. Kun ammoniakkin vesiliuosta titrattiin suolahapolla, saatiin oheisen kuvan titrauskäyrä. Valitse pisteistä A - D se, jossa
- ammoniakin konsentraatio on suurin,
 - ammoniumionin konsentraatio on suurin,
 - liuos on puskuriliuos.
 - Onko liuos pisteessä C hapan, neutraali vai emäksinen? Perustele kussakin tapauksessa vastauksesi.



Ratkaisu

-
- +8.** Analyysiä varten on usein tarpeellista jakaa kemiallisten aineiden seos komponentteihin. Tarkastele menetelmiä, joita voidaan käyttää seoksessa olevien aineiden saattamiseksi erilleen toisistaan.

Ratkaisu

KEMIAN SIVUT
Yo-sivujen alku



KEMIAN SIVUT

Kemian ylioppilastehtävien ratkaisut, kevät 2000

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

1. a) Endoterminen reaktio on reaktio, jossa sitoutuu energiaa (lämpöä). Reaktioentalpia on positiivinen eli $\Delta H > 0$.

b) Vetysidos on molekyylien välinen tai molekyylien eri osien välinen sidos, jossa vetyatomi on samanaikaisesti sitoutunut kahteen tai useampaan atomiin. Vetysidoksia muodostuu yleisesti silloin, kun vety on liittynäänä fluoriin, happeen tai typpeen. Esim. veden H_2O pienimolekyyliselle yhdisteelle korkea kiehumispiste johtuu vesimolekyylien välisistä vahvoista vetysidoksista. Vetysidoksilla on keskeinen merkitys myös DNA:n ja proteiinimolekyylien avaruusrakenteen muovautumisessa.

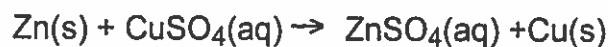


Vesimolekyyli voi muodostaa neljä vetysidosta, koska sen happiatomissa on kaksi vapaata elektroniparia ja happiatomiin on sitoutunut kaksi vetyatomia.

Vrt. yo s96 ratkaisun DNA-kuva

Vetysidokset on merkitty DNA-kuvaan pisteiviivalla, jonka alla on alla vihreä viiva.

c) Pelkistin on aine, joka pelkistää toisen aineen samalla itse hapettuen. Pelkistin luovuttaa hapettumis-pelkistymisreaktiossa elektroneja eli sen hapettumisluku kasvaa. Esimerkiksi reaktiossa



metallinen sinkki Zn^0 toimii pelkistimenä, joka pelkistää Cu^{2+} -ionin metalliseksi kupariksi Cu^0 samalla itse hapettuen +2:n arvoiseksi ioniksi. Tehtävän 2. reaktiossa Cl^- -ionit pelkistävät Mn^{4+} -ionin Mn^{2+} :ksi itse hapettuen Cl_2 :ksi.

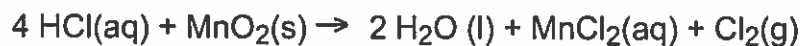
d) Allotropia tarkoittaa sitä, että alkuaineella on samassa olomuodossa rakenteeltaan erilaisia esiintymismuotoja, joissa sidokset ja atomien järjestys eroavat toisistaan. Allotrooppien fysikaaliset ominaisuudet poikkeavat toisistaan huomattavasti. Esim. alkuainehiili voi olla joko grafiittia, timanttia tai fullereenia.

Vrt. yo s95 tehtävä 7

e) Heterosyklinen yhdiste on orgaaninen rengasrakenteinen yhdiste, jossa renkaaseen sisältyy jokin ns. heteroatomi, tavallisimmin happi, typpi tai rikki. Esimerkiksi tehtävän 3. yhdiste on heterosyklinen.

f) Proteiinit koostuvat peptidisidoksin toisiinsa peräkkäin liittyneistä aminohapoista. Aminohappoketjun aminohappojen järjestys on proteiinin primaarirakenne.

2. a) Reaktio on hapettumis-pelkistymisreaktio, joten elektronien määrää on hyvä tarkkailla. Kertoimet pystyy kuitenkin määrittämään ilman alustavaa elektronien laskemista.



Kaksi Cl^- -ioneista hapettuu, jolloin ionit menettävät yhteensä kaksi elektronia. Mangaanin hapettumisluku muuttuu +4:stä +2:ksi, mihin tarvitaan nämä kaksi elektronia.

b) $M(\text{MnO}_2) = 86,94 \text{ g/mol}$ ja $M(\text{Cl}_2) = 70,90 \text{ g/mol}$

Koska molempien lähtöaineiden määrä on ilmoitettu, lasketaan niiden ainemäärät:

$$n(\text{HCl}) = 0,00555 \text{ l} \cdot 0,102 \text{ M} = 5,5661 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{MnO}_2) = 0,222 \text{ g} : 86,94 \text{ g/mol} = 2,5535 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

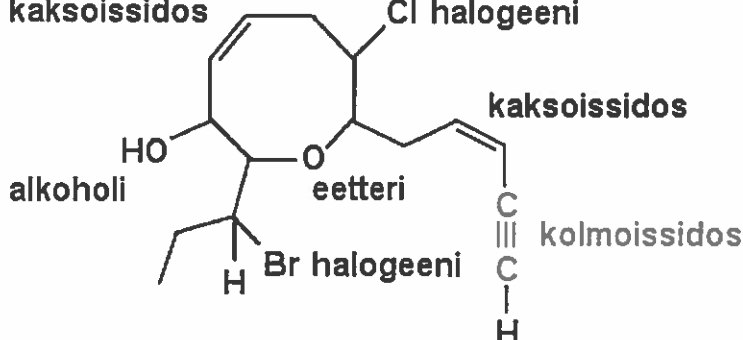
HCl :n ainemäärä on reaktioyhtälön mukaan laskien liian pieni, jotta kaikki MnO_2 reagoisi. Syntyvän Cl_2 :n määrä riippuu siten HCl :n ainemäärästä:

$$n(\text{Cl}_2) = 5,5661 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 4 \text{ ja } m(\text{Cl}_2) = (5,5661 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 4) \cdot 70,90 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 5,5661 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 4 \cdot 70,90 \text{ g/mol} : 3,17 \text{ g/l} = 0,0317 \text{ l} = 31,7 \text{ ml}$$

YLE Klaffi, Professori Saarisen vastaus (0:55 min)

3. kaksoissidos Cl halogeeni



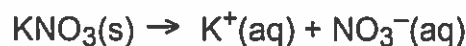
- a) Yhdisteessä on kaksi kaksoissidosta, yksi kolmoissidos, alkoholihydroksyyli, eetterihappi sekä halogeenit kloori ja bromi.

b) Additioreaktio tapahtuu helpoiten kolmoissidokseen, johon voi liittyä esim. HCl. Esteröityminen tapahtuu OH-ryhmän kanssa, esim. etikkahappoanhydridillä saadaan etikkahapon CH₃COOH esteri.

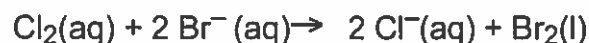
Rakennekaavojen kirjoittaminen

Huom. Pelkästään tuotteiden rakennekaavat riittävät b-kohdassa. **Reagensseja ei tarvitse mainita.** Liittymisreaktiotuote voi olla muukin, esim. veden liittyessä syntyvä alkoholi tai bromaustuote. Esteröitymistuote voi samoin olla jokin muukin, tai se voidaan kirjoittaa myös käyttäen hyväksi karboksyylihapon RCOOH yleistä esitystapaa. Epäorgaaniset hapotkin muodostavat estereitä.

4. a) Kaliumnitraatti liukenee veteen helposti ioneiksi, jotka kuljettavat sähköä.



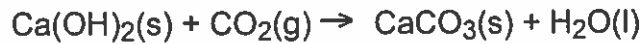
b) Kloori on bromia elektronegatiivisempi, joten se riittää bromilta elektroneja. Kloori siis pystyy hapettamaan bromin.



c) Amiinissa typpiatomilla on vapaa elektronipari, johon protoni voi sitoutua. Reaktio on esitetty tässä primaariselle amiinille, mutta se tapahtuu vastaavasti sekundaariselle ja tertiaariselle amiinille.



d) Muurilaastiseoksessa on sammutettua kalkkia Ca(OH)₂, joka reagoi ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kovaksi kiteytyvää karbonaattia:

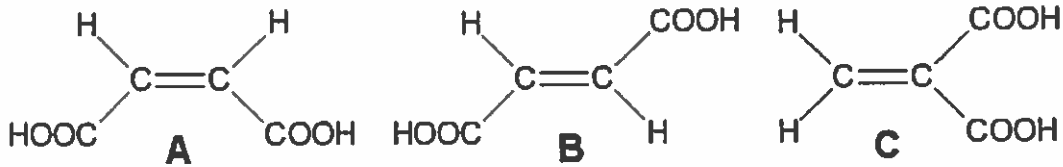


5. Dikarboksyylihappo on $\text{R}(\text{COOH})_2$.

Kahdesta COOH -ryhmästä kertyy moolimassaa yhteensä $2 \cdot (12 + 16 + 16 + 1) \text{ g/mol} = 90 \text{ g/mol}$, joten R:n osuudeksi jää $116 \text{ g/mol} - 90 \text{ g/mol} = 26 \text{ g/mol}$.

$$M(\text{C}_2\text{H}_2) = 2 \cdot (12 + 1) \text{ g/mol} = 26 \text{ g/mol}$$

Hapon molekyylikaava on siten $\text{C}_2\text{H}_2(\text{COOH})_2 = \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$



Mahdollisia rakennekaavoja on kolme. Yhdisteet A ja C ovat poolisia, koska molemmat pooliset COOH -ryhmät sijaitsevat niissä molekyylin toisella laidalla. Yhdiste B on (lähes) pooliton, koska COOH -ryhmät sijoittuvat molekyylin vastakkaisiin päihin.

6. a) Reaktioyhtälö



Aine	c alussa	c tasapainossa	Yksikkö
N_2O_4	2,50	$2,50 - 2,20 = 1,40$	M
NO_2	0	2,20	M

$$K = [\text{NO}_2]^2 : [\text{N}_2\text{O}_4] = (2,20 \text{ M})^2 : 1,40 \text{ M} = 3,46 \text{ M}$$

b) Kun tasapainoseokseen lisätään 1,20 mol NO_2 , uusi tasapaino siirtyy lähtöaineen suuntaan.

Aine	c alussa	c tasapainossa	Yksikkö
N_2O_4	1,40	$1,40 + 0,5x$	M
NO_2	$2,20 + 1,20 = 3,40$	$3,40 - x$	M

$$K = [\text{NO}_2]^2 : [\text{N}_2\text{O}_4] = (3,40 - x)^2 : (1,40 + 0,5x) = 3,46 \text{ (M:t pois jättäen)}$$

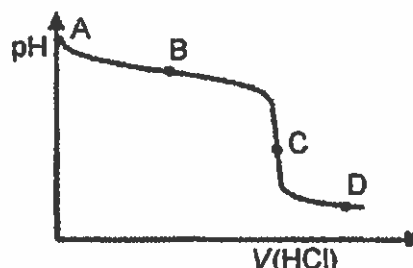
$$x^2 - 6,80x + 11,56 = 3,46 \cdot 1,40 + 3,46 \cdot 0,5x$$

$$x^2 - 8,53x + 6,716 = 0$$

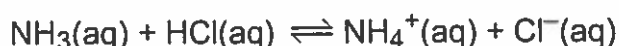
$$x = 0,88 \text{ M (vain pienempi juurista kelpaa)}$$

$$[\text{NO}_2] = 3,40 \text{ M} - 0,88 \text{ M} = 2,52 \text{ M}$$

7. a) Ammoniakin konsentraatio on suurin heti titrauksen alussa pisteessä A, koska ammoniakkia ei vielä ole lainkaan neutraloitu.



b) Ammoniumionin konsentraatio on suurin titrauksen päätepisteessä C (ekvivalenttikohdassa), koska tällöin kaikki ammoniakki on reagoinut (mutta liuostilavuus ei vielä ole niin suuri kuin esim. pisteessä D):



c) Liuos on puskuriliuos kohdassa B, jossa jäljellä olevan ammoniakin konsentraatio on yhtä suuri kuin titrauksessa muodostuneiden ammoniumionien. Kyseessä on heikon emäksen NH_3 ja sen suolan NH_4Cl (varsinaisesti ammoniumionin, joka voi toimia happona) muodostama puskurisysteemi, jonka pH on lievästi emäksisellä puolella.

Huom. Pisteessä D liuos ei ole puskuroitu, vaikka titrauskäyrässä on loiva tasannemainen osa kuten pisteen B ympäristössäkin. Tällä alueella liuoksessa on ylimäärin vahvaa happoa ja vähemmän heikkoa happoa NH_4^+ . Liuoksen pH laskee hitaasti, koska liuokseen lisätään happoa vähän kerrallaan ja kaikki vahva happo on täysin protolysoitunut.

d) Pisteessä C liuos on lievästi hapan, koska heikkoa emästä titrataan vahvalla hapolla. Ammoniumionit hydrolysoituvat ja reaktiossa syntyy oksoniumioneja:



 [YLE, Klaffi, Professori Saarisen vastaus \(1:19 min\)](#)

+8. Vastaukseen voi sisällyttää esim. seuraavia menetelmiä: suodatus, saostus, tislauk, sublimointi, uuttaminen, kiteytys, kromatografiat, elektroforeesi.

Menetelmästä kuvataan käytännön toteutus, kemiallis-fysikaaliset perusteet ja menetelmän rajoitukset sekä esimerkkejä käyttötilanteesta. Kaksi tai kolme menetelmää voi valita tarkemman käsittelyn kohteeksi.

Yo-sivujen alku

