

Päähaku, kemian kandiohjelma

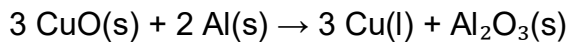
Ensimmäisen vaiheen valintakoe 22.5.2020 klo 14-17

- Varmista, että tehtävätiedostossasi on:
 - Kolme tehtävisivua, joissa on tehtävät nro. 1 – 7.
 - Kaksi liitesivua: LIITE1 – Luonnonvakioita ja LIITE 2 –Jaksollinen järjestelmä
- Vastaa suomeksi tai ruotsiksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
- Kirjoita vastauksesi joko **kynällä paperille** tai **koneella soveltuvia ohjelmistoja käyttäen**
 - Jos vastaat paperille:
 - Kirjoita nimesi ja henkilötunnuksesi jokaiselle sivulle. Aloita uusi tehtävä aina uudelle sivulle.
 - Kirjoita lyijykynällä ja selvällä käsialalla. Varmista että teksti on myös skannattuna selkeää. Arvostelija tulkitsee tulkinnanvaraiset merkinnät vähiten pisteitä tuottavan vaihtoehdon mukaisesti.
 - Skannaa tai valokuvaa huolellisesti vastauksesi.
 - Jos vastaat koneella kirjoittaen:
 - Kirjoita nimesi ja henkilötunnuksesi joka sivulle. Aloita uusi tehtävä aina uudelle sivulle.
- Varmista, että jätät tallentamiseen riittävästi aikaa.

Tehtävät ja mallivastaukset

Tehtävä 1. (4 p)

Yksi esimerkki termiittireaktioista (**thermos** = lämpö, kuumuus) on kuparioksidin ja alumiinin välinen reaktio.



Reaktiossa vapautuu niin paljon lämpöä, että muodostuu sulaa kuparia. Reaktiota voidaan siksikin käyttää kuparijohtimien hitsaukseen.

- Mikä tai mitkä aineet hapettuvat ja mitkä pelkistyvät reaktiossa? Perustele vastauksesi.
- Kuinka paljon kuparia muodostuu, jos käytettävissä on 3,141 g kuparioksidia ja 4,184 g alumiinia?

Mallivastaus:

a. $\text{Cu} + 2 \rightarrow 0$ **pelkistyy**

$\text{Al } 0 \rightarrow +2$ **hapettuu**

b. $M(\text{CuO}) = 79,545 \text{ g/mol}$

$M(\text{Al}) = 26,982 \text{ g/mol}$

$n(\text{CuO}) = m/M = 0,039487 \text{ mol}$

$n(\text{Al}) = 0,15507 \text{ mol}$

CuO tarvitaan $3/2$ x alumiinin ainemäärä: $3/2 \cdot n(\text{Al}) \gg n(\text{CuO})$ joten CuO loppuu ensin

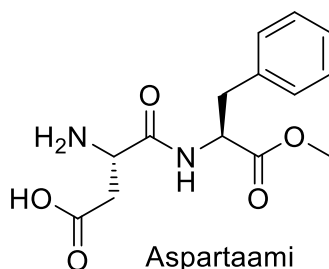
$n(\text{Cu}) = n(\text{CuO}) = 0,039487 \text{ mol} \cdot 63,546 \text{ g/mol} = \mathbf{2,509 \text{ g} \approx 2,51 \text{ g}}$

- ellei rajoittavaa tekijää huomioitu, maks 1,5 p.

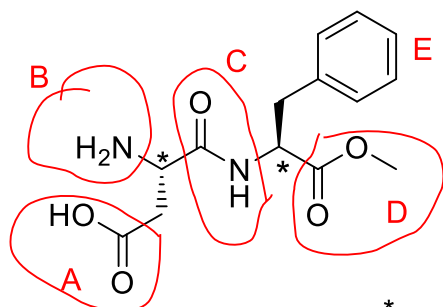
Tehtävä 2. (6 p)

Aspartaami on keinotekoinen makeutusaine, jolla voidaan korvata sakkaroosi esimerkiksi limonadeissa ja makeisissa. Aspartaami on polyfunktionaalinen yhdiste, kuten oheisesta rakennekaavasta ilmenee.

- Nimeä aspartaamimolekyylin funktionaaliset ryhmät.
- Käsitellään aspartaamia vahvan hapon vesiliuoksessa hieman lämmittäen (esim. 0,2 M $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, 50 °C). Mitä reaktioita molekyylin funktionaalisille ryhmille voi tällöin tapahtua? Kirjoita reaktioyhtälöt rakennekaavoin.
- Päättele molekyylirakenteen perusteella, voiko aspartaami olla optisesti aktiivinen yhdiste. Perustele!

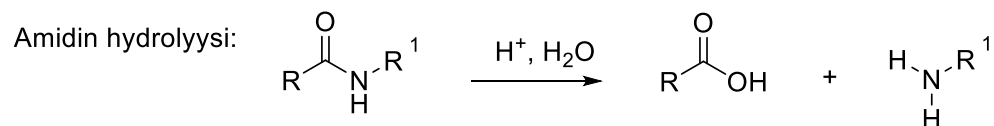
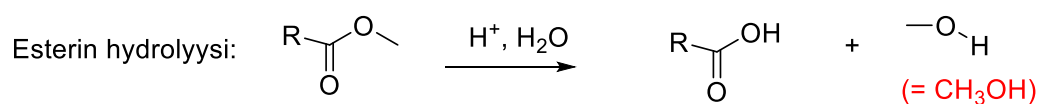


Hyvän vastauksen piirteet:

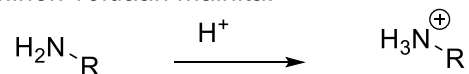


- A: karboksyyli- tai karboksiryhmä. Myös karboksyylihapporyhmä hyväksytään.
- B: aminoryhmä
- C: amidoryhmä, amidiryhmä
- D: esteriryhmä (myös etyylikarbonyyli)
- (E: aryyli- tai aromaattinen rengas; tätä ei kaikissa lähteissä luokitella funktionaaliseksi ryhmäksi, joten maininnan puuttuminen tässä ei ole virhe)

b.



Myös amiinin protonoituminen voidaan mainita:



- c. Molekyylillä voi olla optisesti aktiivinen, koska siinä on kaksi asymmetristä hiiliatomia (hiiliatomi, johon on sitoutunut 4 erilaista atomia tai atomiryhmää). Hyvässä vastauksessa asymmetriset hiiliatomit on osoitettu rakennekaavassa (ks. yllä).

Tehtävä 3. (6 p)

Titraus on keskeinen kemian analyysimenetelmä.

- Kuvaile, miten happo-emästitraus tehdään ja mitä välineistöä tarvitaan. Mitä ioneja liuoksessa on titrauksen alussa, ekvivalenttipisteessä ja titrauksen lopussa, kun etikkahappoliuosta (aq) titrataan natriumhydroksidiliuoksella (aq).
- Hahmottele piirroksen avulla titrauskäyrää, kun heikkoa emästä titrataan vahvalla hapolla. Selitä titrauskäyrän muoto ja merkitse titrauksen kannalta oleelliset kohdat piirroksesi. Perustele kemiallisesti.
- Titrataan 20,0 ml 0,100 M etikkahappoliuosta 0,100 M NaOH -liuoksella. Määritä ekvivalenttikohdan pH. Etikkahapon $pK_a = 4,75$.

Hyvän vastauksen piirteitä:

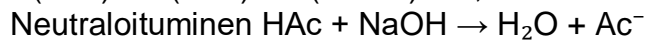
- 2 p.: Mainittava:
 - Välineet
 - titrattava astiaan
 - sekoitus
 - byretti josta titraattori tiputetaan vähän kerralla
 - pH:n seuraaminen ja ekvivalenttikohdan havaitseminen
 - indikaattori tai pH-mittari
 - ekvivalenttikohdan havaitsemisen kuvailu: indikaattori tai pH:n muutos
 - Ionit alussa
 - Alussa: H^+ ja Ac^- (sekä hyvin pieni määrä OH^- ; tarkennettava, että hyvin vähän)
 - Ionit ekvivalenttipisteessä (ja lopussa)
 - Ekvivalenttipisteessä: Ac^- ja Na^+ (sekä pieniä määriä H^+ ja OH^-)
 - Titrauksen lopussa on tulkinnanvarainen, koska titraus voidaan lopettaa ekvivalenttipisteessä. Jos mennään ohi, niin OH^- ja Ac^- ja Na^+
- Käyrä hahmoteltu ja perusteltu 2 p.:
 - Käyrä epäsymmetrinen, emäksisestä happamaan, akselit nimetty
 - Perustelut (vähintään 2 kohtaa perusteltu)
 - alussa pH emäksinen koska heikko emäs
 - puskurialue koska liuoksessa on heikkoa emästä ja sen vastin happo ja näiden konsentraatiot ovat samaa suuruusluokkaa.
 - ekvivalenttipisteessä $pH < 7$ koska muodostuu hapan suola
- 2 p.:

Alussa $n(HAc) = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 0,0200 \text{ l} = 0,00200 \text{ mol}$

$$n(NaOH, \text{ lisätty}) = n(HAc) = 0,00200 \text{ mol}$$

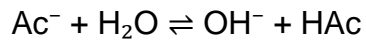
$$V(NaOH, \text{ lisätty}) = n/c = 0,00200 \text{ mol} / (0,100 \text{ mol/l}) = 0,0200 \text{ l}$$

$$V(\text{kok.}) = V(\text{HAc}) + V(\text{NaOH}) = 0,0400 \text{ l}$$



Ekvivalenttipisteessä $n(\text{Ac}^-) = n(\text{HAc, alussa})$; $c(\text{Ac}^-) = 0,00200 \text{ mol}/0,040 \text{ l} = 0,0500 \text{ mol/l}$

Ekvivalenttipisteessä liuoksessa vallitsee asetaatti-ionin protolyysitasapaino:



alku	0,0500 M	0	0
muutos	-x	x	x
tp	0,05-x	x	x

$$\text{pKb} = 14,00 - \text{pKa} = 9,25; \text{Kb} = 5,623 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{HAc}][\text{OH}^-]/[\text{Ac}^-] = x^2/(0,05-x) = 5,623 \cdot 10^{-10}$$

Saadaan $x = -5,3026 \cdot 10^{-6}$ tai $x = 5,30208 \cdot 10^{-6}$, joista hylätään negatiivinen juuri.

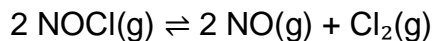
(Voidaan myös approksimoida:

$$K \approx x^2/(0,05) \approx 5,623 \cdot 10^{-10}, \text{ jolloin } x = 5,3024 \cdot 10^{-6} = [\text{OH}^-])$$

$$\text{pOH} = -\lg([\text{OH}^-]) = 5,2756 \text{ ja } \text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 8,7244 \approx \mathbf{8,72}$$

Tehtävä 4. (4 p)

Tietyissä lämpötilassa reaktion



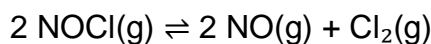
tasapainovakio $K = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-1}$.

- Reaktioastiaan, jonka tilavuus on $1,00 \text{ dm}^3$ suljetaan $1,75 \text{ mol NO}$ ja $1,00 \text{ mol Cl}_2$. Määritä kaikkien aineiden konsentraatiot tasapainotilassa.
- Mihin suuntaan reaktion tasapainotila siirtyy, jos vakio­lämpötilassa reaktioastian tilavuus kaksinkertaistetaan? Perustele vastauksesi.

Mallivastaus:

- Alku: $c(\text{NO}) = 1,75 \text{ mol/l}$; $c(\text{Cl}_2) = 1,00 \text{ mol/l}$

alussa ei ole NOCl:ää joten reaktio etenee vasemmalle



alku	0	1,75	1,00
muutos	+2x	-2x	-x
tp	2x	1,75-2x	1,00-x

$$K = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-1}$$

$$(1,75-2x)^2 (1,00-x) / (2x)^2 = 1,5 \cdot 10^{-5}$$

*Tästä tulee kolmannen asteen yhtälö, jota on hankala ratkaista käsin. Symbolisella laskimella tehtävä on ratkaistavissa helposti, mutta käsin se ei ole suoraviivaisesti ratkaistavissa. **Täydet pisteet ansaitaan pääsemällä tähän yhtälöön asti.***

Yhtälön ratkaisu: $x = 0.86844$, $x = 0.88203$, $x = 0.99952$

Näistä juurista vain $x = 0.86844$ kelpaa, koska muutoin NO:n konsentraatiosta tulee negatiivinen.

Saadaan loppukonsentraatiot:

$$c(\text{NOCl}) = 2x = 2 \cdot 0.86844 \text{ mol/l} = 1,74 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{NO}) = 1,75 - 2x = 0,0131 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{Cl}_2) = 1,00 - x = 0,132 \text{ mol/l}$$

- tilavuuden kaksinkertaistaminen tarkoittaa, että paine puolittuu, kun lämpötila on vakio. Paineen pienentyessä tasapaino siirtyy siihen suuntaan, jossa on enemmän kaasumooleja.

Tehtävä 5. (4 p)

Kinetiikka on reaktionopeuksia tutkivaa ja selittävää kokeellista tiedettä. Reaktioiden nopeutta eri olosuhteissa voidaan verrata esimerkiksi suorittamalla useita kokeita eri alkukonsentraatioilla tai seuraamalla reaktion edistymistä jonkun tilanteeseen soveltuvan analyysimenetelmän avulla.

Reaktiokinetiikan keskeisen sanastoon kuuluu, lämpötila, konsentraatio, aika, aktivaatioenergia, molekyylien väliset törmäykset ja nopeusvakio.

Kirjoita lyhyt kinetiikka-aiheinen essee, jossa käsittelet aihetta monipuolisesti.

Hyvän vastauksen piirteet:

Vastauksessa voidaan käsitellä esimerkiksi

- reaktionopeuden määritelmä: konsentraation muutos ajassa
- kuvataan koe, jolla voidaan määrittää reaktion nopeus
- kerrotaan, miten eri aspektit vaikuttavat reaktion nopeuteen ja perustellaan (asia perusteltuna tai selitettynä, esim.):
 - lämpötila perusteltu törmäysten määrällä,
 - hienojakoisuus perusteltu reaktiopinta-alalla,
 - sekoitus perusteltu törmäysten määrällä,
 - aktivaatioenergia selitetty reaktion energiakynnyksenä,
 - katalysaattori selitetty aineena, joka nopeuttaa reaktiota ilman, että itse katalysaattori kuluu

Tehtävä 6. (3 p)

Mikä motivoi sinua opiskelemaan kemiaa? Kirjoita vapaamuotoinen lyhyt essee, jossa pohdit ainakin seuraavia kysymyksiä:

- Millaisia urahaaveita tai -suunnitelmia sinulla on ollut?
- Miten ja milloin kiinnostus luonnontieteisiin syntyi?
- Millaisessa työssä haluat, toivot ja uskot olevasi kymmenen vuoden päästä?

Arviointiperusteet:

- Kussakin kohdassa: esityksen selkeys, konkreettisuus ja realismi
- Urahaaveet: yhteensopivuus koulutusohjelman tavoitteiden kanssa
- Kiinnostus luonnontieteisiin: pitkäaikaisuus, koulutuksen osuus sekä omaehtoinen harrastuneisuus
- Päämäärän tiedostaminen ja perustuminen haettuun koulutukseen

Tehtävä 7. (3 p)

Kemian opiskelussa tarvitaan kohtuullista englannin kielen taitoa ja vähintään tyydyttävää valmiutta oppia ja soveltaa matematiikkaa.

Kemistin työ vaatii huolellisuutta ja tarkkuutta. Myös opiskelu vaatii sitoutumista, koska noin kolmannes opiskelusta tapahtuu laboratoriossa määrääjakoina.

Miten, nämä seikat huomioon ottaen, arvioit omia valmiuksiasi kemian opiskeluun?

Arviointiperusteet:

- Koulutustaustan antamat valmiudet
- Mahdollinen aiheisiin liittyvä työkokemus
- Harrastuneisuus sen mukaan kuin vastauksesta ilmenee
- Osoittaako arvio realistista käsitystä koulutusalan vaatimuksista?

LIITE 1

Luonnonvakioita

Avogadron vakio $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Yleinen kaasuvakio $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,08314 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Normaaliolosuhteet (NTP):

Normaalilämpötila $T_0 = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Normaalipaine $p_0 = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$

Veden ionitulo $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ (lämpötilassa 298,2 K)

Faradayn vakio $Q = 96485 \text{ C mol}^{-1} = 96485 \text{ As mol}^{-1}$.

LIITE 2

Jaksollinen järjestelmä

IA 1	IIA 2	IIIA 3	IVA 4	VA 5	VIA 6	VIIA 7	VIII 8	VIII 9	VIII 10	IB 11	IIB 12	IIB 13	IVB 14	VB 15	VIB 16	VIBB 17	0 18
1 H 1.0079																	2 He 4.0026
3 Li 6.941	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.993	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 86.72	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La* 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac** (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

*Lantanidit

*Aktinidit

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

90 Th 232.04	91 Pa 231.03	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)
--------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------