

FI – Kemia

29.3.2023

Koe koostuu 11 tehtävästä, joista vastataan seitsemään. Tehtävät on ryhmitelty kolmeen osaan. Osassa 1 on yksi kaikille pakollinen 20 pisteen tehtävä. Osassa 2 on seitsemän 15 pisteen tehtävää, joista vastataan neljään. Osassa 3 on kolme 20 pisteen tehtävää, joista vastataan kahteen. Kokeen maksimipistemäärä on 120. Halutessasi voit tuottaa vastausten tueksi piirroksia, kaavioita tai taulukoita ja liittää niistä kuvakaappauksen mihin tahansa tekstivastaukseen.

Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.

Sisällys

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

Vastaa tehtävään 1.

1. [Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta](#) 20 p.

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

Vastaa neljään tehtävään.

2. [Kemialliset sidokset](#) 15 p.

3. [Liuosten valmistus ja happamuus](#) 15 p.

4. [Aminohappojen rakenteet](#) 15 p.

5. [Polymeerit](#) 15 p.

6. [Ydinvoimalaonnettomuuden kemiaa](#) 15 p.

7. [Oksaalihapon hajoaminen kaasufaasissa](#) [Aineisto](#) 15 p.

8. [Kobolttikloridin reaktioita](#) [Aineisto](#) 15 p.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

9. [Tamoksifeenin synteesi](#) [Aineisto](#) 20 p.

10. [Suuveden fosfaatti-ionikonsentraatio](#) [Aineisto](#) 20 p.

11. [Galvaaniset kennot](#) [Aineisto](#) 20 p.

Koe yhteensä

120 p.

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

 Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta 20 p.

Alla on 10 osatehtävää (1.1–1.10). Valitse kussakin parhaiten sopiva vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1 Mikä väline ei sovellu käytettäväksi, kun tehtävänä on valmistaa pitoisuudeltaan mahdollisimman tarkkoja liuoksia? 2 p.

- mittapullo
- erotussuppilo
- täyspipetti
- analyysivaaka

1.2 Magnesiumjodidia MgI_2 voidaan valmistaa neutraloimalla magnesiumoksidia MgO vetyjodidilla HI . Reaktiossa muodostuu lisäksi vettä. Kuinka monta moolia magnesiumjodidia voidaan enintään valmistaa 2 moolista magnesiumoksidia ja 2 moolista vetyjodidia? 2 p.

- 1 mol
- 2 mol
- 3 mol
- 4 mol

1.3 Mitä yhteistä on ionilla ${}^{23}_{11}\text{Na}^+$ ja atomilla ${}^{23}_{11}\text{Na}$? 2 p.

- sama määrä protoneja
- sama määrä elektroneja
- samat kemialliset ominaisuudet
- sama määrä ulkoelektroneja

1.4 Mikä seuraavista sidoksista on poolisin? 2 p.

- C–O
- C–C
- O–H
- N–H

1.5 Bariumhydroksidin $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vesiliuos, jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$, titrataan vetykloridihapolla HCl , jonka konsentraatio on $0,100 \text{ mol/dm}^3$. Ekvivalenttipisteessä on muodostunut bariumkloridin BaCl_2 vesiliuos. Mikä on sen konsentraatio? 2 p.

- $0,200 \text{ mol/dm}^3$
- $0,0500 \text{ mol/dm}^3$
- $0,100 \text{ mol/dm}^3$
- $0,0333 \text{ mol/dm}^3$

1.6 Minkä suolan vesiliuos on hapan? 2 p.

- kaliumkloridi
- natriumasettaatti
- ammoniumkloridi
- natriumkarbonaatti

1.7 Oksaalihapon hajoamisreaktio on
 $(\text{COOH})_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{HCOOH} (\text{g})$

Mikä on reaktion reaktioentalpia alla taulukoitujen muodostumisentalpioiden perusteella?

2 p.

	Muodostumisentalpia (kJ/mol)
(COOH) ₂ (g)	-731,6
HCOOH (g)	-378,6
CO ₂ (g)	-393,5

- 40,5 kJ/mol
- 716,7 kJ/mol
- 40,5 kJ/mol
- 716,7 kJ/mol

1.8 Infrapuna- eli IR-spektroskopian käyttö molekyylien rakenteiden selvittämisessä perustuu infrapunasäteilyn 2 p.

- aiheuttamiin molekyylien sidosvärähtelyihin.
- aiheuttamiin vety-ytimien kemiallisiin siirtymiin.
- aiheuttamaan molekyylien elektronien viritykseen.
- aiheuttamaan molekyylien ionisaatioon.

1.9 Mikä seuraavista metalleista muodostaa helpoiten ioneja, joiden varaus on +3? 2 p.

- strontium Sr
- tina Sn
- indium In
- rubidium Rb

1.10 Mikä seuraavista yhdisteistä on hiilihydraatti? 2 p.

- alaniini
- guaniini
- tärkkelys
- steariinihappo

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Kemialliset sidokset 15 p.

Alla on viisi osatehtävää (2.1–2.5). Täydennä kussakin aukot puuttuvilla sanoilla. Jokaiseen kohtaan tulee yksi tai kaksi sanaa.

2.1 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 4 p.

Kiinteässä muodossa kalsiumkloridissa CaCl₂ olevat vahvat sidokset ovat ^{1p.} Nämä sidokset ovat ^{1p.} ja ^{1p.} välillä. Tällöin muodostuu jatkuva rakenne, jota

kutsutaan ^{1p.}

2.2 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 5 p.

Vesimolekyyleillä on erilaisia sidoksia: Yksittäisessä vesimolekyylissä atomien väliset sidokset ovat

^{1p.} Voimakkaimmat vesimolekyyliden välillä esiintyvät sidokset ovat

^{1p.} Kun vesi kiehuu, ^{1p.} katkeavat.

Vesi koostuu vedystä ja hapesta. Tarpeeksi matalassa lämpötilassa happi ja vety ovat nestemäisessä olomuodossa.

Nestemäisessä hapessa happimolekyyliden väliset sidokset ovat ^{1p.} Nestemäisessä vedyssä

vetymolekyyliden väliset sidokset ovat ^{1p.}

2.3 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 2 p.

Kun kiinteää kalsiumkloridia lisätään veteen, kalsiumkloridi ^{1p.} Syntyneessä seoksessa voimakkaimmat vesimolekyyliden ja kalsiumkloridin rakenneosien väliset sidokset ovat ^{1p.}

2.4 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 2 p.

Kemiallisten sidosten muodostumiseen ja katkeamiseen liittyy aina energian muutoksia. Kun sidos muodostuu, energiaa ^{1p.} Sidoksen katkaiseminen sen sijaan ^{1p.} energiaa.

2.5 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 2 p.

Kalsiumkloridin sekoittuminen veden kanssa on kokonaisuudessaan eksoterminen prosessi, jolloin prosessissa

^{1p.} energiaa ja vesiliuoksen lämpötila ^{1p.}

3. Liuosten valmistus ja happamuus 15 p.

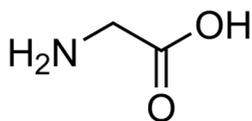
3.1 Opiskelija valmisti kaliumhydroksidiliuoksen liuottamalla 2,50 g kiinteää kaliumhydroksidia KOH veteen 500 millilitran mittapullossa 25 celsiusasteen lämpötilassa. Mikä oli opiskelijan valmistaman liuoksen pH kahden desimaalin tarkkuudella? **7 p.**

3.2 Opiskelija laimensi 10,00 ml osatehtävässä 3.1 valmistamaansa kaliumhydroksidiliuosta 1,00 litraksi. Kuinka paljon kaliumhydroksidiliuoksen hydroksidi-ionikonsentraatio muuttui? Mikä oli uuden liuoksen pH kahden desimaalin tarkkuudella? Perustele vastauksesi sanallisesti tai laskemalla. **5 p.**

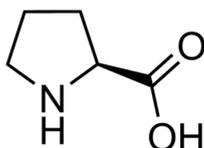
3.3 Mitä suojavälineitä opiskelijan pitää käyttää valmistaessaan osatehtävien 3.1 ja 3.2 liuoksia? Miksi näitä suojavälineitä tarvitaan? **3 p.**

4. Aminohappojen rakenteet 15 p.

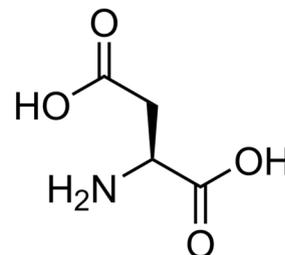
Elämälle välttämättömät proteiinit koostuvat aminohapoista. Aminohappojen käyttö lisäravinteina on yleistynyt valtavasti sekä ihmisten että eläinten ravinnossa, ja niiden tuotannon on ennustettu kaksinkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä. Puhtaita aminohappoja tuotetaan teollisesti erilaisilla fermentointitavoilla.



glysiini



proliini



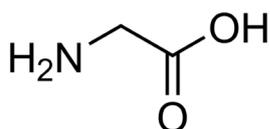
asparagiinihappo

4.1 Nimeä ne glysiinin ja proliinin funktionaaliset ryhmät, joissa on typpi-atomi. Luokittele nämä funktionaaliset ryhmät käyttämällä termejä primäärinen, sekundäärinen tai tertiäärinen. 4 p.

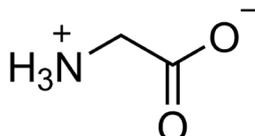
4.2 Esitä rakenne tuotteelle, joka syntyy, kun asparagiinihappo liukenee natriumhydroksidin vesiliuokseen. Natriumhydroksidia on ylimäärin. 4 p.

4.3 Tarkastele alla olevassa taulukossa esitettyjä glysiinin ominaisuuksia sekä kahta kuvassa esitettyä glysiinin rakennetta A ja B.

Sulamispiste	Liukoisuus veteen	Liukoisuus dietyylieetteriin
233 °C	22 g / 100 ml	alle 0,1 g / 100 ml



A



B

Mitä sidoksia rakenne A muodostaisi kiinteässä olomuodossa? Mitä sidoksia se muodostaisi liuetessaan veteen?

Mitä sidoksia rakenne B muodostaisi kiinteässä olomuodossa? Mitä sidoksia se muodostaisi liuetessaan veteen?

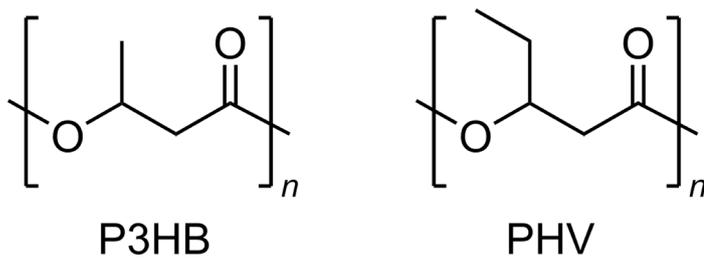
Perustele, miksi kahtaisionimuoto B vastaa paremmin glysiinin suhteellisen korkeaa sulamispistettä ja liukoisuuksia.

7 p.

5. Polymeerit 15 p.

Polyhydroksialkanoaatit ovat bakteerien tuottamia suoraketjuisia polymeerejä. Niistä valmistetut muovit ovat biohajoavia.

Tavallisimpia polyhydroksialkanoaatteja ovat poly-3-hydroksibutanaatti (P3HB) ja polyhydroksivaleraatti (PHV):



5.1 Voiko P3HB:n tai PHV:n toistuvilla yksiköillä esiintyä konformaatioisomeriaa, *cis-trans*-isomeriaa tai enantiomeriaa (peilikuvaisomeriaa/optista isomeriaa)? Perustelee vastauksesi toistuvien yksiköiden rakenteiden avulla. 7 p.

5.2 Mitkä funktionaaliset ryhmät syntyvät niissä polymerointireaktioissa, joissa P3HB ja PHV muodostuvat? 3 p.

5.3 Bakteerit valmistavat polyhydroksialkanoaatteja karboksyylihapoista. Piirrä sen yhdisteen rakennekaava, josta PHV on muodostunut. 4 p.

5.4 P3HB:n valmistusreaktio on polymerointireaktio. Mihin muuhun reaktiotyyppiin tämä reaktio voidaan luokitella? 1 p.

6. Ydinvoimalaonnettomuuden kemiaa 15 p.

Vuonna 2011 maanjäristys ja sitä seurannut tsunami aiheuttivat vakavan ydinvoimalaonnettomuuden Fukushima Daiichi -ydinvoimalassa Japanissa. Voimalan turvajärjestelmät sammuttivat välittömästi kaikki voimalan ydinreaktorit, mutta järistystä seurannut tsunami tuhosi lähes kaikki sammutettujen reaktoreiden jäähdyttämiseen tarvittavat varajärjestelmät. Reaktorit alkoivat kuumentua hallitsemattomasti.

- 6.1 Fukushiman ydinreaktoreiden sisällä oli ydinpolttoaineen lisäksi paineistettua vettä. Tämä vesi oli täysin suljetussa tilassa. Reaktorin normaalin toiminnan aikana paine oli 7 000,0 kPa ja lämpötila 315 °C. Onnettomuudesta aiheutuneen häiriön aikana ydinpolttoaineen lämpötila nousi 2 800 celsiusasteeseen. Oletetaan, että vesi oli koko ajan kaasumaista ja käyttäytyi ideaalikaasun tavoin. Laske vesihöyryn paine reaktorissa lämpötilassa 2 800 °C.
5 p.

- 6.2 Ydinreaktorin polttoainesauvojen pinnoite oli valmistettu zirkoniumista Zr. Kun zirkonium lämpenee noin 900 celsiusasteen lämpötilaan, se alkaa reagoida vesihöyryn kanssa. Vesihöyry hapettaa zirkoniumia, ja reaktiotuotteena syntyy kiinteää zirkoniumin oksidia sekä vetyä. Hapettuessaan zirkonium luovuttaa kaikki 5s- ja 4d-orbitaalien elektronit.

Kirjoita reaktioyhtälö zirkoniumin reaktiolle vesihöyryn kanssa. Mikä on zirkoniumin hapetusluku reaktiotuotteessa? Vastausta ei tarvitse perustella.

5 p.

- 6.3 Fukushiman onnettomuudessa zirkoniumin hapettumisreaktion kaasumainen tuote vapautui reaktorirakennukseen. Tämä johti räjähdykseen. Mistä räjähdys johtui? 3 p.

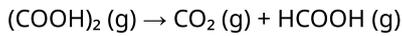
- 6.4 Räjähdysten jälkeen vaurioituneeseen ydinvoimalarakennukseen pumpattiin typpikaasua, jotta uusia räjähdyksiä ei enää tapahtuisi. Mihin tämä perustui? 2 p.

7. Oksaalihapon hajoaminen kaasufaasissa 15 p.

Aineisto

7.A Taulukko: Oksaalihapon hajoaminen lämpötilassa 140 °C

Oksaalihappo on huoneenlämpötilassa kiinteä aine. Pieni osa oksaalihaposta kuitenkin sublimoituu kaasumaiseksi. Kun oksaalihapon lämpötilaa nostetaan, oksaalihappoa alkaa höyrystyä yhä enemmän. Kun lämpötila nousee yli 100 celsiusasteeseen, kaasumainen oksaalihappo alkaa hitaasti hajota tuottaen hiilidioksidia ja muurahaishappoa (metaanihappoa):



Tutkija lämmitti oksaalihappoa ja sulki kaasumaisen oksaalihaponäytteen reaktoriin, jonka lämpötila oli 140 °C. Reaktorin tilavuus oli 2,00 litraa, ja ennen oksaalihapon lisäämistä reaktorissa oli tyhjiö. Tämän jälkeen hän seurasi oksaalihapon konsentraation muutosta reaktorissa ajan funktiona. Reaktiionopeus oli verrannollinen oksaalihapon konsentraatioon reaktorissa. Mittaustulokset on koottu taulukkoon 7.A. Oletetaan, että kaasut käyttäytyvät ideaalikaasun tavoin.

7.1 Mikä on oksaalihapon keskimääräinen hajoamisnopeus 3 000–4 000 sekunnin aikavälillä? 3 p.

7.2 Mikä on kaasuseoksen kokonaispaine, kun kaikki oksaalihappo on hajonnut? 4 p.

7.3 Miten oksaalihapon hajoamisnopeus muuttuisi, jos reaktorin lämpötilaa nostettaisiin? Perustele muutos kemiallisesti. 4 p.

7.4 Kuvaile, miten reaktiionopeus muuttuu reaktion edetessä. Muuttuisiko reaktiionopeus, jos seoksesta poistettaisiin hiilidioksidia? Perustele. 4 p.

8. Kоболттikloridin reaktioita 15 p.

Aineisto

8.A Video: Hopeanitraatin lisäys

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

i Vastaa kahteen tehtävään.

9. Tamoksifeenin synteesi 20 p.

Aineisto

9.A Kuva: Synteesikaavio

9.B Tiedosto: Rakenne A MarvinSketch-tiedostona

9.C Tiedosto: Rakenne D (tamoksifeeni) MarvinSketch-tiedostona

Tamoksifeeni on rintasyövän hoidossa käytettävä lääkeaine. Tutkija valmisti tamoksifeeniä aineistossa 9.A esitetyn synteesireitin mukaisesti.

Tutustu aineistoon 9.A ja tee tehtävät 9.1–9.4.

9.1 Lähtöaine A on kahden stereoisomeerin seos. Piirrä näiden isomeerien rakennekaavat. 5 p.

9.2 Väliaine C on alkoholi, josta muodostuu eliminaatioreaktiossa tamoksifeeniä (vaihe II). Piirrä väliaineen C rakennekaava. Stereoisomeriaa ei tarvitse huomioida rakennekaavassa. 5 p.

9.3 Tutkija analysoi alkuaineanalyysin avulla vaiheessa II saadun reaktiotuotteen. Analyysin perusteella tuotteen massaprosenttinen koostumus oli seuraava:

C: 84,05 %, H: 7,87 %, N: 3,77 %, O: 4,31 %.

Osoita laskemalla, että tulos vastaa tamoksifeeniä. 5 p.

9.4 Alkuaineanalyysin jälkeen tutkija päätti analysoida vaiheessa II saamansa tuotteen vielä nestekromatografialla ja massaspektrometrilla. Kromatografian perusteella tutkija päätteli, että vaiheessa II syntyi kahta eri tuotetta. Toinen tuotteista vastasi rakennetta D. Massaspektrin perusteella tuotteilla oli sama moolimassa. Piirrä tuntemattoman tuotteen rakennekaava. 5 p.

10. Suuveden fosfaatti-ionikonsentraatio 20 p.

Aineisto

10.A Teksti: Fosfaatti-ionikonsentraation määrittäminen titrauksella

10.B Taulukko: Suuvesinäytteen titraustulokset

Natriumfosfaattia käytetään suuveden pH-arvon säätämiseen. Suuvesinäytteen fosfaatti-ionikonsentraatio määritettiin kompleksometrisella titrauksella. Tutustu titrauksen periaatteeseen aineistossa 10.A.

Suuvesinäytteen tilavuus oli 25,00 ml. Se pipetoitiin 100 ml mittapulloon, joka täytettiin vedellä merkkiin asti. Mittapullosta otettiin osanäyte, jonka tilavuus oli 10,00 ml. Osanäytteeseen lisättiin 2,000 ml $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ -liuosta, jonka konsentraatio oli 0,0500 mol/l. Sen jälkeen osanäytteeseen lisättiin vielä 40 ml vettä sekä 0,1 ml PAR-indikaattoria. Osanäyte titrattiin EDTA-liuoksella, jonka konsentraatio oli 0,0150 mol/l. Titraustulokset on esitetty aineistossa 10.B.

10.1 Piirrä titrauskäyrä ja määritä käyrältä EDTA-liuoksen kulutus ekvivalenttipisteessä. 4 p.

10.2 Laske suuvesinäytteen fosfaatti-ionikonsentraatio. 13 p.

10.3 Suuvesinäytteen fosfaatti voi olla liuoksen pH-arvosta riippuen PO_4^{3-} -, HPO_4^{2-} - tai H_2PO_4^- -ioneina. Miksi myös HPO_4^{2-} ja H_2PO_4^- saostuvat vismuttifosfaattina BiPO_4 ? 3 p.

11. Galvaaniset kennot 20 p.

Aineisto

11.A Teksti: Nernstin yhtälö

11.B Teksti: Konsentraatiokenno

11.1 Haluat valmistaa sähköparin, jonka lähdejännite on mahdollisimman suuri. Mitkä kaksi metallia valitset seuraavista: Ag, Cu, Al ja Ni? Esitä kennon osareaktiot ja kokonaisreaktio. Laske kennon lähdejännite. 6 p.

11.2 Daniellin kennossa elektrodeina ovat sinkkilevy $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ -liuoksessa ja kuparilevy $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ -liuoksessa. Tutustu aineistoon 11.A ja selitä, miten Zn^{2+} - ja Cu^{2+} -konsentraatiot muuttuvat, kun kennolla tuotetaan sähkövirtaa. Kasvaako vai väheneekö tällöin kennon lähdejännite? Perustele vastauksesi Nernstin yhtälön avulla. 5 p.

11.3 Tutustu aineistoon 11.B, jossa selitetään konsentraatiokennon toimintaperiaate. Tarkastellaan konsentraatiokennoa, jonka kumpikin elektrodi A ja B koostuu nikkeliLEVYstä, joka on upotettu $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ -liuokseen. Näiden liuosten Ni^{2+} -konsentraatiot ovat $c_A = 0,01 \text{ mol/l}$ ja $c_B = 2,0 \text{ mol/l}$. Tällöin kennon lähdejännite on $E(\text{kenno}) = +0,0681 \text{ V}$.

Määritä kennon $E^\circ(\text{kenno})$ -arvo normaaliolosuhteissa. Tapahtuuko hapettuminen elektrodilla A vai B, ja kummalla elektrodilla tapahtuu pelkistyminen? Missä tilanteessa konsentraatiokenno ei enää tuota sähköenergiaa? Perustele vastauksesi.

6 p.

11.4 Pariston nimellinen jännite on 1,5 V. Miksi tämä jännite ei pysy vakiona vaan muuttuu ajan mittaan, kun paristosta otetaan sähköä? 3 p.

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.

Lähteet

4. Lähde: YTL.
- 4.3 Lähde: YTL.
5. Lähde: YTL.

Tarkista, että vastasit ohjeiden mukaiseen määrään tehtäviä. Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.