

FI – Kemia

22.3.2024

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

Vastaa enintään 7 tehtävään.

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. | Vedyn valmistus ja käyttö polttoaineena | 15 p. |
| 3. | D ₃ -vitamiini | Aineisto 15 p. |
| 4. | Titraus | 15 p. |
| 5. | Videoita reaktioista ja reaktioyhtälöiden kirjoittaminen | Aineisto 15 p. |
| 6. | Atomien ja ytimien rakenteet | 15 p. |
| 7. | Pakkausmateriaalien kierrätys | 15 p. |
| 8. | Hajuveden tuoksuaineen valmistusreaktio | 15 p. |

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

- | | | |
|-----|--------------------------------|----------------|
| 9. | Litiumioniakun ylikuumeneminen | Aineisto 20 p. |
| 10. | Kipulääkkeen arvoitus | Aineisto 20 p. |
| 11. | Infrapunaspektroskopia | Aineisto 20 p. |

Koe yhteensä	120 p.
--------------	--------

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

 Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta 20 p.

Valitse jokaisessa osatehtävässä parhaiten sopiva vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1 Mikä seuraavista aineista on huoneenlämpötilassa olomuodoltaan kaasu? 2 p.

- ☐ etanoli
- ☐ etikkahappo
- ☐ vesi
- ☐ hiilimonoksidi

1.2 Millä seuraavista aineista on suurin elektronegatiivisuus? 2 p.

- ☐ Rb
- ☐ I
- ☐ F
- ☐ Li

1.3 Minkä suolan vesiliuos on hapan? 2 p.

- ☐ NH_4Cl
- ☐ NaCl
- ☐ Na_2CO_3
- ☐ HCOONa

1.4 Mitä tapahtuu reaktiossa $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$? 2 p.

- ☐ Kupari hapettuu ja jodi pelkistyy.
- ☐ Jodi hapettuu ja kupari pelkistyy.
- ☐ Kupari ja happi hapettuvat ja kalium ja jodi pelkistyvät.
- ☐ Kalium ja jodi hapettuvat ja kupari ja happi pelkistyvät.

1.5 Mitä yhdistettä muodostuu veden lisäksi, kun butanoli ja etaanihappo reagoivat? 2 p.

- ☐ etyylibutanaattia
- ☐ butyylietyylieetteriä
- ☐ butyylietanaattia
- ☐ butyylietaanihappoa

1.6 Yhden moolin ideaalikaasunäytteen tilavuus kaksinkertaistuu, kun lämpötila pysyy muuttumattomana. Tällöin sen paine 2 p.

- ☐ nelinkertaistuu.
- ☐ kaksinkertaistuu.
- ☐ puolittuu.
- ☐ pysyy samana.

1.7 Millä seuraavista metallipareista saadaan suurin kennojännite? 2 p.

- ☐ Ni ja Ag
- ☐ Ni ja Mg
- ☐ Ni ja Cu
- ☐ Ni ja Zn

1.8 Mikä seuraavista yhdistelmistä voisi toimia puskuriliuoksena? **2 p.**

- ☐ NaCl(aq) ja CH₃COOH(aq)
- ☐ HCl(aq) ja NaOH(aq)
- ☐ NaOH(aq) ja CH₃COONa(aq)
- ☐ NH₃(aq) ja NH₄Cl(aq)

1.9 Tislaamalla voidaan erottaa toisiinsa liuenneita aineita. Tislaus perustuu eroihin aineiden **2 p.**

- ☐ liukoisuudessa.
- ☐ sähkönjohtokyvyssä.
- ☐ kiehumispisteessä.
- ☐ sulamispisteessä.

1.10 Typpikaasussa molekyylien välillä on **2 p.**

- ☐ dispersiovoimia.
- ☐ dipoli-dipolisidoksia.
- ☐ kovalenttisia sidoksia.
- ☐ ionisidoksia.

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Vedyn valmistus ja käyttö polttoaineena **15 p.**

Vetyä voidaan hyödyntää energian varastoinnissa ja siirtämisessä. Se on yksi mahdollinen ratkaisu maaöljypohjaisten polttoaineiden korvaamiseksi.

2.1 Eräässä elektrolyysikokeessa vetyä valmistettiin vedestä. Kokeen aikana reagoi 300,0 g vettä. Syntyneet kaasut kerättiin talteen. Kuinka suuri oli näin syntyneen vetykaasun ja kuinka suuri happikaasun tilavuus? Molempien kaasujen paine oli 101,325 kPa ja lämpötila 293,15 K. **8 p.**

2.2 Kun laboratoriossa valmistetaan vetyä veden elektrolyysillä, käytetään usein puhtaan veden sijaan vettä, johon on liuotettu natriumsulfaattia tai jotain muuta suolaa. Selitä, miksi näin tehdään. 3 p.

2.3 Kun vetyä käytetään liikennepolttoaineena, autossa oleva polttokenno tuottaa vedystä sähköä, jolla auton sähkömoottori toimii. Kuvaa yhtä etua ja yhtä haittaa, jotka liittyvät vedyn käyttöön liikennepolttoaineena. 4 p.

3. D₃-vitamiini 15 p.

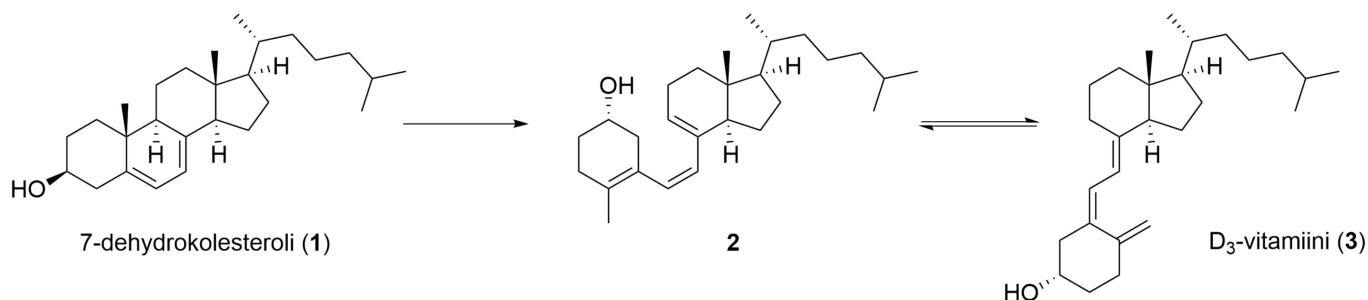
Aineisto

3.A [Tiedosto: Rakenne 1 MarvinSketch-tiedostona](#)

3.B [Tiedosto: Rakenne 2 MarvinSketch-tiedostona](#)

D₃-vitamiinin (3) muodostuminen 7-dehydrokolesterolista (1) voidaan kuvata alla olevalla reaktioyhtälöllä.

Kun iho altistuu auringonvalolle, 7-dehydrokolesterolista (1) muodostuu iholla D₃-vitamiinia (3). Korkeaenergisestä UV-B-säteilyn vaikutuksesta 7-dehydrokolesterolista (1) muodostuu ensin yhdiste 2. Sen jälkeen yhdiste 2 isomeroituu D₃-vitamiiniksi (3). Yhdisteen 2 ja D₃-vitamiinin (3) välinen reaktio on tasapainoreaktio, jonka tasapainovakion suuruus riippuu ihon lämpötilasta.



Voit hyödyntää osatehtävissä aineistoja [3.A](#) ja [3.B](#).

3.1 Ovatko 7-dehydrokolesterol (1) ja yhdiste 2 keskenään isomeerejä? Perustele vastauksesi. 3 p.

3.2 Kuuluuko D₃-vitamiini (3) vesi- vai rasvaliukoisiin vitamiineihin? Perustele vastauksesi. 4 p.

3.3 Erään tutkimuksen mukaan yhdisteen **2** ja D₃-vitamiinin (**3**) välisen isomeroitumisreaktion tasapainovakion (*K*) arvo ihmisen ihon lämpötilassa on 11,4. Kun reaktio on saavuttanut tasapainon, on muodostunut seos, jossa on sekä D₃-vitamiinia (**3**) että yhdistettä **2**. Kuinka monta prosenttia tästä seoksesta on D₃-vitamiinia (**3**)? **8 p.**

4. Titraus 15 p.

Tehtävänäsi on määrittää etikkahappoliuoksen konsentraatio titraamalla natriumhydroksidiliuoksella, jonka konsentraatio on 0,100 mol/l. Tiedät, että etikkahappoliuoksen konsentraatio on noin 0,1 mol/l.

4.1 Mitä välineitä tarvitset titraukseen? Selitä vaihe vaiheelta, miten titraus tehdään käytännössä. Miten ekvivalenttipiste havaitaan? **11 p.**

4.2 Onko liuos titrauksen ekvivalenttipisteessä hapan, neutraali vai emäksinen? Kumpi on parempi indikaattori tässä titrauksessa: metyylipunainen vai fenoliftaleiini? Perustele vastauksesi ilman laskuja. **4 p.**

5. Videoita reaktioista ja reaktioyhtälöiden kirjoittaminen 15 p.

Aineisto

5.A Video: Magnesiumnauhan pala lisätään vetykloridihappoliuokseen

5.B Video: Kaliumjodidia lisätään vetyperoksidin vesiliuokseen

5.C Video: Kaliumpermanganaattiliuosta lisätään happamaan rauta(II)sulfaatin vesiliuokseen

Katso videot [5.A–5.C](#) ja tee osatehtävät.

5.1 Katso video 5.A. Magnesiumnauhan pala lisätään vetykloridihappoliuokseen. Mitä havaintoja teet reaktiosta? Kirjoita reaktioyhtälö. 5 p.

5.2 Katso video 5.B. Kaliumjodidia lisätään vetyperoksidin vesiliuokseen. Kaliumjodidi katalysoi reaktiota. Mitä havaintoja teet reaktiosta? Kirjoita reaktioyhtälö. Katalyyttiä ei tarvitse merkitä reaktioyhtälöön. 5 p.

5.3 Katso video 5.C. Kaliumpermanganaattiliuosta lisätään happamaan rauta(II)sulfaattiliuokseen. Mitä havaintoja teet reaktiosta? Kirjoita reaktioyhtälö. 5 p.

6. Atomien ja ytimien rakenteet 15 p.

Täytä tyhjät kohdat. Jokaiseen aukkoon tulee yksi sana tai luku.

Atomin ja ionin elektronikonfiguraatio

Fluoriatomissa elektronien lukumäärä on ^{1p.} Elektronien lukumäärä fluoriatomin ulkokuorella on ^{1p.} Fluoriatomi voi vastaanottaa elektroneja ja muodostaa anionin, jolla on jalokaasun elektronikonfiguraatio. Vastaanotettujen elektronien lukumäärä on tällöin ^{1p.} Jalokaasu, jolla on sama elektronikonfiguraatio, on ^{1p.} Reaktiota, jossa atomi vastaanottaa elektronin, kutsutaan ^{1p.}

Rikki alkuainemuodossa ja yhdisteissä

Rikki esiintyy alkuainemuodossa usein S_8 -molekyyleinä. Näissä kahdeksanrenkaissa rikkiatomit ovat sitoutuneet toisiinsa ^{1p.} sidoksilla. Palaessaan rikki voi muodostaa useita eri oksideja. Rikkitrioksidissa SO_3 rikin hapetustila (hapetusluku, hapetusaste) on ^{1p.} Kun rikkitrioksidi reagoi veden kanssa, se muodostaa happoa, jossa rikin hapetustila (hapetusluku, hapetusaste) on ^{1p.}

Rikkiä esiintyy luonnossa useissa eri mineraaleissa, kuten lyijyhohteessa, joka sisältää pääasiassa lyijy(II)sulfidia PbS . Jos oletetaan, että lyijyn ja rikin välinen sidos on puhdas ionisidos, lyijyionin elektronien lukumäärä on lyijysulfidissa ^{1p.} Korkeassa paineessa ja lämpötilassa lyijy(II)sulfidi voi regoida siten, että lyijy hapettuu edelleen ja luovuttaa kaikki ulkoelektroninsa. Tällöin lyijyn hapetustila (hapetusluku, hapetusaste) on ^{1p.}

Isotoopit

Heliumin yleisin isotooppi on ^4He . Sen ytimessä on kaksi protonia ja kaksi neutronia. Ydinreaktorissa heliumatomin ydin voi yhdistyä uraaniatomin ytimeen, jolloin muodostuu toista alkuainetta. Protonien ja neutronien kokonaismäärät pysyvät tässä ydinreaktiossa muuttumattomina.

Uraanin isotoopin ^{235}U ytimessä protonien lukumäärä on ^{1p.} ja neutronien lukumäärä on ^{1p.}. Kun ^4He -atomin ja ^{235}U -atomin ytimet yhdistyvät, muodostuva uusi alkuaine on ^{1p.}. Muodostuneen ytimen massaluku on ^{1p.} ja järjestysluku ^{1p.}.

7. Pakkausmateriaalien kierrätys 15 p.

Suuri osa kotitalousjätteestä on pakkausjätettä. Pakkausjätteen kierrätysaste on viime vuosina huomattavasti noussut. Tähän on osaltaan vaikuttanut jätelain uudistus, joka on lisännyt pakkausten tuottajien vastuuta ja edellyttänyt eri jätteiden lajittelua. Paperista tai kartongista valmistettujen kuitupakkausten sekä lasisten ja metallisten pakkausten kierrätysasteet ovat kaikki yli 80 %. Muovipakkausten kierrätysaste on näitä alhaisempi, noin 40 %.

7.1 Virvoitusjuomia ja elintarvikkeita pakataan usein alumiinista valmistettuihin tölkkeihin, jotka ovat kevyitä ja kestävät hyvin korroosiota. Selitä, mihin perustuu alumiinin hyvä korroosionkesto. **2 p.**

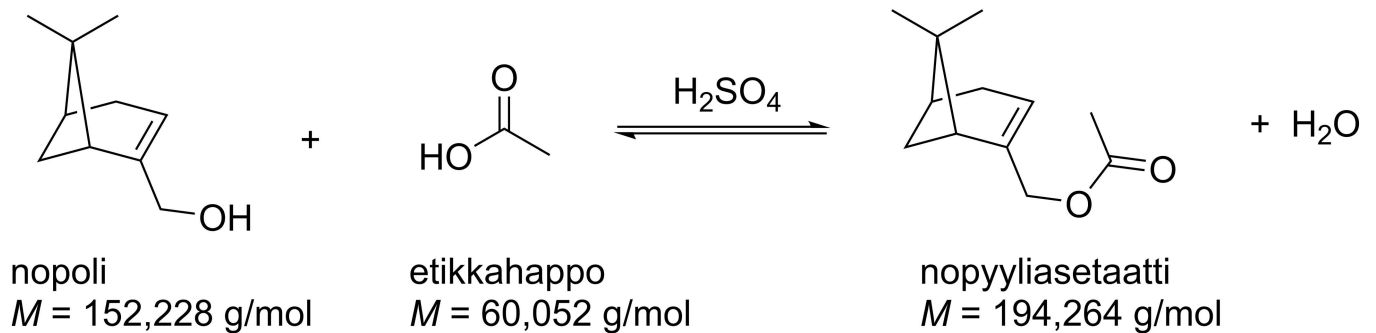
7.2 Suuri osa pakkausalumiinista pystytään kierrättämään. Pohdi syitä alumiinin korkealle kierrätysasteelle. **4 p.**

7.3 Paperista tai kartongista valmistetut kuitupakkaukset ovat Suomen käytetyin pakkausmateriaali. Paperi ja kartonki koostuvat pääasiallisesti selluloosakuidusta. Kuvaile selluloosan kemiallista rakennetta. Mitkä ovat vahvimmat sidokset selluloosamolekyylien välillä? **4 p.**

7.4 Muovien keveys, kestävyys ja edullisuus tekevät niistä suosittuja pakkausmateriaaleja. Muovien kierrätysaste vaihtelee suuresti muovilaatujen välillä. Pohdi, mitkä seikat vaikeuttavat muovien kierrätystä. Selitä, miksi toiset muovit soveltuvat paremmin ja toiset huonommin kierrätettäväksi. **5 p.**

8. Hajuveden tuoksuaineen valmistusreaktio 15 p.

Nopyyliasetaatti on hajuvesissä käytetty aine, jonka tuoksu on hedelmäinen ja puinen. Nopyyliasetaattia voidaan valmistaa esimerkiksi kuvan esittämällä nopolin ja etikkahapon välisellä esteröintireaktiolla. Kuvassa on myös esitetty lähtöaineiden ja tuotteiden moolimassat. Käytä niitä tehtävänratkaisussa.



Eräässä kokeessa nopyyliasetaattia valmistettiin esteröintireaktiossa liuottamalla nopolia etikkahappoon. Nopolin massa oli 20,0 g ja etikkahapon 15,8 g. Reaktioseokseen lisättiin katalyytiksi rikkihappoa ja seos kuumennettiin 50 °C:n lämpötilaan. Reaktioseoksen kokonaistilavuus oli tällöin 26,4 ml.

8.1 Kun tasapaino oli saavutettu, nopyyliasetaatti eristettiin. Puhtaan ja eristetyn nopyyliasetaatin massa oli 15,1 g. Mikä oli nopyyliasetaatin prosentuaalinen saanto? 7 p.

8.2 Reaktion tasapainovakio 50 °C:n lämpötilassa on 2,90. Laske kaikkien yhdisteiden tasapainokonsentraatiot. 8 p.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

 Vastaa kahteen tehtävään.

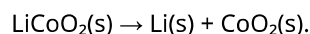
9. Litiumioniakun ylikuumeneminen 20 p.

Aineisto

9.A Taulukko: Muodostumisentalpioita

Litiumioniakkuja käytetään yleisesti ladattavassa elektroniikassa ja sähköautoissa. Akkuja voidaan valmistaa käyttämällä erilaisia kemiallisia yhdisteitä. Yleisesti anodimateriaalina käytetään litiumkoolttioksidia LiCoO_2 , katodimateriaalina

grafiittia sekä elektrolyyttinä jotakin orgaanista ainetta ja suoloja, jotka mahdollistavat litiumionien liikkeen. Akun lataamisen kokonaisreaktio on

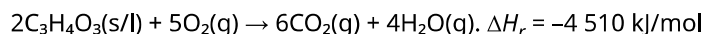


Alkuainemuodossa oleva litium kiinnittyy grafiittielektrodin pinnalle.

9.1 Miksi litiumioniakussa ei voi käyttää vesiliuosta elektrolyyttinä? **3 p.**

9.2 Kun litiumkobolttioksidia kuumennetaan, se alkaa hajota ja muodostaa kiinteää litiumoksidia, kiinteää koboltti(II)oksidia ja happea. Kirjoita hajoamisreaktion reaktioyhtälö. Laske LiCoO_2 :n hajoamisreaktion reaktioentalpia käyttäen taulukossa [9.A](#) annettuja muodostumisentalpioita. **6 p.**

9.3 LiCoO_2 :n hajoamisreaktiossa vapautunut happi voi reagoida edelleen elektrolyytin orgaanisten aineiden kanssa. Tällainen aine on esimerkiksi etyleenikarbonaatti $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$. Sen palamisreaktio on



Hyödynnä etyleenikarbonaatin palamisreaktiota sekä osatehtävässä 9.2 kirjoittamaasi LiCoO_2 :n hajoamisreaktiota ja kirjoita reaktioyhtälö kokonaisreaktiolle LiCoO_2 :n ja etyleenikarbonaatin välillä. Oletetaan, että lämpötila on niin korkea, että litiumkobolttioksidi hajoaa osatehtävässä 9.2 kuvatulla tavalla. Reaktioyhtälössä voi käyttää molekyylikaavoja.

Laske lisäksi kokonaisreaktion reaktioentalpia.

6 p.

9.4 Vikaantuessaan litiumioniakku voi kuumentua liikaa. Tällainen vika voi syntyä esimerkiksi akun varaustilaa valvovan virtapiirin toimintahäiriöstä. Pohdi, miksi litiumioniakun kuumeneminen voi johtaa hyvin vaaralliseen tilanteeseen. **5 p.**

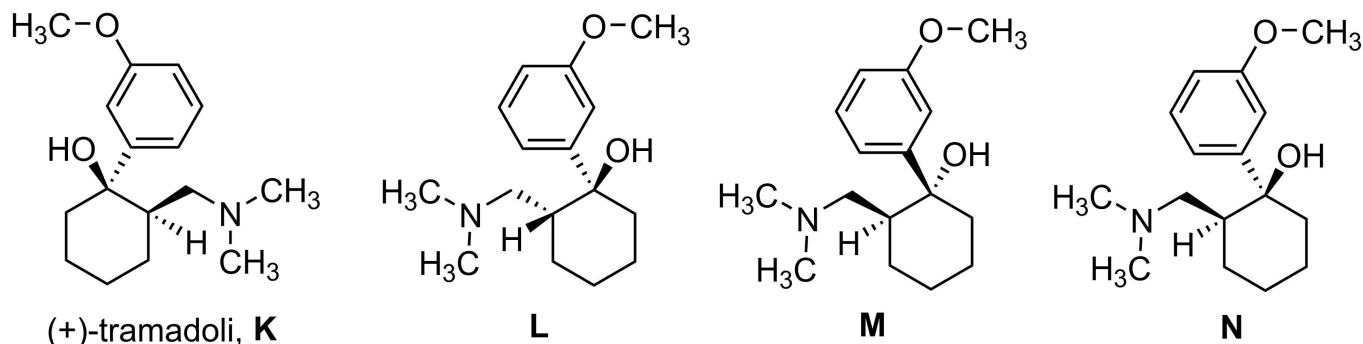
10. Kipulääkkeen arvoitus 20 p.

Aineisto

10.A Tiedosto: (+)-tramadolin (K) rakenne MarvinSketch-tiedostona

Tramadoli on 1970-luvulla markkinoille tullut synteettinen kipulääke. Tramadoliala on kuitenkin löydetty myöhemmin myös Kamerunista, Afrikasta, Nauclea-suvun puiden juurista. Kyseessä saattaa olla ensimmäinen tapaus, jossa ihmisen tuottamaa lääkeainetta on löytynyt myös luonnosta. Sittenkin on kuitenkin esitetty todisteita, että tramadoli olisi sittenkin päätynyt puiden juuriin karjan ulosteiden ja virtsan mukana eikä se olisikaan luonnonaine.

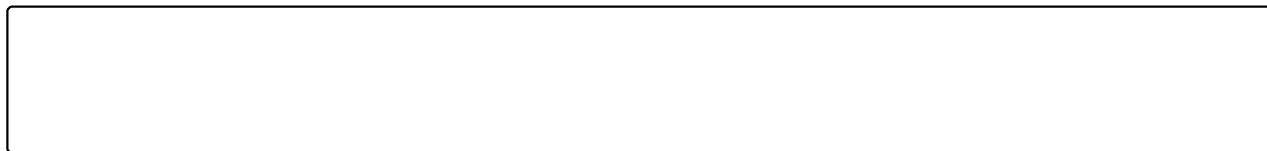
Voit hyödyntää aineistoa 10.A vastatessasi osatehtäviin.



10.1 Tramadoli reagoi happojen kanssa siten, että reaktion tuotteena on suola. Mikä tramadolin funktionaalinen ryhmä tällöin reagoi? Esitä (+)-tramadolin (**K**) ja vetykloridin (HCl) muodostaman suolan rakennekaava. 4 p.



10.2 (+)-Tramadoli (**K**) voi reagoida eliminaatioreaktiossa, jolloin syntyy kaksi eri isomeeriä. Esitä näiden isomeerien rakennekaavat. 6 p.



10.3 (+)-Tramadolin (**K**) eetteriryhmä hydrolysoituu elimistössä, jolloin syntyy yhdistettä, joka sisältää fenoliryhmän. Tämä yhdiste on jopa sata kertaa alkuperäistä lääkeainetta tehokkaampi kipulääke. Esitä tämän hajoamistuotteen rakennekaava. 4 p.



10.4 Tramadolin synteesissä syntyy isomeerien **K** ((+)-tramadoli), **L**, **M** ja **N** seos. Seoksesta erotetaan pois kaksi isomeeriä, minkä jälkeen jää jäljelle lääkkeen vaikuttava aine, joka on (+)- ja (–)-tramadolin muodostama rasemaatti (raseeminen seos). Selitä, mitä rasemaatti (raseeminen seos) tarkoittaa.

Mikä isomeereistä **L**, **M** tai **N** on (–)-tramadoli? Jos tramadoliala syntyisi luonnossa, olisiko todennäköistä, että se esiintyisi rasemaattina?

6 p.

11. Infrapunaspektroskopia 20 p.

Aineisto

11.A Teksti: Harmoninen aaltoluku

Infrapuna- eli IR-spektroskopia perustuu IR-säteilyn ja aineen vuorovaikutukseen. IR-säteily absorboituu molekyyliin ja aiheuttaa molekyylin atomien ytimien välisiä sidosvärähdyksiä. Värähdykseen vaadittava energia riippuu sidokseen osallistuvien ytimien massaista ja sidoksen vahvuudesta. Infrapunaspektreissä värähdysenergia on yleensä kuvattu aaltolukuyksikköinä (cm^{-1}).

- 11.1 Sinulla on näyte, jonka tiedät koostuvan yhdestä puhtaasta yhdisteestä. Lisäksi tiedät, että tämä yhdiste on toinen kahdesta mahdollisesta yhdisteestä. Miten IR-spektroskopian avulla selvitetään, kumpaa yhdistettä näyte sisältää?

IR-spektroskopia ei välttämättä riitä molekyylin rakenteen yksiselitteiseen määrittämiseen. Nimeä jokin analyysimenetelmä, jolla saat lisätietoa tunnistamista varten. Analyysimenetelmän nimi riittää vastaukseksi.

6 p.

- 11.2 Kumman sidoksen värähdysten aaltoluku on suurempi, C–O-sidoksen vai C=O-sidoksen? Perustele. Voit hyödyntää vastauksessasi tekstiä 11.A. 4 p.

- 11.3 Myös molekyylien välisten sidosten värähdyksiä voidaan tutkia spektroskooppisesti. Ovatko molekyylien välisten sidosten värähtelyjen aaltoluvut pienemmät vai suuremmat kuin molekyylien sisäisten sidosten? Perustele. Voit hyödyntää vastauksessasi tekstiä 11.A. 4 p.

- 11.4 Vetykloridin (HCl) vety voidaan korvata vedyn raskaammalla isotoopilla, ^2H :lla eli deuteriumilla. Deuteriumia merkitään molekyylikaavoissa myös kirjaimella D. Kaasumaisen HCl:n IR-spektrissä näkyvän absorptioon keskikohdan aaltoluku on $\nu = 2\,890\text{ cm}^{-1}$. DCl:n vastaava värähdysen aaltoluku on $\nu = 2\,090\text{ cm}^{-1}$.

Hyödynnä tekstiä 11.A ja laske HCl:n ja DCl:n kokeellisten värähdysaaltolukujen suhde $\left(\frac{\nu_{\text{HCl}}}{\nu_{\text{DCl}}}\right)$. Laske myös vastaava suhde harmonisen aaltoluvun lausekkeen avulla. Voit olettaa, että vedyn korvaaminen deuteriumilla ei vaikuta sidoksen voimavakioon.

6 p.

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.

Lähteet

- 3. Lähde: YTL.
- 6. Lähde: YTL.
- 8. Lähde: YTL.
- 10. Lähde: YTL.

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