

Avoin sarja - MAOL kemiakilpailu - 1.11.2023

Kilpailun kesto on 100 minuuttia. Mikäli oppilas osallistuu sekä avoimeen että perussarjaan, suorittaa hän ensin perussarjan kokeen, johon on aikaa 100 minuuttia. Oppilaan palautettua perussarjan kokeen, hän voi aloittaa avoimen sarjan tehtävät. Tämän suorittamiseen hänellä on aikaa 80 minuuttia. Perussarjan ja avoimen sarjan samaan tehtävään ei tarvitse vastata enää avoimen sarjan kokeessa. Tehtävään on vastattava: "tehtävään on vastattu perussarjan kokeessa".

Onnea kilpailuun!

Sisällys

1. Tietosuojaselosteen hyväksyminen	Aineisto	1 p.
2. Henkilötiedot		1 p.
3. Väkevän rikkihapon laimentaminen		10 p.
4. Akeepuun dipeptidi	Aineisto	12 p.
5. Koboltin kompleksiyhdisteitä	Aineisto	5 p.
6. Merisienialkaloidin synteesi	Aineisto	18 p.
7. Esineen kuparointi elektrolyyttisesti		19 p.
8. Kahden karbonaatin analyysi		16 p.
Koe yhteensä		82 p.

1. Tietosuojaselosteen hyväksyminen 1 p.

Osallistumalla kilpailuun annetaan lupa tulosten julkaisemiseen MAOL:n viestintäkanavissa. Mikäli kilpailun tulosta ei haluta julkaistavan, on se erikseen kiellettävä.

Aineisto

1.A Tietosuojaseloste 2023

1.1 Hyväksytkö tietojesi käsittelyn tietosuojaselosteen mukaisesti? 1 p.

- Kyllä - osallistun kilpailuun.
- Ei - en osallistu kilpailuun.

2. Henkilötiedot 1 p.

Kilpailijan tiedot (kirjoita kukin tieto omalle rivilleen).

1. Kilpailijan nimi:

2. Sukupuoli:

3. Koulu, paikkakunta:

4. Luokka-aste:

5. Sähköpostiosoite:

6. Kotiosoite, postinumero- ja toimipaikka:

7. Puhelinnumero:

8. Opettajan nimi ja sähköpostiosoite:

3. Väkevän rikkihapon laimentaminen 10 p.

Rikkihappo on kemikaali, jota on osattu valmistaa jo 1700-luvulta lähtien. Vuonna 2005 rikkihapon kulutus maailmanlaajuisesti oli 190 miljoonaa tonnia. Rikkihappoa käytetään lannoitteiden, väriaineiden, lääkkeiden ja räjähteiden valmistuksessa sekä öljynjalostuksessa ja metallurgisissa prosesseissa. Rikkihappo on monelle tuttu myös autojen akuista. Väkevä rikkihappo sisältää 98 massa-% rikkihappoa ja sen tiheys on 1,832 g/ml.

(Mikäli vastasit tähän tehtävään jo perussarjan kokeessa, kirjoita vastaukseksi joka vastauslaatikkoon "tehtävään on vastattu perussarjan kokeessa".)

3.1 Mikä on rikkihapon molekyylikaava? 1 p.

3.2 Laske väkevän rikkihappoliuoksen konsentraatio yksikössä mol/l. 4 p.

3.3 Kuinka suuri tilavuus väkevää 98-m% rikkihappoa tarvitaan, kun halutaan valmistaa 500 ml 1,0 M rikkihappoa?
3 p.

3.4 Mitä seikkoja rikkihappoliuoksen valmistuksessa tulee ottaa huomioon? 2 p.

4. Akeepuun dipeptidi 12 p.

Trooppisista Länsi- ja Keski-Afrikassa kasvavista akeepuun siemenistä eristettiin pieni määrä dipeptidiä **A**. Dipeptidi on kahdesta aminohaposta amidisidoksella muodostuvat peptidi. Käyttäen alla olevaa **A**:n analyysiraporttia ja taulukkokirjan aminohappolistaa, vastaa seuraaviin kysymyksiin.

Aineisto

4.A Dipeptidin analyysiraportti (pdf)

4.1 Mikä on dipeptidi **A**:n empiirinen kaava? 3 p.

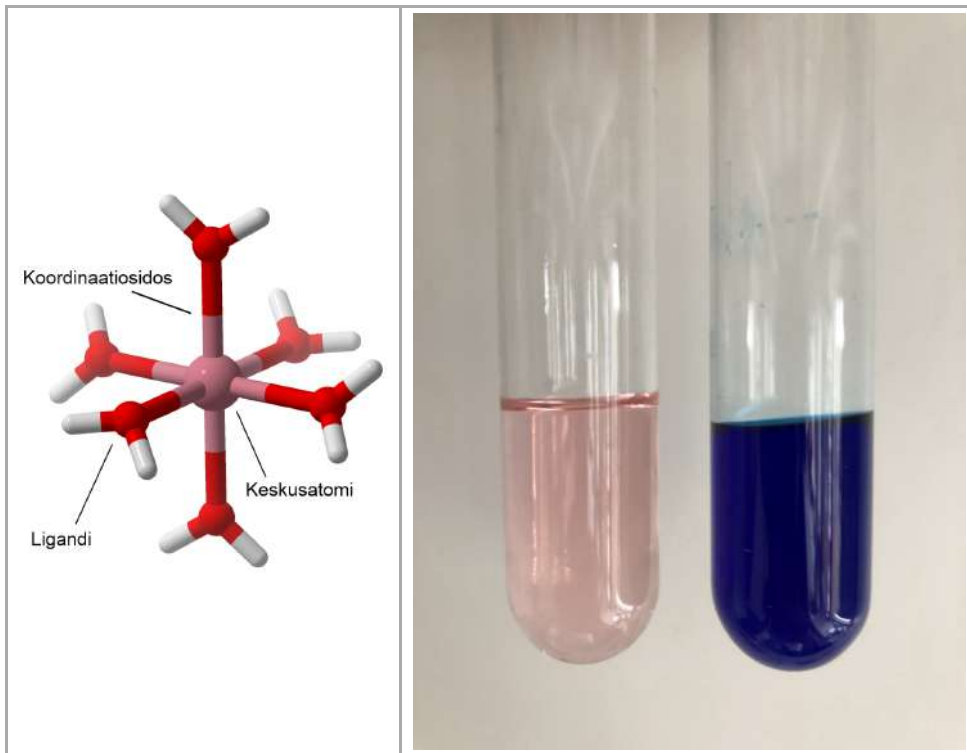
4.2 Mikä on dipeptidi **A**:n molekyylikaava? 3 p.

4.3 Mikä on dipeptidi **A**:n rakennekaava? Perustele rakenteesi hyödyntäen analyysiraportin tietoja. 6 p.

5. Koboltin kompleksiyhdisteitä 5 p.

Koboltti on siirtymämetalli, joka muodostaa kauniita värillisiä liuoksia. Liuoksen väri riippuu muodostuvasta kobolttikompleksista. Kompleksiyhdiste koostuu keskusatomista tai -ionista, joka on ympäröity ligandeilla. Tyypillisesti ligandeja on 4, 6 tai 8 kappaletta ja ne kiinnittyvät keskusatomiin koordinaatiosidoksella. Kompleksi-ioni merkitään hakasulkeilla. Laskemalla keskusatomin ja ligandien varaukset yhteen saadaan kompleksi-ionin kokonaisvaraus, joka merkitään hakasulkeiden jälkeen oikeaan yläkulmaan.

5.A Kompleksiyhdisteen rakenne	5.B Eräiden koboltin kompleksiyhdisteiden värejä
--------------------------------	--



Aineisto

5.A Kompleksiyhdisteen rakenne

5.B Eräiden koboltin kompleksiyhdisteiden värejä

5.1 Mikä on koboltin hapetusluku kompleksissa : $[Co(OH)_2]^+$ 2 p.

Koboltin hapetusluku on:

5.2 Mikä on koboltin hapetusluku kompleksissa : $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ 1 p.

Koboltin hapetusluku on:

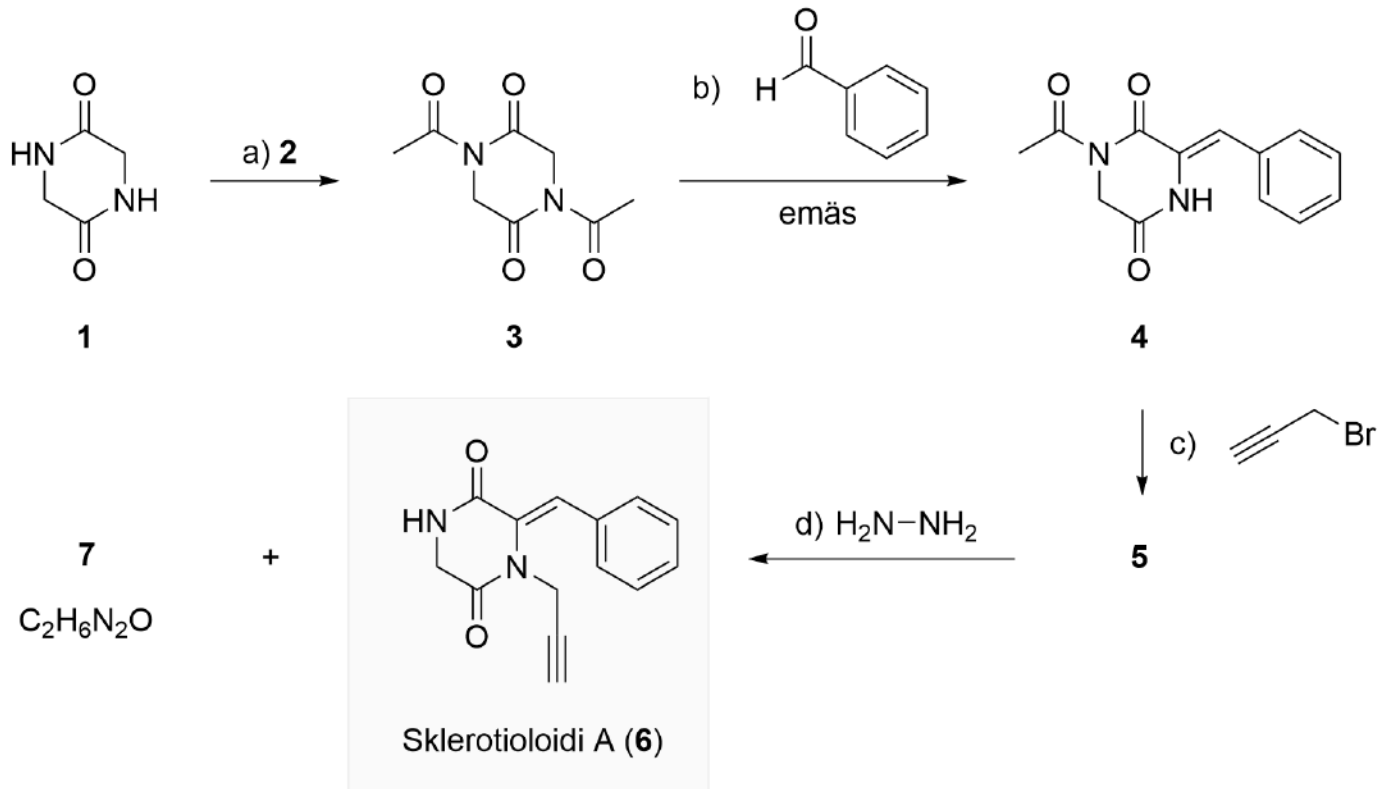
5.3 Mikä on koboltin hapetusluku kompleksissa: $[Co(NH_3)_4BrCl]$ 2 p.

Koboltin hapetusluku on:

6. Merisienialkaloidin synteesi 18 p.

Sklerotioloidi A (6) on Etelä-Kiinan mereltä kerätyistä *Aspergillus sclerotiorum* -merisienistä eristetty alkaloidi. Sklerotioloidi A:lle kehitettiin Aalto-yliopistossa vuonna 2023 alla esitetty synteettinen valmistusreitti. Voit käyttää apuna MarvinSketch-

tiedostoa johon on piirretty valmiiksi synteesireitin väli tuotteita.

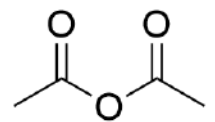
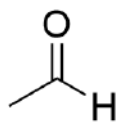
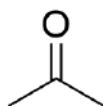
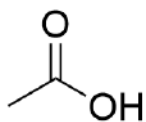


Aineisto

6.A Sklerotiloidi A:n synteesi

6.B Sklerotiloidi A:n väli tuotteita MarvinSketch-tiedostona

6.1 Mikä seuraavista yhdisteistä soveltuu käytettäväksi reagenssina 2 synteesireitin reaktiossa a)? 2 p.



- A
 B
 C
 D
 E

6.2 Reaktiossa b) syntyi pieniä määriä yhdisteen 4 stereoisomeeriä. Piirrä tämän stereoisomeerin rakenne. 4 p.



6.3 Reaktio c) on substituutio. Piirrä yhdisteen 5 rakenne. 4 p.



6.4 Piirrä yhdisteen 7 rakenne, jota muodostuu skerotioloidi A:n (6) lisäksi reaktiossa d), kun yhdistettä 5 käsitellään hydratsiinilla H_2N-NH_2 . 4 p.

6.5 Alla esitetyt 1H ja ^{13}C NMR-spektrit on mitattu yhdelle reitin molekyyleistä 1 – 6 . Mille? Perustele. 4 p.

Aineisto

6.5.A 1H NMR-spektri

6.5.B ^{13}C NMR-spektri

7. Esineen kuparointi elektrolyytisesti 19 p.

Esinettä kuparointiin elektrolyytisesti. Elektrolyyttiliuos sisälsi alussa 0,200 mol/l kupari(II)sulfaattia ja 1,000 mol/l rikkihappoa ja sen tilavuus oli 250,0 ml. Liuokseen lisättiin kuparointava esine ja inertti hiilielektrodi. Jännite oli kytkettynä 30,00 minuuttia ja elektrolyysivirta oli koko ajan 0,420 A. Kuparointavan esineen massa kasvoi 180,0 mg. Katodilla kehittyi myös vetyä, mutta vain osa siitä saatiin kerättyä talteen. Vetyä kerättiin 22,2 ml mitattuna lämpötilassa 22,0 °C ja paineessa 1,000 bar.

Faradayn vakio, $F = 96\,485\text{ As/mol}$.

7.1 Mikä kemiallinen reaktio tapahtuu anodilla? 2 p.

7.2 Mitkä kemialliset reaktiot tapahtuvat katodilla? 4 p.

7.3 Laske jännitelähteen katodille siirtämä kokonaisvaraus, Q , coulombeina. Yksi coulombi vastaa varausta, jonka yhden ampeerin sähkövirta kuljettaa sekunnin aikana. **3 p.**

7.4 Laske kuparin pelkistämiseen kulunut varaus. **4 p.**

7.5 Kuinka monta prosenttia jännitelähteen tuottamasta sähkövarauksesta saatiin hyödynnettyä esineen kuparointiin? **2 p.**

7.6 Kuinka monta prosenttia muodostuneesta vedystä saatiin kerättyä talteen. **4 p.**

8. Kahden karbonaatin analyysi 16 p.

Kahden karbonaattimineraalin MCO_3 ja $M'CO_3$ seoksen koostumus määritettiin joukolla kokeita. Kun 500,0 mg seosta lisättiin veteen ja se titrattiin 0,500 mol/l typpihapolla, havaittiin, että hapon kokonaiskulutus oli 17,95 ml. Kun titratulle liuokselle tehtiin liekkikoe, havaittiin liekissä oranssinpunainen väri. Titrauksen jälkeen toinen seoksen metalli-ioneista värjäsi liuoksen vaaleanpunaiseksi.

8.1 Kirjoita titrauksen reaktioyhtälö. **4 p.**

8.2 Mikä toinen seoksen metalli-ioneista oli liekkikokeen perusteella? **2 p.**

8.3 Mikä toinen seoksen metalli-ioneista todennäköisesti oli titratun liuoksen värin perusteella? **2 p.**

8.4 Laske seosnäytteen massaprosenttinen koostumus. **8 p.**

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.