

# FI – Kemia

**28.3.2019**

Koe koostuu 11 tehtävästä, joista vastataan seitsemään. Tehtävät on ryhmitelty kolmeen osaan. Osassa I on yksi kaikille pakollinen 20 pisteen tehtävä. Osassa II on seitsemän 15 pisteen tehtävää, joista vastataan neljään. Osassa III 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.

## OSA I

20 pisteen tehtävä. Kaikille pakollinen tehtävä.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta (ei aineistoa)

## OSA II

15 pisteen tehtävät. Vastaa neljään tehtävään.

2. Jäteveden neutralointi (ei aineistoa)
3. Pyretriini (rakenteet kuvana ja tiedostoina)
4. Kiinteän kuparisulfaatin ja kuparikappaleen puristaminen (videoaineisto)
5. Kuparin elektrolyyttinen puhdistus (ei aineistoa)
6. Kloorin ja jodin fluoridit (taulukkoaineisto)
7. Metyylibutanaatin valmistus (ei aineistoa)
8. Karbonyylikloridin valmistus (ei aineistoa)

## OSA III

20 pisteen tehtävät. Vastaa kahteen tehtävään.

9. Bensiinimoottoriauton pakokaasukatalysaattorin toiminta (teksti- ja kuva-aineisto)
10. Mikonatsolin valmistaminen (reaktiosarja kuvana ja tiedostoina, videoaineisto)
11. Booraksin vesiliuosten pH (ei aineistoa)

Voit avata tehtäviin liittyvät aineistot erilliseen välilehteen [tästä linkistä](#). Myös tehtävänantojen yhteydessä on suorat linkit aineistoihin.

OSA I

20 pisteen tehtävä. Vastaa tehtävään 1.

---

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

Seuraavissa monivalintatehtävissä (1.1.–1.10.) on esitetty neljä vaihtoehtoista vastausta kuhunkin kysymykseen tai väittämään. Valitse jokaisessa kohdassa oikea vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1. Hiilidioksidijää on kiinteää hiilidioksidia. Hiilidioksidimolekyylien välillä esiintyy

- kovalenttisia sidoksia
- vetysidoksia
- ionisidoksia
- dispersiovoimia

1.2. Opiskelijan pitää mitata 12,5 ml liuosta mahdollisimman tarkasti. Mitä välinettä hänen tulisi käyttää?

- 25 ml:n dekanterilasia
- 25 ml:n erlenmeyerpulloa
- 25 ml:n mittapulloa
- 25 ml:n mittalasia

1.3. Liuoksen A tiheys on 0,660 g/ml ja liuoksen B tiheys on 1,59 g/ml. Kuinka paljon liuosta A on mitattava, jotta sen massa olisi sama kuin 80,0 ml liuosta B?

- 19,3 ml
- 33,2 ml
- 84,0 ml
- 193 ml

1.4. Yhdisteen molekyylikaava on  $C_4H_{10}O$ , ja se on alkoholi. Kuinka moni erilainen rakennekaava täyttää nämä ehdot, kun stereoisomeriaa ei oteta huomioon?

- 2 rakennekaavaa
- 3 rakennekaavaa
- 4 rakennekaavaa
- 5 rakennekaavaa

1.5. Kun jää sulaa, muodostuu nestemäistä vettä, jonka lämpötila on 0 °C. Tilavuuden pieneneminen johtuu

- vesimolekyylien lämpöliikkeen vähentymisestä.
- vesimolekyylien välisten vetysidosten osittaisesta katkeamisesta.
- vesimolekyylien pienenemisestä.
- vesimolekyylien hajoamisesta.

1.6. Ruokaetikka sisältää 5,0 massaprosenttia etikkahappoa. Etikkahappokonsentraatio tässä vesiliuoksessa on

- 0,050 mol/dm<sup>3</sup>
- 0,083 mol/dm<sup>3</sup>
- 0,83 mol/dm<sup>3</sup>

1,1 mol/dm<sup>3</sup>

1.7. Säänmittausasemalla lämpötila on 20,0 °C ja ilmanpaine 99,3 kPa. Säähavaintopallo, jonka tilavuus on 2,00 dm<sup>3</sup>, nousee korkeuteen, jossa lämpötila on 10,0 °C ja ilmanpaine 92,1 kPa. Pallon tilavuus on tällöin

0,46 dm<sup>3</sup>

0,54 dm<sup>3</sup>

1,04 dm<sup>3</sup>

2,08 dm<sup>3</sup>

1.8. Alumiini on kestävä ja kevyt metalli. Se ei syövy ilman vaikutuksesta nopeasti, koska

se on niin kovaa, ettei happi kykene hapettamaan sitä.

sen pintaa peittää tiivis oksidikerros.

se on suhteellisen jalo metalli.

sen pinta on tasainen, joten happi ei pääse imeytymään siihen.

1.9. Tasapainossa olevan kaasusysteemin



painetta nostetaan vakio­lämpötilassa tilavuutta pienentämällä. Tällöin

tasapainoasema siirtyy kohti lähtöaineita.

tasapainoasema siirtyy kohti tuotteita.

tasapainoasema ei muutu.

tasapainovakion arvo pienenee.

1.10. Mikä seuraavista aineista tuottaa happaman liuoksen, kun sitä sekoitetaan veteen?

CO<sub>2</sub>

Ar

NH<sub>3</sub>

CH<sub>4</sub>

## OSA II

15 pisteen tehtävät. Vastaa neljään tehtävään.

---

2. Jäteveden neutralointi (15 p.)

Jätesäiliöön on kertynyt 105 m<sup>3</sup> HCl(aq)-liuosta, jonka konsentraatio on 0,0302 mol/dm<sup>3</sup>. Säiliön liuos neutraloidaan täydellisesti lisäämällä siihen kalsiumkarbonaattia. Tällöin tapahtuu reaktio



Voit olettaa, että muodostunut hiilidioksidi­kaasu pääsee poistumaan säiliöstä.

2.1. Kuinka monta kilogrammaa kalsiumkarbonaattia tarvitaan neutralointiin? (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

2.2. Mikä on muodostuneen hiilidioksidikaasun tilavuus, kun lämpötila on 25,0 °C ja paine on 101,325 kPa? (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

2.3. Johtaako kyseinen neutraloitu vesiliuos sähköä? Perustele vastauksesi. (3 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

---

3. Pyretriini (15 p.)

Aineisto:

3.A Kuva ja tiedostot: Pyretriini I ja transflutriini

Pyretriini on *Pyrethrum*-päivänkakkarasta eristetty luontainen hyönteismyrkky, jota on käytetty luomuviljelyssä. Pyretriini koostuu useista tehoaineista, joista yhden, pyretriini I:n rakenne on esitetty aineistossa 3.A. Pyretroidit, kuten transflutriini, ovat synteettisiä luonnon pyretriiniä matkivia yhdisteitä. Pyretroidit eivät hajoa auringonvalossa tai entsyymien vaikutuksesta yhtä helposti kuin pyretriini. Ne ovat tehokkaampia ja vähemmän allergisoivia kuin luonnon pyretriini. Pyretriini ja pyretroidit ovat myrkyllisiä hyönteisten lisäksi muun muassa vesieliöille ja kissoille. Tee tehtävät 3.1.–3.3. aineiston 3.A ja kemiallisten tietojen perusteella.

Voit käyttää vastauksissasi sanallisia selityksiä rakenteista tai kuvakaappauksia eri ohjelmilla tuotetuista tai muokatuista rakenteista.

3.1. Mitkä tekijät pyretriini I:n rakenteessa vaikuttavat sen liukenemiseen veteen ja rasvakudokseen? Kumpaan liuottimeen pyretriini I liukenee paremmin? (5 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 3.2. Minkälaisia tuotteita muodostuu, kun transflutriini hajoaa hydrolyysireaktiolla? Esitä muodostuvien tuotteiden rakennekaavat tai selitä niiden rakennetta lähtöaineessa tapahtuvien muutosten avulla. (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 3.3. Mitä etuja ja haittoja pyretroidien hitaasta hajoamisesta voi olla käyttäjän ja ympäristön kannalta? (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

4. Kiinteän kuparisulfaatin ja kuparikappaleen puristaminen (15 p.)

Aineisto:

4.A Video: Kiinteän kuparisulfaatin puristaminen

4.B Video: Kuparikappaleen puristaminen

Videoissa 4.A ja 4.B esitetään, mitä kiinteälle kuparisulfaatille ja kuparille tapahtuu, kun niitä puristetaan hydraulisella puristimella. Tee tehtävät 4.1. ja 4.2. aineistojen ja kemiallisten tietojen perusteella.

- 4.1. Mitä havaintoja voit tehdä kuparisulfaatin käyttäytymisestä puristettaessa? Perustele havaintoja kiinteän kuparisulfaatin rakenteen avulla. (8 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 4.2. Mitä havaintoja voit tehdä kuparikappaleen käyttäytymisestä puristettaessa? Perustele havaintoja kuparin rakenteen avulla. (7 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

---

5. Kuparin elektrolyyttinen puhdistus (15 p.)

Kuparin teollisen valmistuksen viimeinen vaihe on raakakuparin puhdistus elektrolyyttisesti. Elektrolyysissä toisena elektrodina on raakakuparilevy ja toisena elektrodina puhtaasta kuparista valmistettu levy. Elektrolyytinä käytetään rikkihappoa sisältävää kuparisulfaatin vesiliuosta.

- 5.1. Kirjoita katodireaktion reaktioyhtälö. Kuinka suuri massa puhdasta kuparia saostuu katodille, kun puhdistusprosessissa elektrolyysikennon läpi kulkee 180 A:n sähkövirta 6,00 tunnin ajan? (7 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 5.2. Tyypillisiä raakakuparin sisältämiä epäpuhtauksia ovat kulta, hopea, nikkeli ja sinkki. Mitä näille tapahtuu raakakuparin elektrolyyttisessä puhdistuksessa? Perustele vastauksesi. (8 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

---

6. Kloorin ja jodin fluoridit (15 p.)

Aineisto:

6.A Taulukko: Jodifluoridien muodostumislämmöt

Kloori ja jodi voivat muodostaa yhdisteitä fluorin kanssa. Esimerkiksi klooritrifluoridia  $\text{ClF}_3$  käytetään uraanin isotooppien erottelussa.

- 6.1. Uraani reagoi klooritrifluoridin kanssa muodostaen uraaniheksafluoridia  $\text{UF}_6$ . Reaktion sivutuotteena muodostuu kloorifluoridia  $\text{ClF}$ . Kirjoita reaktioyhtälö ilman olomuotomerkintöjä. (3 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

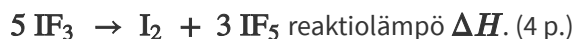
6.2. Klooritrifluoridi reagoi hopeakloridin kanssa seuraavasti:



Millä eri hapetusluvuilla kloori esiintyy tässä reaktiossa? Vastausta ei tarvitse perustella. (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

6.3. Laske taulukon 6.A avulla reaktion



[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

6.4. Kuten kohdan 6.3. reaktiossa, jodifluoridit voivat reagoida siten, että reaktiossa osa jodiatomeista pelkistyy ja osa hapettuu. Tällöin muodostuu kaksi erilaista reaktiotuotetta. Tällaisia reaktioita kutsutaan disproportioitumisreaktioiksi. Kirjoita kaksi muuta mahdollista jodifluoridien disproportioitumisreaktion yhtälöä. (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

## 7. Metyylibutanaatin valmistus (15 p.)

Metyylibutanaattia käytetään elintarviketeollisuudessa ananaksen tuoksun ja maun aikaansaamiseksi, ja sitä esiintyy luonnossa monissa hedelmissä. Kuvaile, miten voit valmistaa metyylibutanaattia kohtuullisen puhtaana. Käytettävissä on peruslaboratoriovälineitä ja tarvittavia kemikaaleja. Mitä välineitä ja yhdisteitä tarvitset eri työvaiheissa? Mitä yhdisteille tapahtuu eri työvaiheissa? Miten otat huomioon työturvallisuuden? Kirjoita reaktioyhtälö rakennekaavoin tai kuvaile sanallisesti rakenteiden muutosta reaktion aikana.

Voit kirjoittaa reaktioyhtälön esimerkiksi MarvinSketch-ohjelmassa ja liittää kuvakaappauksen vastaukseesi.

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾



8. Karbonyylikloridin valmistus (15 p.)

Karbonyylikloridi eli fosgeeni  $\text{COCl}_2$  on hyvin myrkyllinen kaasu, jota käytettiin taistelukaasuna ensimmäisessä maailmansodassa. Sitä valmistetaan hiilimonoksidin ja kloorin välisellä reaktiolla:  
 $\text{CO (g)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2 \text{ (g)} ; \Delta H < 0$

- 8.1. Reaktion tasapainovakion arvo lämpötilassa 400 °C määritettiin koejärjestelyllä, jossa suljettuun 3,00 litran reaktioastiaan johdettiin 0,120 mol hiilimonoksidia ja 0,0593 mol kloorikaasua. Tasapainon asetuttua reaktioastiassa oli 0,0570 mol karbonyylikloridia. Laske tasapainovakion arvo tämän koejärjestelyn perusteella. (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 8.2. Reaktion tasapainotilan muutosta tutkittiin toisella koejärjestelyllä samassa lämpötilassa. Suljetussa 3,00 litran reaktioastiassa oli 0,0363 mol/l hiilimonoksidia, 0,0178 mol/l klooria ja 0,763 mol/l karbonyylikloridia. Tähän tasapainossa olevaan kaasuseokseen johdettiin 0,0999 mol klooria. Mitkä olivat kaasujen konsentraatiot tasapainon uudelleen asetuttua? (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 8.3. Lisääntyykö karbonyylikloridin saanto, jos lämpötila nostetaan arvosta 400 °C arvoon 1 000 °C? Perustele lyhyesti. (3 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

**OSA III**

**20 pisteen tehtävät. Vastaa kahteen tehtävään.**

---

9. Bensiinimoottoriauton pakokaasukatalysaattorin toiminta (20 p.)

Aineisto:

9.A Teksti: Katalysaattorin toiminta

9.B Kuva: Katalysaattorin rakenne

9.C Kuvaaja: Ilma-polttoainesuhteen vaikutus katalysaattorissa tapahtuvien reaktioiden muuntosuhteeseen

Autoissa tarvitaan katalysaattoria pakokaasujen käsittelemiseen. Tee tehtävät 9.1.–9.3. aineistojen 9.A–9.C ja kemiallisten tietojen perusteella.

- 9.1. Kuvaaile haitallisten aineiden muodostumista auton bensiinimoottorissa ja niiden reaktioita katalysaattorissa. Mitä haitallisia aineita muodostuu? Miten ne muodostuvat? Miten ne muuttuvat katalysaattorissa? Perusteluina käytettyjä reaktioyhtälöitä ei tarvitse tasapainottaa. (10 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 9.2. Miten happikaasun pitoisuus katalysaattorissa vaikuttaa katalysaattorin toimintaan? (6 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 9.3. Miten aineistoissa 9.A–9.C kuvatussa katalysaattorissa voidaan pitää toivottujen reaktioiden nopeudet mahdollisimman suurina? Perustele vastauksesi. (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

---

10. Mikonatsolin valmistaminen (20 p.)

Aineisto:

10.A Kuva ja tiedostot: Reaktiosarja mikonatsolin valmistamisesta

10.B Video: Pyörivä pallotikkumalli mikonatsolista

Mikonatsoli on lääkeaine, joka estää hiivasienten kasvua. Aineistossa 10.A kuvataan mikonatsolin valmistusta.

Voit käyttää vastauksissasi sanallisia selityksiä rakenteista tai kuvakaappauksia eri ohjelmilla tuotetuista tai muokatuista rakenteista.

- 10.1. Analysoi aineistossa 10.A kuvattua reaktiosarjaa. Mihin reaktiotyyppeihin synteesisarjan vaiheet I, II ja III kuuluvat? Nimeä funktionaaliset ryhmät, jotka muodostuvat vaiheissa II ja III. (7 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 10.2. Vaiheessa I muodostuu myös toinen reaktiotuote, joka reagoi lähtöaineen X kanssa. Siksi yhdistettä X käytetään kaksinkertainen ainemäärä yhdisteeseen Y verrattuna. Mikä on tämä toinen reaktiotuote, ja miten se reagoi yhdisteen X ylimäärän kanssa? (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

- 10.3. Mitkä osat mikonatsolimolekyylistä ovat tasomaisia? Perustele vastauksesi mikonatsolin rakenteen avulla. Voit myös hyödyntää aineistoa 10.B. (5 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

10.4. Mikonatsoli esiintyy kahtena enantiomeerina (optisena isomeerina). Missä mikonatsolin valmistuksen reaktiovaiheessa syntyy ensimmäisen kerran tuote, joka voidaan erottaa kahdeksi enantiomeeriksi? Perustele vastauksesi. (4 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

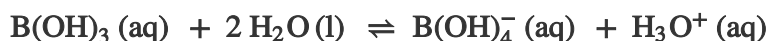
11. Booraksin vesiliuosten pH (20 p.)

Kidevedellistä booraksia  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  käytetään homeenestoon, hyönteistorjuntaan sekä puhdistusaineiden ainesosana.

Kidevedellisen booraksin liuetessa veteen tapahtuu reaktio:



Muodostunut boorihappo  $\text{H}_3\text{BO}_3$  eli  $\text{B}(\text{OH})_3$  on heikko happo, joka reagoi veden kanssa seuraavasti:



Boorihapon happovakio

$$K_a = \frac{[\text{B}(\text{OH})_4^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{B}(\text{OH})_3]} = 5,8 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

11.1. 28,6 g kidevedellistä booraksia  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  liuotetaan 1,00 litraan vettä. Mikä on muodostuvan liuoksen pH? (10 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

11.2. Mikä on muodostuvan liuoksen pH, kun kohdan 11.1. liuokseen lisätään 100,0 ml natriumhydroksidin vesiliuosta, jonka konsentraatio on 0,10 mol/l? (10 p.)

[Ohje kuvien ja kaavojen liittämiseen](#) ▾

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