

# FI – Kemia

31.3.2021

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. [Hitsauskaasut](#) 15 p.

3. [Sateen tuoksu](#) [Aineisto](#) 15 p.

4. [Alumiinin määrätyt](#) [Aineisto](#) 15 p.

5. [Lyijyakku](#) [Aineisto](#) 15 p.

6. [Platinan liukeneminen kuningasveteen](#) 15 p.

7. [Sinkin tuotanto](#) [Aineisto](#) 15 p.

8. [Kaliumhypokloriitin valmistus](#) 15 p.

### Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

9. [Sitruunahappokierron reaktioita](#) [Aineisto](#) 20 p.


10. [Paikallisuudutteen valmistus](#) [Aineisto](#) 20 p.

11. [Vesipitoisuuden määrätyt](#) [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 kohdassa 1.1–1.10 parhaiten sopiva vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1 Millä seuraavista ioneista on jalokaasuatomien elektronirakenne? 2 p.

- H<sup>-</sup>
- Cu<sup>2+</sup>
- Xe<sup>2+</sup>
- Pb<sup>2+</sup>

1.2 Minkä atomiparin välille muodostuu poolisin sidos? 2 p.

- O ja H
- C ja H
- Al ja Au
- Na ja I

1.3 Analyysivaa'alla punnittiin 0,252 g kuparisulfaattia, joka liuotettiin mittapullossa veteen. Mittapullon tilavuus oli 250,0 ml, ja se täytettiin vedellä merkkiin asti. Kuparisulfaatin moolimassa on 159,62 g/mol. Valmistetun kuparisulfaattiliuoksen konsentraatio oli 2 p.

- 0,00631 mol/dm<sup>3</sup>.
- 6,31 mol/dm<sup>3</sup>.
- $6,31 \cdot 10^{-6}$  mol/dm<sup>3</sup>.
- 0,00622 mol/dm<sup>3</sup>.

1.4 NaOH-liuoksen konsentraatio on 2,00 mol/dm<sup>3</sup>. Kuinka paljon tätä liuosta tarvitaan, kun valmistetaan 1,00 dm<sup>3</sup> NaOH-liuosta, jonka konsentraatio on 0,0500 mol/dm<sup>3</sup>? 2 p.

- 0,0500 dm<sup>3</sup>
- 0,500 dm<sup>3</sup>
- 0,0250 dm<sup>3</sup>
- 0,100 dm<sup>3</sup>

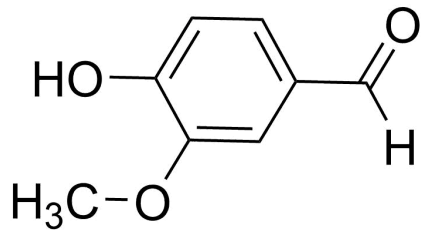
1.5 Kuinka monta vetyatomia on 3,4 grammassa sakkaroosia C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>? 2 p.

- $1,3 \cdot 10^{23}$  kpl
- $7,2 \cdot 10^{22}$  kpl
- $6,0 \cdot 10^{23}$  kpl
- $6,0 \cdot 10^{21}$  kpl

1.6 Mikä seuraavista yhdisteistä voi hapettua kaliumpermanganaatin avulla? 2 p.

- 2-metyylipropan-2-oli
- propan-2-oli
- 2-metyylipropaani
- propan-2-oni

1.7 Vaniljan tuoksu syntyy vanilliinista.

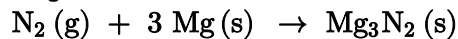


vanilliini  
vanillin

Vanilliini on funktionaalisten ryhmien perusteella 2 p.

- fenoli, esteri ja aldehydi.
- alkoholi, eetteri ja aldehydi.
- fenoli, eetteri ja ketoni.
- fenoli, eetteri ja aldehydi.

1.8 Magnesiumnitridiä tuotetaan reaktiolla



Eräässä kokeessa 0,5 mol typpeä ja 0,5 mol magnesiumia reagoivat keskenään. Reaktiossa saatiin 0,125 mol magnesiumnitridiä. Mikä oli prosentuaalinen saanto? 2 p.

- 50 %
- 75 %
- 25 %
- 33 %


1.9 Reaktio käynnistetään sekoittamalla keskenään lähtöaineet A ja B. Reaktio on tasapainoreaktio, ja reaktiossa havaitaan tuotteet C ja D. Hetkeä ennen kuin dynaaminen tasapainotila saavutetaan, 2 p.

- reaktionopeus lähtöaineista tuotteiksi pienenee.
- reaktionopeus lähtöaineista tuotteiksi kasvaa ja tuotteista lähtöaineiksi pienenee.
- reaktionopeus tuotteista lähtöaineiksi pienenee.
- reaktionopeudet lähtöaineista tuotteiksi ja tuotteista lähtöaineiksi kasvavat.

1.10 Mikä seuraavista yhdisteistä liukenee parhaiten bensiiniin? 2 p.

- H<sub>2</sub>O
- CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>
- CaCl<sub>2</sub>
- CH<sub>3</sub>OH

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

## 2. Hitsauskaasut 15 p.

Hitsauksessa käytetään happea ( $O_2$ ) ja etyyniä eli asetyleeniä ( $HC\equiv CH$ ). Asetyleeni on erittäin helposti syttyvä kaasu. Koska asetyleeni on hyvin reaktiivista, se on liuotettu kaasupullon sisällä asetoniin eli propan-2-oniin. Kun asetyleeniä käytetään, sitä höyrystyy kaasupullon sisällä asetonista sitä mukaa kuin sitä kuluu. Siksi kaasupullon paineesta ei voi päätellä pullon sisältämän asetyleenin määrää. Asetyleenin määrän selvittämiseksi pullo on punnittava. Happi sen sijaan on kaasuna, ja kaasupullon paineesta voidaan laskea pullon sisällä olevan hapen ainemäärä.

2.1 Hitsaaja sai kaksi kaasupulloa, joista kummankin tilavuus oli 50,0 litraa. Kumpikaan pullo ei ollut täysi. Happipullon paine oli 115 bar. Asetyleeniä sisältävän kaasupullon massa oli 68,1 kg. Tyhjän asetyleenipullon massa oli 62,7 kg. Hitsaajan käyttämässä hitsaustekniikassa hapen ja asetyleenin ainemääräsuhde oli 1,20:1,00. Kumpi kaasu loppui ensin? Kaasujen oletetaan käyttäytyvän ideaalikaasujen tavoin, ja kaasupulloja säilytettiin 25 °C:een lämpötilassa. **12 p.**

2.2 Turvallisuusohjeiden mukaan hitsauskaasupullojen on oltava pystyasennossa kuljetuksen aikana ja kuljetustilassa on oltava hyvä ilmanvaihto. Arvioi, mihin turvallisuusohjeet perustuvat. **3 p.**

## 3. Sateen tuoksu 15 p.

### Aineisto

3.A [Kuva ja tiedosto: Geosmiinin rakenne kuvana ja MarvinSketch-tiedostona](#)

Geosmiinia vapautuu maaperän tiettyjen bakteerien kuollessa. Geosmiinia vapautuu ilmaan veden haihtuessa maaperästä, ja osittain tästä johtuu sateen jälkeinen maaperän tuoksu. Geosmiini voi aiheuttaa myös makuhaittoja esimerkiksi juomaveteen. Siksi geosmiinin hajottamista on tutkittu eri tavoin.

Kun vastaat tehtäviin 3.1 ja 3.2, hyödynnä kuvassa 3.A annettua geosmiinin rakennekaavaa. Kuvassa 3.A esitettyssä geosmiinin rakennekaavassa ei ole huomioitu stereokemiaa.

3.1 Merkitse geosmiinin rakennekaavaan asymmetriakeskukset. **3 p.**

3.2 Geosmiini voidaan hajottaa happokatalyyttisesti. Piirrä reaktiotuotteet, jotka voivat teoriassa muodostua, kun vesimolekyylillä lohkeaa geosmiinin happokatalyyttisessä eliminaatioreaktiossa. Tuotteet ovat keskenään isomeerejä.

Mistä isomerian lajista on kyse? Perustele. **8 p.**

**3.3** Ihminen kykenee haistamaan geosmiinin pitoisuuden, joka on 0,001 ppb (1 ppb = 0,001 ppm = 0,001 mg/kg). Kuinka monta litraa vettä pitää mitata, kun 1,0 g geosmiinia liuotetaan veteen siten, että muodostuneen liuoksen pitoisuus on 0,001 ppb? Veden tiheys on 1,0 g/ml. **4 p.**

## 4. Alumiinin määrittäminen 15 p.

### Aineisto

#### 4.A Teksti: Alumiinin määrittäminen

Näytteessä olevien alumiini-ionien massa voidaan analysoida gravimetrisesti saostamalla alumiini-ionit alumiinihydroksidina ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ). Alumiinihydroksidia kuumennettaessa reaktiossa muodostuu alumiinioksidia ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Saatu alumiinioksidi punnitaan, ja alumiini-ionien massa voidaan laskea.

Tutustu aineistoon [4.A](#) ja vastaa tehtäviin 4.1–4.4.

**4.1** Kirjoita saostumisreaktion reaktioyhtälö. Miten aineistossa [4.A](#) kuvatussa menetelmässä varmistetaan, että kaikki alumiini-ionit saostuvat alumiinihydroksidina? **5 p.**

**4.2** Minkä värisiksi metyylipunainen värjää liuoksen alussa? Minkä värisiksi liuos muuttuu, kun kaikki alumiinihydroksidi on saostunut? Perustele vastauksesi. **4 p.**

**4.3** Alumiinihydroksidi liukenee sekä hyvin happamiin että hyvin emäksisiin liuoksiin. Miten aineistossa [4.A](#) kuvatussa analyysimenetelmässä estetään liuoksen pH-arvon nouseminen liian korkeaksi, kun ammoniakkia lisätään liuokseen ylimäärä? **2 p.**

4.4 Alumiini-ioneja sisältävän näytteen massa oli 1,253 g. Gravimetrisessä analyysissä saatiin lopputuotteena 287,2 mg  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :a. Mikä oli alkuperäisen näytteen alumiini-ionipitoisuus massaprosentteina? **4 p.**

## 5. Lyijyakku 15 p.

### Aineisto

5.A Teksti: Lyijyakun toiminta

Tutustu aineistoon 5.A ja vastaa tehtäviin 5.1–5.3.

5.1 Kuinka monta sähköparia on auton akussa, jossa niiden jännitteiden summa on 12 V? Perustele vastauksesi. **4 p.**

5.2 Kun auto käynnistetään kylmänä, sen akusta otetaan 5,5 sekunnin aikana 180 A virtaa. Kuinka monta grammaa lyijydioksidia tuolloin kuluu? ( $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ ) **7 p.**

5.3 Kun akku on ladattu täyteen, kaikki lyijysulfaatti on reagoanut. Jos latausta jatketaan ja latausjännite on suhteellisen korkea, voi tapahtua veden elektrolyysi. Kirjoita reaktioyhtälö, joka kuvaa veden elektrolyysiä. Millaisia haittoja ja riskejä akussa tapahtuvasta veden elektrolyysistä voi aiheutua? **4 p.**

## 6. Platinan liukeneminen kuningasveteen 15 p.

Platina on kiiltävä, hopeanharmaa metalli. Se ei reagoi useimpien happojen kanssa, mutta se liukenee kuningasveteen. Kuningasvesi on väkevien vetykloridihappo- ja typpihappoliuosten seos.

6.1 Platinan ja kuningasveden reaktiossa syntyy reaktiotuotteina heksaklooriplatinahappoa  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ , typpimonoksidia ja vettä. Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö. Mitkä aineet hapettuvat ja mitkä pelkistyvät? Mitä hapetuslukujen muutoksia tapahtuu? **7 p.**

6.2 Heksaklooriplatinahapon platina voidaan pelkistää takaisin metalliseksi platinaksi kuumentamalla voimakkaasti kiinteää heksaklooriplatinahapon ammoniumsuolaa  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ . Reaktiossa muodostuu metallisen platinan lisäksi tyyppiä, ammoniumkloridia ja vetykloridia. Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö. Mitkä aineet hapettuvat ja mitkä pelkistyvät? Mitä hapetuslukujen muutoksia tapahtuu? **8 p.**

## 7. Sinkin tuotanto 15 p.

### Aineisto

7.A Teksti: Sinkin tuotantoprosessi

7.B Kuvat: Rikkihapon ja rikkidioksidin rakenteet

Sinkkiä tuotetaan Suomessa Bolidenin tehtailla Kokkolassa.

Tutustu aineistoihin 7.A ja 7.B, jotka liittyvät sinkin tuotantoprosessiin ja siinä syntyviin yhdisteisiin. Vastaa tehtäviin 7.1–7.4.

7.1 Kirjoita reaktioyhtälöt sinkkisulfidin ja hapen väliselle reaktiolle sekä sinkkioksidin ja rikkihapon väliselle reaktiolle. **4 p.**

7.2 Sinkkisulfidi voitaisiin liuottaa myös suoraan rikkihappoon, jolloin saataisiin suoraan sinkkisulfaattia ilman pasutusvaihetta. Perustele, miksi tällainen menetelmä ei olisi turvallinen sinkin teolliseen tuotantoon. **2 p.**

7.3 Selitä kemiallisesti perustellen, miksi sinkkijauheen lisäys saostaa epäpuhtaasta sinkkisulfaattiliuoksesta kuparia ja nikkeliä. Miksi kupari saostuu ennen nikkeliä? **3 p.**

7.4 Miksi rikkidioksidi on huoneenlämmössä kaasua, kun taas rikkihappo on nestettä, jonka kiehumispiste on korkea (337 °C)? Selitä nämä ominaisuudet aineiden rakenteen avulla. 6 p.

## 8. Kaliumhypokloriitin valmistus 15 p.

Kaliumhypokloriittia KClO käytetään desinfiointiaineena. Sitä voidaan valmistaa johtamalla kloorikaasua kaliumhydroksidiliuokseen.



Hypokloriitti-ioni ClO<sup>-</sup> on hypokloorihapokkeen HClO vastinemäs. Hypokloorihapokkeen happovakio on  $K_a = 2,95 \cdot 10^{-8}$  mol/l.

8.1 Kaliumhydroksidiliuoksen konsentraatio on 1,00 mol/dm<sup>3</sup>. Kuinka monta litraa klooria täytyy johtaa 2,00 litraan tätä liuosta, jotta kaikki kaliumhydroksidi reagoisi? Lämpötila on 25,0 °C ja paine 101,325 kPa. Oletetaan, että reaktio tapahtuu täydellisesti. 5 p.

8.2 Mikä on syntyneen liuoksen pH? Oletetaan, että liuoksen tilavuus ei muutu kloorin lisäyksen seurauksena. 10 p.

## Osa 3: 20 pisteen tehtävät

 Vastaa kahteen tehtävään.

## 9. Sitruunahappokierron reaktioita 20 p.

### Aineisto

9.A [Teksti ja kuva: Sitruunahappokierron reaktioita](#)

Sitruunahappokierto on solujen keskeinen energiantuotantoprosessi. Kierto tapahtuu mitokondrioissa.

Tutustu aineistoon [9.A](#), ja vastaa tehtäviin 9.1–9.3.

9.1 Yhdessä sitruunahappokierron reaktiossa fumaraasi katalysoi reaktiota, jossa fumaraatista muodostuu (S)-malaattia. Laske sidosenergioiden avulla fumaraasin katalysoiman (S)-malaatin eksotermisen muodostumisreaktion entalpiamuutos  $\Delta H$ . 9 p.



9.2 Piirrä yhdisteiden X ja Y rakennekaavat. 6 p.

9.3 Fumaraasin katalysoimaa reaktiota tutkittiin laboratoriossa liuottamalla fumaraatti ja fumaraasi puskuriliuokseen. Reaktion tasapainovakion arvoksi saatiin 3,8, kun lämpötila oli 37 °C. Tasapainovakio määritettiin lausekkeesta

$$K = \frac{[(S)\text{-malaatti}]}{[\text{fumaraatti}]}$$

Kuinka monta prosenttia fumaraatista oli jäljellä dynaamisessa tasapainotilassa? Miksi sitruunahappokierrossa kaikki fumaraatti kuitenkin reagoi muodostaen (S)-malaattia? 5 p.

## 10. Paikallisuudutteen valmistus 20 p.

### Aineisto

10.A [Kuva: Bupivakaiinin valmistus](#)

10.B [Tiedosto: Bupivakaiinin rakenne MarvinSketch-tiedostona](#)

Bupivakaiini on paikallisuudutteenä käytetty lääkeaine. Tutustu bupivakaiinin valmistusta käsittelevään reaktiokaavioon 10.A, ja vastaa tehtäviin 10.1–10.4.

10.1 Piirrä lähtöaineen P rakennekaava. 4 p.

10.2 Vaiheessa I lähtöaineet P ja Q liuotettiin heptaanisiin, ja reaktioseokseen lisättiin natriumhydroksidin vesiliuosta. Seosta sekoitettiin voimakkaasti. Kun reaktio oli lopussa, reaktioastiassa erottui heptaanisia sisältävä ylempi kerros ja vettä sisältävä alempi kerros. Miksi kerrokset eivät sekoitu toisiinsa? Mihin kerrokseen vaiheen I reaktiotuotteet liukenevat parhaiten? 6 p.

10.3 Reaktiosarjan lopputuotteen eli bupivakaiinin puhtautta tutkittiin sekä kromatografialla että mittaamalla tuotteesta  $^1\text{H}$  NMR-spektri. Miten näillä menetelmillä saadaan selville, onko bupivakaiinissa epäpuhtauksina välituotteita R tai S? 4 p.

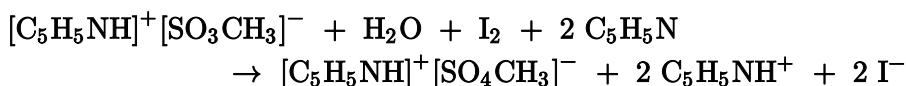
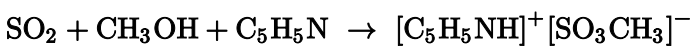
10.4 Piirrä bupivakaiinin yhden stereoisomeerin rakennekaava, josta avaruusrakenne ilmenee. Mistä stereoisomerian lajista on kyse? Mihin stereoisomeerien erilainen vaikutus elimistössä perustuu? Voit käyttää vastauksessa apuna aineiston 10.B MarvinSketch-tiedostoa. 6 p.

## 11. Vesipitoisuuden määrittäminen 20 p.

### Aineisto

11.A Taulukko: Ruokaöljyjen vesipitoisuuden määrittäminen

Karl Fischer julkaisi vuonna 1935 menetelmän, jolla voidaan määrittää näytteiden hyvin pieniä vesipitoisuuksia. Tätä menetelmää käytetään muunneltuna edelleen. Fischer valmisti titrausliuoksen liuottamalla eri vaiheissa 254 g jodia, 790 g pyridiiniä ja 192 g rikkidioksidia vedettömään metanoliin siten, että liuoksen kokonaistilavuudeksi tuli 5,00 litraa. Titrausliuoksessa ja titrauksen aikana tapahtuvat seuraavat reaktiot:



11.1 Laske titrausliuoksen vesiekvivalenttitarvo (mg/ml) eli näytteessä olevan veden massa (mg), joka reagoi yhden millilitran kanssa titrausliuosta.

Laboratoriossa tutkittiin kahden ruokaöljyn vesipitoisuutta. Molemmista öljyistä otettiin neljä 10,0 gramman näytettä titrattavaksi. Titraustulokset ovat taulukossa 11.A. Määritä tutkittujen öljyjen vesipitoisuus massaprosenttina. 17 p.

11.2 Mitä muutoksia titrausliuoksen koostumuksessa voi tapahtua, jos sitä säilytetään huolimattomasti niin, että titrausliuos altistuu ilmalle? 3 p.

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