



## KEMIAN KOE 3.10.2019

## HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Kemian näkövammaisten korvaavan kokeen hyvän vastauksen piirteet löytyvät erillisenä tiedostona Hyvän vastauksen piirteet -osiosta lautakunnan verkkosivuilta.

Tämä tiedosto ei välttämättä ole täysin saavutettava esimerkiksi ruudunlukuohjelman käyttäjille, koska tiedosto sisältää kaavoja.

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokelaan koesuoritukseen, muodostuu kokelaan koesuorituksesta saamista pisteistä, lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ja lautakunnan määräyksissä ja ohjeissa annetuista arvostelua koskevista määräyksistä. Lopulliset hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastausvaihtoehtoja tai hyväksytyyn vastauksen kaikkia hyväksytyjä yksityiskohtia. Koesuorituksessa mahdollisesti olevat arvostelumerkinnot katsotaan muistiinpanoluonteisiksi, eivätkä ne tai niiden puuttuminen näin ollen suoraan kerro arvosteluperusteiden soveltamisesta koesuoritukseen.

Ylioppilastutkinnon kokeessa selvitetään ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelman mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttaneet lukiokoulutuksen tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyys. Kemiassa arvioinnin kohteina ovat kemiallisen tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen. Arvioinnissa otetaan huomioon myös kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot. Näihin kuuluvat esimerkiksi kokeiden suunnittelu, työvälineiden ja reagenssien turvallinen käyttö, tulosten esittäminen ja tulkitseminen sekä johtopäätösten tekeminen ja soveltaminen.

Kemian tehtäviä arvosteltaessa painotetaan oppiaineen luonteen mukaista esitystapaa sekä käsitteiden ja kielenkäytön täsmällisyyttä. Reaktioyhtälöt esitetään ilman hapetuslukuja pie-

nimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olumuotoja ei vaadita. Rakennekaavojen eri esitystavat hyväksytään.

Laskennallisissa tehtävissä suureyhtälöjä ja kaavoja käytetään tavalla, joka osoittaa kokelaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Vastauksesta ilmenee yksiselitteisesti, miten lopputulokseen päädytään, mutta laajoja välivaiheita ei tarvita. CAS-ohjelmia voi hyödyntää tehtävän eri vaiheissa. Merkintätapojen kannalta keskeisiä vaiheita ovat periaatteiden ja lakien sekä lopputuloksen ja johtopäätösten esittäminen. Lopputulokset annetaan lähtöarvojen mukaisella tarkkuudella yksiköineen, ja johtopäätökset perustellaan.

Mittaustuloksia ja niistä piirrettyjä kuvaajia hyödynnetään tiedon analysoinnissa ja johtopäätösten tekemisessä. Mittauspisteisiin sovitetaan asianmukainen suora tai käyrä esimerkiksi jonkin sovitefunktion avulla. Jos mittauspisteet ovat lähellä toisiaan, varsinaista sovitefunktiota ei tarvitse lisätä tai pisteiden yhdistäminen riittää. Mittauspisteiden välisiä arvoja voi interpoloida kuvaajaa silmämääräisesti lukemalla tai sopivalla ohjelmalla. Kuvaajaan merkitään akselien nimet, yksiköt ja asteikko. Kuvaajaan merkitään johtopäätösten kannalta olennaiset kohdat, kuten ekvivalenttikohta titrauskäyrässä tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

Essee- ja selittävässä vastauksissa tekstiä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Käsiteltäviä ilmiöitä kuvataan makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla. Vastauksesta ilmenee tehtävään liittyvän aineiston hyödyntäminen, soveltaminen, analysointi ja arvioiminen tehtävänannon mukaisesti. Hyvä vastaus on jäsenneily ja sisällöltään johdonmukainen.

Vastaus arvostellaan tehtäväkohtaisten kriteerien mukaisesti. Lähtökohtana ovat vastauksen ansiot, joista kertyy pisteitä. Jos kokelaan vastaus on jakautunut eri tavalla kuin tehtävänannossa on oletettu, muissa kohdissa olevat ansiot, virheet ja ristiriitaisuudet otetaan pisteytysjaon asettamien rajoitusten puitteissa huomioon arvostelussa. Jos keskeinen kemiallinen periaate puuttuu tai se on virheellinen, pisteiden kertyminen päättyy. Tällöin virheellisen tuloksen siirtymistä eteenpäin ei hyväksytä (ei-VSE). Muiden puutteiden tai virheiden kohdalla vir-

heellisen tuloksen siirtyminen eteenpäin hyväksytään (VSE), jolloin pisteiden kertyminen jatkuu puutteen tai virheen jälkeen. Kokeen loppupään vaativat tehtävät edellyttävät täsmällisempää periaatteiden hallintaa kuin kokeen alkupään perustehtävät. Kemian kannalta epätas- mällisesta kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.

Pisteet voivat olla *itsenäisiä* tai *sidottuja*. **Itsenäisen pisteen (ip.)** saamiseksi riittää, että ky- seiseen pisteeseen oikeuttava asia on mainittu vastauksessa riippumatta muun vastauksen oikeellisuudesta. **Sidottu piste (sp.)** on sidottu edeltävän asian oikeellisuuteen.

## OSA I

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

- |  |        |
|--|--------|
| 1.1. kalium, K   | (2 p.) |
| 1.2. He, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O, Fe              | (2 p.) |
| 1.3. propaani  | (2 p.) |
| 1.4. -3 ammoniakissa, +5 typpihapossa ja +4 typpidioksidissa | (2 p.) |
| 1.5. hapettamalla propanaalia                                | (2 p.) |
| 1.6. 2 mol/l HCl ja 2 g CaCO <sub>3</sub> -jauhetta          | (2 p.) |
| 1.7. Ag/Ag <sup>+</sup>                                      | (2 p.) |
| 1.8. 0,14 mol  | (2 p.) |
| 1.9. 3,65 g  | (2 p.) |
| 1.10. +800 kJ  | (2 p.) |

## OSA II

### 2. Ruosteen poistaminen ja korroosionesto (15 p.)

#### 2.1. (9 p.)

$$n(\text{oksaalihappo}) = c \cdot V \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 0,140 \text{ mol/l} \cdot 1,50 \text{ l} = 0,21000 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Stoikiometrian perustelu (voi myös ilmetä epäsuorasti laskusta):

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1/6 \cdot n(\text{oksaalihappo}) \quad (2 \text{ ip.}^*)$$

*Stoikiometria pitää soveltaa ainemäärään ja oikeisiin yhdisteisiin.*

$$= 1/6 \cdot 0,21000 \text{ mol} = 0,035000 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (2 \cdot 55,85 + 3 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 159,7 \text{ g/mol} \quad (159,70 \text{ g/mol})$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n \cdot M \quad (1 \text{ ip.})$$

*Kaava pitää soveltaa oikeaan yhdisteeseen.*

$$= 0,035000 \text{ mol} \cdot 159,70 \text{ g/mol} = 5,5895 \text{ g} \quad (1 \text{ p.})$$

Ruostetta voidaan poistaa 5,59 g. (1 p.)

<sup>\*)</sup> ip:n ja sp:n selitys HVP:n johdanto-osassa.

#### 2.2. (6 p.)

Vastauksessa esitetään ja perustellaan erilaisia tapoja, joilla voidaan vähentää raudan ruostumista. Maininta 1 ip./tapa, perustelu 2 p./tapa.

Esimerkiksi:

- Maalataan pinta tai pinnoitetaan se esimerkiksi muovilla.  
Maali tai pinnoite estää hapen pääsyn rautapintaan ja estää siten rautapintaa hapettumasta.
- Pinnoitetaan rauta epäjalolla metallilla, kuten sinkillä.  
Vaikka pinnoitteeseen tulisi naarmu, epäjalo pinnoitemetalli hapettuu ensin ja vasta siten rauta.
- Käytetään uhrianodia.  
Esimerkiksi teräsveneisiin kiinnitetään kappale metallia, joka on epäjalompaa kuin rauta. Epäjalompi metalli hapettuu ensin ja suojaa siten rautaa hapettumiselta.
- Muutetaan raudan käyttöympäristöä.  
Esimerkiksi poistetaan raudan kanssa kosketuksissa oleva elektrolyytti kuivaamalla tai poistetaan elektrolyyttiin liuennut happi.
- Käytetään korroosioinhibiittoria, joka estää tai hidastaa raudan hapettumisreaktiota.

### 3. Hedelmien ja vihannesten säilyvyys (15 p.)

#### 3.1. (3 p.)



Vastaus:

| Tarkistetaan, että                                      | Pisteet     |
|---|-------------|
| esitetty syklopropeenin rakennekaava                    | 1 ip.       |
| rakenne sisältää metyyliryhmän                          | 1 sp.       |
| metyyliryhmä sijaitsee C=C sidokseen nähden 1. hiilessä | 1 sp.       |
| <b>yhteensä max.</b>                                    | <b>3 p.</b> |

**3.2. (4 p.)**

Yhdisteet **A, C, D** ja **G** ovat 1-metyylisyklopropeenin isomeerejä.

(4 p.)

Verrattuna 1-metyylisyklopropeeniin **B**:ssa on enemmän hiiliatomeja, **E**:ssa enemmän vety- ja hiiliatomeja ja **F**:ssa ja **H**:ssa on enemmän vetyatomeja (selitystä ei vaadita).

- 1 p./oikea kirjain

- Vääristä ja ylimääräisistä kirjaimista -1 p. / kirjain

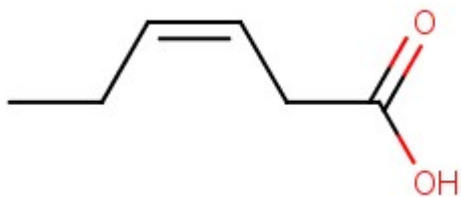
**3.3. (4 p.)**

Metanoli on poolinen yhdiste (tai metanolimolekyylit sisältää poolisen OH-ryhmän).

Metanolimolekyylien välillä on vetysidoksia ja dispersiovoimia.

Eteeni on pooliton yhdiste (tai eteenimolekyylit sisältävät vain heikosti poolisia C-H-sidoksia ja poolittomia C-C-sidoksia). Tämän vuoksi eteenimolekyylien välillä on vain dispersiovoimia, jotka ovat heikompia kuin vetysidokset. Yleissääntö on, että mitä voimakkaampia sidoksia/ vuorovaikutuksia yhdisteen molekyylien välillä on, sitä korkeampi on yhdisteen kiehumispiste (vertailu eteenin ja metanolin vuorovaikutusten välillä ja johtopäätös).

| <b>Tarkistetaan, että</b>  | <b>Pisteet</b> |
|--|----------------|
| <b>yhdistetty</b><br><u>eteeni ja dispersiovoimat</u>  | 1 p.           |
| <b>yhdistetty</b><br><u>metanoli ja vetysidokset / dipoli-dipolisidokset</u>   | 1 p.           |
| <b>kohdistettu</b> dispersiovoimat ja vetysidokset<br><u>molekyylien välille</u>   | 1 p.           |
| <b>vertailtu</b><br><b>oikeiden sidosten</b> (dispersiovoimat ja vetysidokset/dipoli-dipolisidokset) vahvuutta ja<br><b>esitetty johtopäätös</b> | 1 p.           |
| <b>yhteensä max.</b>   | <b>4 p.</b>    |

**3.4. (4 p.)**

Vastaus:

| Tarkistetaan, että                                   | Pisteet     | Tarkennuksia pisteytykseen  |
|--|-------------|---|
| esitetty avoketjuinen rakennekaava, jossa 6 C-atomia | 1 ip.       |   |
| rakennekaavassa on YKSI -COOH                        | 1 ip.       | - Na-suola: 0 p., VSE<br>- kaikki muut funktionaaliset ryhmät: 0 p., ei-VSE |
| rakennekaavassa on C=C sidos oikeassa kohdassa       | 1 sp.       |   |
| esitetty <i>cis</i> -isomeeri                        | 1 sp.       |   |
| <b>yhteensä max</b>                                  | <b>4 p.</b> |   |

**4. Energiamuutokset ja reaktion nopeus (15 p.)****4.1. (4 p.)**

Veden lämpötila nousee. (1 ip.)

Reaktion  $\Delta H < 0$ , (1 ip.)

mikä osoittaa, että reaktio on eksoterminen eli **lämpöenergiaa vapautuu** ja sen seurauksena veden lämpötila nousee. (2 ip.)

**4.2. (3 p.)**

Veden hajoamisreaktiossa sitoutuu lämpöenergiaa. (1 ip.)

Reaktion  $\Delta H > 0$ , (1 ip.)

mikä osoittaa, että reaktio on endoterminen eli **lämpöenergiaa sitova**. (johtopäätös) (1 sp.)

#### 4.3. (4 p.)

Molempien reaktioiden nopeus kasvaa. Lämpötilan nostaminen nopeuttaa reaktiota, koska se lisää reaktioon johtavien suotuisten törmäysten lukumäärää aikayksikössä. (Reaktion  $\Delta H$ -arvo ei vaikuta tähän.)

#### Pisteytys:

NaOH:n liukenemisreaktion nopeus kasvaa (1 ip.)

Perustelu törmäysteorialla (1 sp.)

Veden hajoamisreaktion nopeus kasvaa (1 ip.)

Perustelu törmäysteorialla (1 sp.)

#### 4.4. (4 p.)

Reaktion aktivoitumisenergia tarkoittaa sitä energiakynnystä, joka törmäysten on ylitettävä reaktion käynnistämiseksi. (2 p.)

Aktivoitumisenergiaa voidaan pienentää käyttämällä katalyyttiä. (2 p.)

*Jos mainittu virheellisiä keinoja, -1 p./keino; max -2 p.*

### 5. Alkalimetallien ominaisuuksia (15 p.)

#### 5.1. (9 p.)

Litiumilla ja kaliumilla on uloimmalla elektronikuorellaan yksi elektroni/esitetty **oikeat** elektronikonfiguraatiot (1 p. Li ja 1 p. K). (2 p.)

Ne luovuttavat yhden ulkoelektroninsa helposti. (1 p.)

Atomin koko kasvaa ryhmässä alaspäin mentäessä TAI



kaliumatomi on suurempi kuin litiumatomi, koska (1 p.)

tällöin jokaisessa uudessa jaksossa alkaa täyttyä uusi elektronikuori TAI kaliumatomilla on käytössä neljä elektronikuorta, kun taas litiumatomilla niitä on kaksi TAI elektronikuoria tulee lisää (2 sp.)

Ryhmässä alimpana olevan atomin **ulkoelektroni on kauimpana ytimestä**, joten se irtoaa helpoimmin. (2 p.)

Siten kalium on reaktiivisempi kuin litium. (1 p.)

### 5.2. (4 p.)

Li<sup>+</sup>- ja K<sup>+</sup>-ionit muodostavat kruunueetterien kanssa **ioni-dipolisidoksia/(kovalenttisia) koordinaatiosidoksia**. (2 p.)

Kruunueetterin **happiatomeilla on negatiivinen osittaisvaraus/vapaita elektronipareja** (1 p.)

johon **kationi/positiivinen ioni/litium- ja kaliumionit/ionit** (koska tehtävänannossa yksilöity, mitä ioneja tarkastellaan) **voi sitoutua**. (1 sp.)

### 5.3. (2 p.)

Ionin sitoutuminen kruunueetteriin on sitä voimakkaampaa mitä voimakkaammin/enemmän ioni pystyy muodostamaan ioni-dipolisidoksia eetterirenkaan happiatomien kanssa. Jos ioni kokonsa puolesta pääsee lähelle kaikkia renkaan happiatomeja, ioni-dipolivuorovaikutus on voimakkaampi kuin jos ioni on kauempana happiatomeista. Litiumioni on pienempi kuin kaliumioni. Pieni Li<sup>+</sup>-ioni sitoutuu tehokkaasti pienirenkaiseen 12-kruunu-4:ään, kun taas suurempi kaliumioni sitoutuu tehokkaasti 18-kruunu-6:een.

### Pisteytys:

- **vertailtu** ionien kokoja kruunueetterien aukon kokoihin (1 p.)

- **perusteltu sidosten avulla:** sitoutuminen voimakkaampaa, mitä voimakkaampia (useampia, kohdassa 5.2. mainittuja) sidoksia muodostuu/mitä lähemmäs happiatomeja ioni pääsee (1 p.)

## 6. Tyydyttymättömän rasvan hydraus (15 p.)

### 6.1. (10 p.)

$$m(\text{H}_2) = 186,2 \text{ g} - 182,4 \text{ g} = 3,8 \text{ g} \quad (2 \text{ p.})$$

$$n(\text{H}_2) = n/M = 3,8 \text{ g} / (2 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) = 1,88492 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{C}=\text{C}) = n(\text{H}_2) \quad (2 \text{ p.})$$

*(Voi ilmetä epäsuorasti laskusta tai esim. laskemalla Avogadron vakion avulla vetymolekyylien ja C=C sidosten lukumäärät.)*

$$n(\text{C}=\text{C}) = 1,88492 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{triglyseridi}) = 182,4 \text{ g} / 873,3 \text{ g/mol} = 0,208863 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{H}_2) / n(\text{triglyseridi}) = 1,88492 : 0,208863 = 9 : 1 \quad (2 \text{ p.})$$

Lähtöaineena toimineen triglyseridin molekyylirakenteessa oli yhdeksän C=C sidosta. (1 p.)

### 6.2. (5 p.)

Sulamispiste nousee.

Hiiliatomien välinen kaksoissidos saa aikaan hiilivetyketjuun merkittävän taipumisen, joka johtuu ketjun *cis*-rakenteesta. Siksi tyydyttymätön hiilivetyketju ei pääse pakkautumaan niin lähelle viereistä hiilivetyketjua kuin suorat tyydyttyneet hiilivetyketjut. Tällöin hiilivetyketjujen välillä on vähemmän dispersiovoimia kuin tyydyttyneiden ketjujen välillä, minkä vuoksi tyydyttyneillä rasvoilla on korkeampi sulamispiste kuin tyydyttymättömillä rasvoilla.

### Pisteytys:

| Tarkistetaan, että  | Pisteet | Tarkennuksia pisteytykseen |
|---------------------|---------|----------------------------|
| Sulamispiste nousee | 1 ip.   |                            |

| Tarkistetaan, että   | Pisteet | Tarkennuksia pisteytykseen  |
|--|---------|---|
| Hydraus <b>suoristaa</b> hiili(vety)ketjua   | 1 ip.   | Vaihtoehtoiset ilmaukset: <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaksoissidokset <b>kääntävät/taivuttavat/vääntävät</b> hiili(vety)ketjua</li> <li>C=C aiheuttaa hiili(vety)ketjun kääntymistä/taipumista/...</li> <li>rakenne aukeaa</li> <li><b>Ei kelpaa haaroittuminen</b></li> </ul> |
| ed. aiheutuu <b>cis/Z-C=C</b>  | 1 sp.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voi käydä ilmi kuvasta</li> </ul>  |
| Hydrauksen jälkeen hiili(vety)ketjut pääsevät <b>pakkautumaan</b> paremmin                                       | 1 ip.   | Vaihtoehtoiset ilmaukset: <ul style="list-style-type: none"> <li>Pääsevät <b>läheemmäksi</b> toisiaan /asettuvat lähemmäksi/tiiviimmin</li> <li>Voi käydä ilmi kuvasta</li> </ul>   |
| <b>Dispersiovoimat lisääntyvät</b> hydrauksen ansiosta glyseridimolekyylien / hiili(vety)ketjujen <b>välillä</b> | 1 ip.   | Täytyy käydä ilmi, että dispersiovoimat vaikuttavat ketjujen/molekyylien välillä.   |

## 7. Seosten valmistus keittiössä (15 p.)

### 7.1. (5 p.)

|   | Pisteet   | Tarkennuksia pisteytykseen  |
|---|-----------|---|
| <b>Havainnot:</b><br>Hyväksyttäviä havaintoja ovat esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> <li>Veden väri muuttuu, kun teepussi asetetaan veteen.</li> <li>Veteen liukenematon osa jää teepussiin.</li> <li>Ei ole havaittavissa selkeää faasirajapintaa.</li> <li>Väri sekoittuu vesitilavuuteen hiljalleen.</li> <li>Kaadettaessa vedessä on runsaasti kaasukuplia.</li> <li>Tee on hieman sameaa.</li> </ul> | 3 x 1 ip. | Ei pisteitä: <ul style="list-style-type: none"> <li>Teepussi liukenee veteen.</li> <li>Tee ja vesi reagoivat keskenään.</li> <li>Tee liukenee nopeasti kuumaan veteen.</li> <li>Vesi on kuumaa.</li> <li>Vettä tiivistyy kupin yläreunaan (joten vesi on kuumaa).</li> </ul> (Vain seoksen muodostumisen kannalta oleelliset havainnot on pisteytetty.) |
| <b>Selitykset:</b>  | 1 ip.     | Ei pisteitä: <ul style="list-style-type: none"> <li>tapahtuu osmoosi</li> </ul>   |

|  | <b>Pisteet</b>           | <b>Tarkennuksia pisteytykseen</b> |
|--|--------------------------|-----------------------------------|
| <p>Hyväksyttäviä selityksiä ovat esimerkiksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teestä liukenee/uuttuu (värillisiä) vesiliukoisia aineita veteen.</li> <li>• Teepussista lienneet värilliset aineet sekoittuvat tasaisesti diffuusiosta johtuen.</li> <li>• Poolisia (kiinteitä aineita) väriaineita liukenee pooliseen veteen.</li> </ul>  |                          |                                   |
| <p><b>Johtopäätös:</b><br/>           Syntyy <b>liuos / homogeeninen/ tasakoosteinen seos.</b></p>   | 1 ip.                    |                                   |
| <p><b>TAI:</b><br/> <b>Selitykset:</b><br/>           Esimerkiksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienet veteen liukenemattomat hiukkaset voivat läpäistä pus- sin ja sekoittua veteen</li> <li>• Syntyy samea seos, jossa pie- net ilmakuplat/kiinteät hiuk- kaset aiheuttavat sameutta</li> </ul> <p><b>Johtopäätös:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntyy <b>heterogeeninen/ se- kakoosteinen seos</b></li> </ul> | 1 ip.                    |                                   |
|  | 1 sp.<br>(selityk- seen) |                                   |

## 7.2. (5 p.)

|   | <b>Pisteet</b> | <b>Tarkennuksia pisteytykseen</b>  |
|---|----------------|--|
| <p><b>Havainnot:</b><br/> <b>Vaihe 1:</b><br/>           Oliiviöljy ja ruokaetikka ovat erillisinä faaseina pullossa. /<br/>           Öljy jää ruokaetikan pinnalle.</p> | 1 ip.          | (Vain seoksen muodostumisen kan- nalta oleelliset havainnot on pistey- tetty.) |

|   | Pisteet            | Tarkennuksia pisteytykseen   |
|---|--------------------|--|
| <p><b>Vaihe 2</b> (sekoitus ja selkeytyminen):<br/>Kun pulloa ravistetaan, oliiviöljy muodostaa pieniä neste-pisaroita ruokaetikkaan. / Kun pulloa ravistetaan, muodostuu samea seos. / Aineet näyttävät sekoittuvan/liukenevan toisiinsa, mutta erottuvat lopulta.</p>         | 1 ip.              |  |
| <p><b>Selitykset:</b><br/><b>Oliiviöljy on poolitonta ja ruokaetikka</b> (etikkahapon vesiliuoksena) <b>poolista</b>, joten ne eivät liukene toisiinsa vaan jäävät kerroksiksi.</p> <p>Ruokaetikan <b>tiheys</b> on suurempi kuin oliiviöljyn, ja siksi etikka on pohjalla.</p> | 1 ip.<br><br>1 ip. | <p>Ei pisteitä:<br/>Aineet eivät sekoitu keskenään, koska toinen aineista on poolinen ja toinen pooliton</p> <p>Ei pisteitä:<br/>Öljy on kevyempää/etikka raskaampaa</p> |
| <p><b>Johtopäätös:</b><br/>Oliiviöljystä ja ruokaetikasta syntyy (hetkellinen) <b>emulsio</b> / <b>heterogeeninen/kolloidinen</b> neste-nesteseos</p>   | 1 ip.              |  |

### 7.3. (5 p.)

|  | Pisteet   | Tarkennuksia pisteytykseen  |
|--|-----------|---|
| <p><b>Havainnot:</b><br/>Pisteitä tuottavat havainnot:</p> | 3 x 1 ip. | <p>Ei pisteitä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• massa kasvaa (ei havaita videolta)</li> <li>• muodostuu homogeeninen seos</li> </ul> |

|  | Pisteet | Tarkennuksia pisteytykseen   |
|--|---------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerma on aluksi neste-mäistä.</li> <li>• Kun sitä vispataan, sen tilavuus kasvaa/ siitä tulee kuohkeampaa.</li> <li>• Kermasta tulee jähmeää/paksumpaa (viskositeetti kasvaa).</li> </ul> |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kerman väri</li> <li>• vaahto (mainittu tehtävänannossa)</li> </ul>   |
| <b>Selitykset:</b><br>Kermaan sekoittuu vatkaessa <b>ilmaa/kaasua.</b>   | 1 ip.   | Ei pisteitä: <ul style="list-style-type: none"> <li>• happea lisätään sekoittaessa / kermaan sekoittuu happea</li> <li>• kerma reagoi ilman molekyyliden kanssa</li> </ul> |
| <b>Johtopäätös:</b><br>Kermavaahto on (heterogeeninen) <b>kaasu-nesteseos/kolloidi.</b>  | 1 ip.   | Syvällinen analyysi kolloidin synnystä voi korvata yhden havaintopisteen.  |

## 8. Vetyjodidin valmistusreaktion tasapaino (15 p.)

### 8.1. (9 p.)

Tasapainovakion lauseke:  $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$  (1 ip.)

Tasapainovakion lauseke voi epäsuorasti käydä ilmi oikeasta sijoituksesta.

Uusien tasapainokonsentraatioiden laskeminen (taulukkoa ei vaadita):

|                      |                    |                      |   |            |
|----------------------|--------------------|----------------------|---|------------|
|                      | H <sub>2</sub> (g) | + I <sub>2</sub> (g) | ⇌ | 2 HI(g)    |
| Alussa (mol/l)       | 0,034              | 0,046                |   | 0,123      |
| Tasapainossa (mol/l) | 0,034 - x          | 0,046 - x            |   | 0,123 + 2x |

(3 p.)

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{(0,123 + 2x)^2}{(0,034 - x) \cdot (0,046 - x)} = 50,2$$
 (1 p.)

$$46,2 x^2 - 4,508 x + 0,0633838 = 0$$

$$\text{josta } x = 0,0170339 \text{ (tai } x = 0,0805418) \text{ (1 p.)}$$

Oikean x-arvon perustelu:

Suurempi tulos on suljettava pois, sillä muutoin lähtöaineiden konsentraatiot olisivat negatiivisia. (1 p.)

Tasapainokonsentraatiot ovat:

$$[\text{H}_2] = 0,034 - x = (0,034 - 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,0169661 \text{ mol/l} \approx 0,017 \text{ mol/l}$$

$$[\text{I}_2] = 0,046 - x = (0,046 - 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,0289661 \text{ mol/l} \approx 0,029 \text{ mol/l}$$

$$[\text{HI}] = 0,123 + 2x = (0,123 + 2 \cdot 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,1570678 \text{ mol/l} \approx 0,157 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

### 8.2. (3 p.)

Reaktion tasapainovakion arvo kasvaa lämpötilan kasvaessa. (2 p.)

TAI

Kun lämpötila nousee, tasapaino siirtyy tuotteiden puolelle.

TAI

Kun lämpötila kasvaa, tuotteen tasapainokonsentraatio kasvaa ja lähtöaineiden pienenee.

**Päätelmä:** Reaktio on endoterminen. (1 sp.)

- *Hyväksytään johtopäätös, joka perustuu sidosenergioiden avulla laskettuun reaktioentalpian arvoon.*

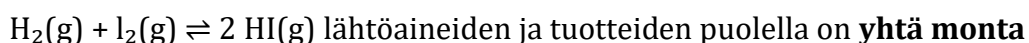
### 8.3. (3 p.)

**Havainto:**

Kun astian tilavuutta pienennetään, **paine kasvaa**. (1 ip.)

**Perustelu:**

(Le Châtelier'n periaatteen mukaan kaasureaktion tasapainoasema siirtyy paineen kasvaessa siihen suuntaan, jossa kaasumooleja on vähemmän.) Reaktiossa



**(kaasu)moolia**, minkä vuoksi paineen kasvattaminen / astian tilavuuden

pieneneminen ei vaikuta lähtöaineiden ja tuotteiden ainemääriin. (1 p.)

**Päätelmä:**

Vetyjodidin ainemäärä on siis **yhtä suuri** kuin alkutilanteessa.

*piste sidottu perusteluun*

(1 sp.)

### OSA III

#### 9. Kiertotalous ja metallien kierrätys (20 p.)

##### 9.1. (8 p.)

Rauta, alumiini ja lyijy ovat melko yleisiä maankuoressa,

sen sijaan kulta ja platina eivät ole.

(1 p.)

Kaikkien näiden metallien kierrätysaste on korkea, yli 50 %.

(1 p.)

Johtopäätös: kierrätysaste ei ole verrannollinen esiintymismäärään maankuoressa. (1 p.)

Erilaisia syitä, miksi metallien (Fe, Al, Pb, Pt, Au) kierrätysasteet ovat korkeita

(1 p./syy, yhteensä enintään 5 p.):

Toimiva palautus- ja kierrätysjärjestelmä, esimerkiksi

- Alumiinitölkkien palautukseen on toimiva panttijärjestelmä.
- Metalliromun keräykseen erikoistuneita yhtiöitä on useita. Valtaosa metalliromusta on rautaromua (esimerkiksi romuautot).
- Useat toimijat järjestävät romukultakeräyksiä (esimerkiksi kotitalouksien korut).
- Lyijyakuille on koko maan kattavat keräyspisteet, joihin kuluttaja voi jättää akun veloitusta.

Metallin haitallisuus, esimerkiksi

- Lyijyn haitallisten ominaisuuksien vuoksi akuille on luotu hyvin toimiva kierrätysjärjestelmä. Lyijyakut ovat vaarallista jätettä, joka lainsäädännöllä määrätään kerättäväksi.

Metallin hinta, esimerkiksi

- Metallin korkea hinta (Pt, Au) tekee pienienkin määrien talteenotosta taloudellisesti kannattavaa, minkä vuoksi keräys on järjestetty. Kulta ja platina ovat jalometalleja, jotka säilyttävät arvonsa hyvin.



Metallin runsas käyttö, metalliromun saatavuus ja kierrätyksen taloudellinen kannattavuus, esimerkiksi

- Rauta on merkittävä teollisuusmetalli, jota käytetään paljon. Rautaromun saatavuus on hyvä, joten sille on luotu taloudellisesti kannattava kierrätysjärjestelmä.
- Alumiini on merkittävä teollisuusmetalli, jota käytetään paljon, joten sille on ollut taloudellisesti kannattavaa kehittää kierrätysjärjestelmiä ja -teknologioita.
- Lyijyä on pitkään käytetty suuria määriä autojen käynnistysakuissa. Lyijyakkujätteen markkina-arvo on hyvä.

Kierrättämisen teknologiat ja niiden kehitys, esimerkiksi

- Nämä metallit esiintyvät useimmissa sovelluksissa puhtaina metalleina tai metalliseoksina. Niiden erottaminen/talteenotto kierrätettävistä laitteista ja materiaaleista on usein teknologisesti helpompaa kuin metalliyhdisteissä olevan metallin.
- Teräksen valmistuksen raaka-aineena hyödynnetään paljon kierrätysterästä, koska kierrätykseen on luotu hyvin toimiva teknologia.
- Käytettäessä kierrätysraaka-ainetta kyseisten metallien valmistuksessa voidaan säästää energiaa. Esimerkiksi kierrätetyn alumiinin uudelleen sulattaminen vaatii vain noin 5 % siitä energiasta, joka tarvitaan vastaavan alumiinimäärän valmistamiseen bauksitista.
- Näiden metallien arvo säilyy hyvin kierrätyksessä, koska kierrätetty metalli päätyy usein samaan käyttökohteeseen, josta oli peräisin. Esimerkiksi kierrätetyt alumiinitölkit sulatetaan, ja metallisulasta valmistetaan uusia tölkkejä. Näitä metalleja voidaan kierrättää useita kertoja niiden ominaisuuksien heikentymättä, ja kierrätyksessä hukkaprosentti on pieni.

## 9.2. (7 p.)

| Tarkistuksen kohde  | Pisteet           | Tarkennus pisteytykseen |
|---|-------------------|-------------------------|
| Litiumin käyttökohteen <b>merkitys/nykytila</b> selitettynä | 1 p./ käyttökohde | yhteensä enintään 4 p.  |

| Tarkistuksen kohde                                 | Pisteet   | Tarkennus pisteytykseen |
|--|-----------|-------------------------|
| Syy litiumin käytön lisääntymiseen/tarpeen kasvuun | 1 p./ syy | yhteensä enintään 4 p.  |

Jos **käyttökohteita pohditaan** vain yleisellä tasolla toistelemalla aineiston taulukon tietoja, max 1 p.

### 9.3. (5 p.)

Syitä litiumin matalaan kierrätysasteeseen (1 p./syy, enintään 3 p.),

esimerkiksi:

- Litium esiintyy käyttökohteissaan usein yhdistemuodossa. Eri käyttötarkoituksiin käytetään erilaisia litiumyhdisteitä, mikä hankaloittaa erotusteknologioiden kehittämistä.
- Litiumia on usein vain pieniä määriä käyttökohteissa, joissa on paljon myös erilaisia muita yhdisteitä/metalleja.
- Litium ei ole niin kallista kuin esimerkiksi kulta ja platina, joten sen kierrätys on vaikeampaa saada taloudellisesti kannattavaksi.

Litiumin kierrätysasteen kasvattaminen (1 p./keino, enintään 3 p.),

esimerkiksi:

- Tehostetaan käytettyjen litiumioniakkujen keräystä ja lajittelua, esimerkiksi lisätään keräyspisteiden lukumäärää, luodaan panttijärjestelmä akkujen palautukseen, kehitetään matkapuhelimille vuokraus- ja leasingjärjestelmiä (joissa matkapuhelin palautuu kierrätyksen järjestävälle kaupalle tai valmistajalle).
- Lisätään kuluttajavalistusta kierrätyksen merkityksestä.
- Kehitetään akkujen rakennetta siten, että litium on helpompi irrottaa niistä (ekosuunnittelu).
- Sähköautot yleistyvät, jolloin tarvitaan enemmän litiumioniakkuja. Kun kierrätettäviä akkuja on enemmän, kierrätyksen järjestämisestä tulee kannattavampaa.
- Kehitetään litiumin erotusmenetelmiä.
- Tehostetaan kierrätetyn litiumin markkinoita (esimerkiksi taloudelliset kannustimet kuten verohelpotukset tai velvoitteet kierrätysmetallien käyttöön).
- Kehitetään akkuteknologiaa siten, että akut pysyvät toimintakykyisinä auton koko elinajan. Autoromuttamoissa kierrätys voidaan järjestää keskitetysti.

## 10. Happojen titrauskäyrät (20 p.)

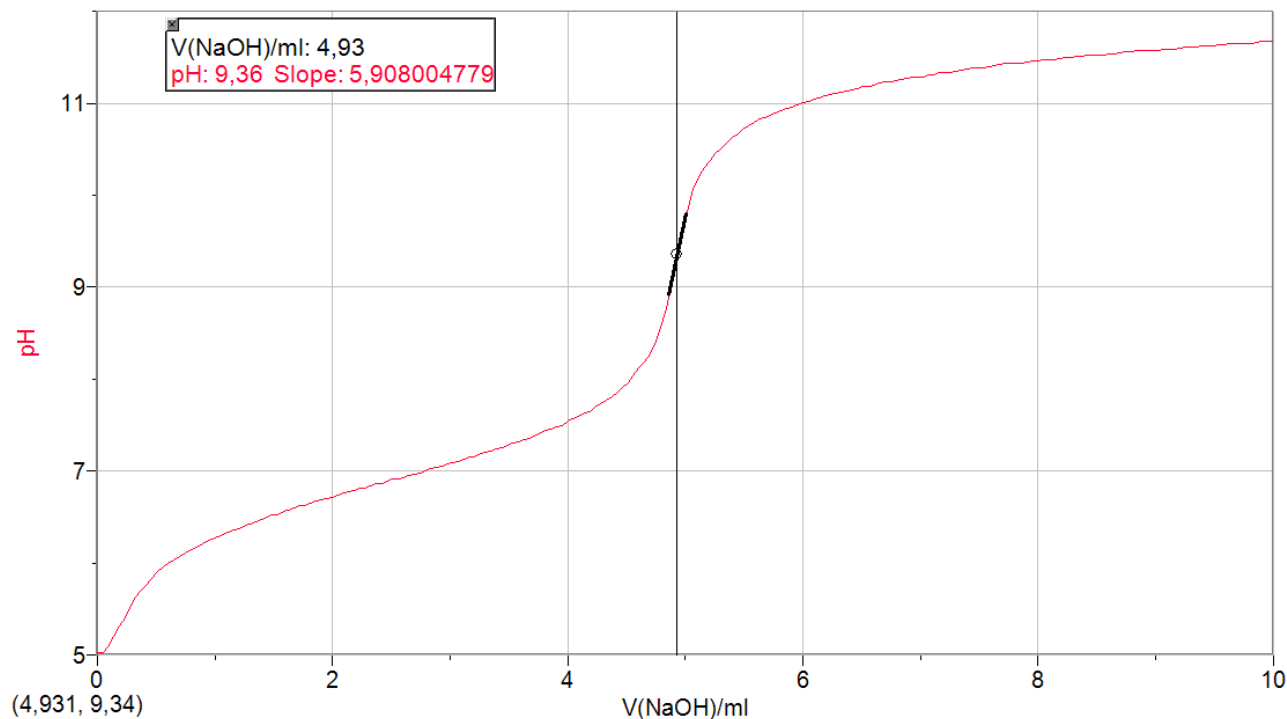
### 10.1. (6 p.)

**Kuvaaja on piirretty oikein** valitulla ohjelmalla tai selitetty kuvaajan piirto sanallisesti. (1 ip.)

**Akselit on valittu oikein ja nimetty laatuineen** tai selitetty tämä sanallisesti. (1 ip.)

**Ekvivalenttipiste on merkitty kuvaajaan** tai selitetty sanallisesti. (1 ip.)

*Alla on kuvakaappaus LoggerPro-ohjelmasta. Muitakin ohjelmia voi käyttää.*



**NaOH-kulutus ekvivalenttikohdassa on 4,9 ml.** (1 p.)

- hyväksytään 4,8 ml ja 5,0 ml
- pyöristys muulla tavoin, 0 p.

**Tunnistettu happo HY heikoksi hapoksi** (1 ip.)

**ja perusteltu oikein** (1 sp.)

***Esimerkkejä hyväksyttävistä perusteluista:***

- ekvivalenttikohdan pH-arvo yli 7
- kuvattu koko titrauskäyrä alusta lukiin ja kytketty se heikon hapon titrauskäyrään
- kytkös puskurialueeseen edellyttää käyrän alkuosan huomioimista  
(*Käyrän alussa olevaa pH-arvon nousua ei esiinny vahvan hapon titrauksessa.*)
- vetoaminen alussa olevaan pH-arvoon edellyttää laskua

***Perusteluiksi ei kelpaa ilman tarkkaa kuvausta:***

- Alun pH-arvo korkea  
(*Ilman laskua titrauksen alun pH-arvosta ei voi päätellä sitä, onko kyseessä heikko tai vahva happo.*)
- Puskuriliuosselitykset  
(*Samanlainen alue syntyy titrattaessa laimeaa vahvan hapon liuosta.*)
- Vetoaminen titrauskäyrän yleiseen muotoon

**10.2. (7 p.)**

Hapon HZ kokonaisainemäärä:

$$n(\text{HZ}) = n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 8,41 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

ja hapon alkukonsentraatio

$$c_{\text{alku}}(\text{HZ}) = n/V = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,1000 \text{ l} = 8,41 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

Alkutilanteen oksoniumionikonsentraatio happonäytteessä ennen natriumhydroksidin lisäämistä:  $10^{-3,42} \text{ mol/l} = 3,80189 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$

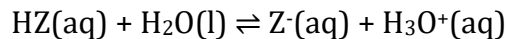
**JA**

Hapon HZ emäsmuodon konsentraatio on tasapainotilanteessa yhtä suuri kuin oksoniumioni-konsentraatio. (1 p.)

Hapon HZ happomuodon konsentraatio tasapainotilanteessa saadaan vähentämällä alkukonsentraatiosta  $3,80189 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$  (eli  $10^{-3,42}$ ). (1 p.)

Tai sama taulukkomuodossa:

Hapon protolyysitarkastelu



|                  |                        |              |              |
|------------------|------------------------|--------------|--------------|
| alku(mol/l)      | 0,00841                | 0            | 0            |
| tasapaino(mol/l) | $0,00841 - 10^{-3,42}$ | $10^{-3,42}$ | $10^{-3,42}$ |

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Z}^-]}{[\text{HZ}]} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= \frac{\left(10^{-3,42} \frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{\left(0,00841 - 10^{-3,42}\right) \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 1,800 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

(1 p.)

*Happovakion lauseke hyväksytään numeerisesta sijoituksesta vain, jos arvot ovat oikein.*

Vastaus: Hapon HZ happovakio on  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$  (1 p.)

### 10.3. (7 p.)

$$K_b = K_w / K_a = 1,008 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2 / 1,800 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} = 5,600 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

- Lasku veden ionitulon arvolla  $1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$  hyväksytään,  $K_b = 5,556 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$
- Jos laskettu millä tahansa kohdan 10.2.  $K_a$ -arvolla, VSE.

Ekvivalenttikohdassa:

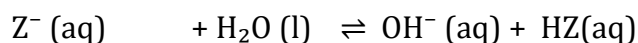
$$\text{Vastinemäksen ainemäärä } n(\text{Z}^-) = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Liuoksen tilavuus } V = 100,0 \text{ ml} + 8,41 \text{ ml} = 108,41 \text{ ml}$$

Emäksen alkukonsentraatio:

$$c_{\text{alku}} = n/V = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,10841 \text{ l} \approx 7,7576 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.} \quad (1 \text{ p.})$$

Ekvivalenttikohdassa vallitsee tasapainotilanne taulukkona tai muulla tavoin ilmaistuna:



|              |                        |   |   |
|--------------|------------------------|---|---|
| alku (mol/l) | $7,7576 \cdot 10^{-3}$ | 0 | 0 |
|--------------|------------------------|---|---|

tp (mol/l)             $7,7576 \cdot 10^{-3} - x$             x            x            (2 p.)

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HZ}]}{[\text{Z}^-]} = \frac{x \cdot x}{c_{\text{alku}} - x} = \frac{x^2}{7,7576 \cdot 10^{-3} - x} = 5,600 \cdot 10^{-10} \quad (1 \text{ p.})$$

Ratkaistaan  $x = 2,0840 \cdot 10^{-6}$  (tai  $x = -2,0846 \cdot 10^{-6}$ , negatiivinen juuri ei kelpaa)

$$x = [\text{OH}^-] \quad (1 \text{ p.})$$

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 14,00 - (-\lg[\text{OH}^-]) = 14,00 - (-\lg 2,0840 \cdot 10^{-6})$$

$$= 14,00 - 5,6811 = 8,3189 \approx 8,32$$

Vastaus: ekvivalenttikohdassa pH-arvo on 8,32.            (1 p.)

## 11. Piperiinin eristys mustapippurista (20 p.)

### 11.1. (12 p.)

#### 1. Mustapippurijauheen keittäminen liuottimessa (enintään 4 p.)

##### Kuvailu:

- Uttamisen suorituksen kuvailu (punnitus, siirto astiaan, sekoitus)            (1 p.)
- Suodatuksen suorituksen kuvailu (välineet, suodatinpaperi)            (1 p.)

##### Selitys:

- Käytetään mustapippurijauhetta/jauhettua mustapippuria/hienojakoista **pippuria**, jotta **liukeneminen on tehokkaampaa**.            (1 p.)
- Keittämisen aikana mustapippurista liukenee dikloorimetaaniin **piperiiniä** sekä muita orgaanisia yhdisteitä.            (1 p.)
- Menetelmää kutsutaan **uuttamiseksi**.            (1 p.)
- Suodattamalla erotetaan liuos ja liukenemattomat ainesosat toisistaan.            (1 p.)

### (Kemiallinen) perustelu:

- Piperiinin rakenteessa on sekä poolittomia osia (hiilivetyrunko) että poolisia osia (amidiryhmä ja kaksi poolista eetteriryhmää). (1 p.)
- Uttuminen tehostuu lämpötilaa nostamalla ja/tai uuttoaikaa pidentämällä. (1 p.)
- Annetuista liukoisuustiedoista nähdään, että **dikloorimetaani** liukenee sekä veteen että useimpiin orgaanisiin liuottimiin, joten se **liuottaa sekä poolittomia että poolisia orgaanisia yhdisteitä**. (1 p.)
- Suodattamista voidaan tehostaa imusuodatuksella. (0 p.)
- Dikloorimetaani on pooliton ja se liuottaa poolittomia yhdisteitä [vain tämä]. (0 p.)
- Samanlainen liuottaa samanlaista, ilman yhteyttä tehtävän kontekstiin. (0 p.)
- Kaikki reaktioihin perustuvat selitykset (mm. jauhettu pippuri reagoi nopeammin, eetteri reagoi jäännöksen kanssa, kuuma heksaani/asetoni lisää reaktionopeutta). (0 p.)

## 2. Tislaus ja kiteytys (enintään 6 p.)

### Kuvailu:

- Tislauksen aikana seoksesta **poistuu dikloorimetaani** (ja muita haihtuvia yhdisteitä) (1 p.)
- Höyry tiivistetään jäähdyttimessä nesteeksi ja kerätään talteen TAI tislauslaitteen tislauskolvi ja jäähdyttimen paikka/toiminta muuten kuvattu tekstillä TAI piirretty **jäähdytin ja tislauskolvi oikeaan järjestykseen** (1 p.)
- Tislauskolviin jäänyt ruskea öljymäinen **jäännös sisältää piperiiniä** ja muita mustapippurista liuenneita yhdisteitä. (1 p.)
- Piperiini ei kiteydy **puhtaana** / sen **seassa on muita** mustapippurista liuenneita **yhdisteitä**, mikä näkyy ruskehtavana värinä. (1 p.)

### Selitys:

- Tislauslaitteessa seosta kuumennetaan, kunnes matalimmassa lämpötilassa/helppojen haihtuva/kiehuva aine höyrystyy/kiehuu.  
TAI Haihdutetaan/tislataan yhdiste, jonka kiehumispiste on **alhaisempi** kuin uuttuneiden yhdisteiden.

- TAI Erotettavilla aineilla on riittävän suuri **kiehumispiste-ero**. (1 p.)
- Kun jäännökseen lisätään kylmää dietyylieetteriä (ja seosta jäähdytetään), piperiinin **liukoisuus** dietyylieetteriin **pienenee**, jolloin **piperiini kiteytyy/saostuu/tulee ulos** liuoksesta. (1 p.)
- (Emä)liuokseen jää **epäpuhtauksia/muita** uuttuneita yhdisteitä. (1 p.)

#### **Perustelu:**

- Dikloorimetaanilla on alhainen kiehumispiste, koska se on 1) suhteellisen pienimolekyylinen yhdiste ja 2) se on poolinen, mutta molekyylien väliset sidokset ovat dipoli-dipolisidoksia/dikloorimetaani ei muodosta vetysidoksia (molemmat, 1+2, vaaditaan) (1 p.)
- Tislaus perustuu kiehumispisteisiin. (puuttuu "eri") (0 p.)
- Tislauksessa poistuu vettä. (0 p.)
- Dikloorimetaani on pooliton. (0 p.)
- Dietyylieetteri ei jäädy (selitystä ei tarkisteta). (0 p.)
- Kiehumakivet tasoittavat kiehumista. (0 p.)
- Jäännös sisältää [vain] piperiiniä. (0 p.)
- **Suodatuksen suorituksen kuvailu (ansio vain vaiheesta 1, ei kahteen kertaan).** (0 p.)

### **3. Puhdistus** (enintään 4 p.)

#### **Kuvailu:**

- Kiteiden puhdistuksessa käytetään **uudelleenkiteytysmenetelmää**. (1 p.)
- Tarkempi kuvaus: Liuoksesta erottuvat **kiteet ovat puhtaampia** kuin liuottimeen liuennut aine, (1 p.)
- **Piperiinikiteet erotetaan liuosfaasista suodattamalla/suodatus erottaa kiteet (emä)liuoksesta.** (1 p.)
- (Maininta piperiinistä voi olla jo aiemmin, mutta tässä vaiheessa pitää olla käsitys siitä, mitä kiteet ovat.)*

#### **Selitys ja perustelu:**

- Kiteet ovat puhtaampia, koska **epäpuhtaudet/muut yhdisteet liukenevat**



- paremmin/pysyvät paremmin liuenneina liuottimeen** kuin kiteytyvä aine (1 p.)
- Edellisen vaiheen **epäpuhdas piperiini / uuttuneet aineet/ raakatuote liukenee/liukenevat hyvin kuumaan** asetoni-heksaaniseokseen. (1 p.)
  - Kun seosta **jäähdytetään, piperiinin** liukoisuus pienenee ja se **kiteytyy/saostuu** seoksesta. (1 p.)
  - Epäpuhtaudet pysyvät liuenneina, koska niitä on pieni määrä/ne muodostavat liuottimen kanssa vahvempia vuorovaikutuksia. (1 p.)
  - **Hitaan** jäähdytyksen avulla saadaan kiteistä tuotetta. (1 p.)
  - Suodatus perustuu aineiden erilaisiin hiukkaskokoihin/kiteiden suhteellisen suureen kokoon (voi sisältyä työvaiheiden kuvaukseen tai voi olla vaiheessa 1, ansio vain kerran) (1 p.)
  - Pesu huuhtelee kiteiden väliin/pinnalle/sekaan jääneen (emä)liuoksen/epäpuhtaudet/muut yhdisteet. (1 p.)
  - Pesuliuoksen on oltava kylmää, etteivät piperiinikiteet liukene siihen. (1 p.)
  - Dietyylieetteri haihtuu kuivauksen aikana. (1 p.)
  - Epäpuhtaudet liukenevat paremmin, koska ovat poolisempia / selitetty uudelleenkiteytystä yhdisteiden poolisuuden avulla. (Poolisuus tai poolittomuus ei yksin ratkaise, kiteytyykö aine vai jääkö se liuokseen.) (0 p.)
  - Liuotin rikkoo sakan kiderakenteen. (0 p.)
  - Suodatuksen suorituksen kuvailu (ansio vain vaiheesta 1, ei kahteen kertaan). (0 p.)

## 11.2. (8 p.)

Vastauksessa todetaan yleisesti, että menetelmillä saadaan tietoa piperiinin puhtaudesta ja rakenteesta yksilöimättä analyysimenetelmää. (0 p.)

Vastauksessa todetaan yleisesti, että mittaustuloksia voidaan verrata tunnettuihin arvoihin (mistä saadaan tietoa piperiinin puhtaudesta ja rakenteesta) yksilöimättä analyysimenetelmää. (0 p.)

## Sulamispiste (max 2 p.)

|   |        |
|---|--------|
| Terävä sulamisväli/piste on merkki puhtaudesta.                       | (1 p.) |
| Epäpuhtaudet vaikuttavat sulamispisteeseen (ei tarvitse yksilöidä)    | (1 p.) |
| Sulamispistettä verrataan tunnettuun/piperiinin/kirjallisuuden arvoon | (1 p.) |
| Eroavuus selittyy: epäpuhdas yhdiste tai eri yhdiste                  | (1 p.) |
| Samalla aineella, jolla on sama kidehila, on sama sulamispiste.       | (1 p.) |
| <br>  |        |
| Sulamispisteestä ei voi päätellä piperiinin rakennetta.               | (0 p.) |

### **Ohutkerroskromatografia (max 3 p.)**

|   |        |
|---|--------|
| Kromatografian <b>yleisperiaate</b> kuvattu: liikkuva/nestefaasi/liuotin + kiinteä/liikkumaton faasi/päällystetty levy/adsorbentti. Molemmat faasit vaaditaan.                    | (1 p.) |
| Eri aineet tarttuvat eri voimakkuuksilla levyn pintaan/kiinteään faasiin ja nousevat eri korkeudelle / liikkuvat eri nopeuksilla / tuottavat eri kohtiin täplät (pisteet, jäljen) | (1 p.) |
| liuotinrintaman/(liikkuvan) liuottimen ajamana. (Voi selittää myös $R_f$ -arvon avulla.)  | (1 p.) |
| Eroavuus selittyy aineiden erilaisilla poolisuudella/vetysitoutuvilla (funktionaalisilla) ryhmillä  | (1 p.) |
| Täplät/aineet <b>havaitaan</b> paljaalla silmällä/UV-valolla/värjäyksellä   | (1 p.) |
| <br>  |        |
| Puhtaus: jos erottuu useita täpliä, näyte ei ole puhdasta.  | (1 p.) |
| Piperiini voidaan tunnistaa (kromatogrammista) joko tunnetun $R_f$ -arvon tai vertailunäytteen avulla (toinen riittää).   | (1 p.) |
| <br>  |        |
| Voidaan analysoida pieniä näytemääriä   | (0 p.) |
| Voidaan erottaa/tunnistaa hyvinkin samantapaisia aineita  | (0 p.) |
| Seoksen osat voidaan erotella toisistaan  | (0 p.) |
| Aineet eroavat toisistaan massan/koon perusteella.  | (0 p.) |

### **IR (max 3 p.)**

|   |        |
|---|--------|
| IR-spektroskopia perustuu molekyylin <b>sidosten/osien</b> värähdyksiin/venytyksiin, esimerkiksi C=C, C-C, C-H, C=O, C-O, C-N-sidokset. | (1 p.) |
| Aaltoluvut/spektrin asteikko selitetty  | (1 p.) |

- Spektristä voidaan tunnistaa funktionaalisia ryhmiä, (1 p.)  
esimerkiksi amidiryhmä, eetteriryhmä, alkenyyliiryhmä (hyväksytään myös  
esimerkkeinä vastaavat yhdisteluokat) (1 p.)  
Näytteen IR-spektriä verrataan puhtaan piperiinin/kirjallisuuden spektriin. (1 p.)  
Epäpuhtaudet näkyvät ylimääräisinä piikkeinä (ei vaadita vertaamista). (1 p.)

### **NMR (max 3 p.)**

- NMR perustuu **atomiytimien** vuorovaikutukseen **radioaaltojen** kanssa  
voimakkaassa **magneettikentässä/magneetissa**. (1 p.)  
Esimerkiksi  $^1\text{H}$  tai  $^{13}\text{C}$ -ytimet (yläindeksiä ei vaadita) (1 p.)  
Spektristä nähdään/voidaan määrittää H-atomien/C-atomien (suhteellinen)  
lukumäärä (1 p.)  
ja se, millaisessa ympäristössä/millainen kemiallinen siirtymä näillä on  
(voi olla myös esimerkkinä). (1 p.)  
Näytteen NMR-spektriä verrataan puhtaan piperiinin/kirjallisuuden spektriin. (1 p.)  
Epäpuhtaudet näkyvät ylimääräisinä piikkeinä. (1 p.)  
Epäpuhtauksien määrä voidaan määrittää spektristä. (1 p.)
- NMR-spektristä tunnistetaan funktionaaliset ryhmät. (0 p.)

*NMR- ja IR-spektrometria selitetty ansiokkaasti, mutta NMR- ja IR-termit väärinpäin:  
NMR max 2 p. IR max 2 p.*