



Kemia 23.9.2021

Alustavat hyvän vastauksen piirteet 23.9.2021

Alustavat hyvän vastauksen piirteet on suuntaa antava kuvaus kokeen tehtäviin odotetuista vastauksista ja tarkoitettu ensisijaisesti tueksi alustavaa arvostelua varten. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastauksia. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät ole osa Ylioppilastutkintolautakunnan yleisissä määräyksissä ja ohjeissa tarkoitettua tietoa siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu yksittäisen kokelaan koesuoritukseen. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät sido Ylioppilastutkintolautakuntaa lopullisen arvostelun perusteiden laadinnassa.

Ylioppilastutkinnon kokeessa selvitetään, ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelman mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttaneet lukiokoulutuksen tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyysasteen. Kemian kokeessa 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 pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei tarvitse mainita. 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. 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 titrauskäyrän ekvivalenttikohta tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

Essee- ja selittämissä vastauksissa tekstiä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Käsiteltäviä ilmiöitä kuvataan makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla. Vastauksesta ilmenee, että tehtävään liittyvää aineistoa on hyödynnetty, sovellettu, analysoitu ja arvioitu tehtävänannon mukaisesti. Hyvä vastaus on jäsennelty ja sisällöltään johdonmukainen.

Vastaus arvostellaan tehtäväkohtaisten kriteerien mukaisesti. Lähtökohtana ovat vastauksen ansiot, joista kertyy pisteitä. 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 virheellisen 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 epätäsmällisestä kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.



Osa 1: 20 pisteen tehtävä

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

1.1 Saman alkuaineen sähköisesti neutraaleilla atomeilla on aina (2 p.) (monivalintavastaus)

- sama elektronien ja protonien lukumäärä. (2 p.)

1.2 Metallihilassa on (2 p.) (monivalintavastaus)

- metalliatomien välisiä vahvoja sidoksia. (2 p.)

1.3 Missä erotusmenetelmässä hyödynnetään aineiden erilaisia kiehumispisteitä? (2 p.)

(monivalintavastaus)

- tislauk (2 p.)

1.4 O^{2-} , F^- , Mg^{2+} ja Al^{3+} -ioneilla on ytimensä ympärillä yhtä monta elektronia. Millä niistä on pienin ionisäde? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Al^{3+} (2 p.)

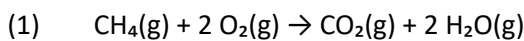
1.5 Samppanjapullossa, jonka tilavuus on 0,75 l, on 9,0 g kaasumaista hiilidioksidia ($M = 44,01$ g/mol) lämpötilassa 25 °C. Henkilöauton renkaan sisällä ilmanpaine on 2,25 bar. Mikä on samppanjapullon sisällä vallitsevan paineen ja renkaan sisällä vallitsevan paineen välinen suhde? (2 p.) (monivalintavastaus)

- 3,0 (2 p.)

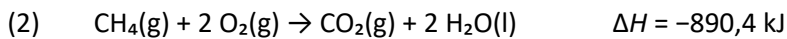
1.6 Kuvaajassa esitetään reaktioon osallistuvien aineiden konsentraatiot ajan funktiona. Mikä on kyseisen reaktion reaktioyhtälö? (2 p.) (monivalintavastaus)

- $A + 2 B \rightleftharpoons C$ (2 p.)

1.7 Metaanin palamisreaktio (1) on:



Mikä on reaktion (1) entalpiamuutos reaktioiden (2) ja (3) entalpiamuutosten perusteella?



(2 p.) (monivalintavastaus)

- -802,4 kJ (2 p.)

1.8 Alla olevassa taulukossa on esitetty konsentraatiot, jotka on mitattu dityypipentaoksidin hajoamisreaktion alussa ja hetkellä t . Mitkä olivat hetkellä t mitatut konsentraatiot x ja y ? (2 p.)

(monivalintavastaus)

- $x = 0,160$ mmol/l, $y = 0,040$ mmol/l (2 p.)



1.9 Kolme ilmapalloa täytetään samalla ainemäärällä kaasua. Paine ja lämpötila ovat kaikissa ilmapalloissa samat. Yhteen ilmapalloon täytetään heliumia, yhteen argonia ja yhteen ksenonia. Kaasujen oletetaan käyttäytyvän ideaalikaasujen tavoin. Mikä seuraavista väitteistä on oikein? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Kaikilla ilmapalloilla on sama tilavuus. (2 p.)

1.10 Veden ionitulo K_w on $2,93 \cdot 10^{-15}$ (mol/dm³)² lämpötilassa 10 °C. Mikä on puhtaan ja neutraalin veden pH kyseisessä lämpötilassa? (2 p.) (monivalintavastaus)

- 7,27 (2 p.)

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

2. Kemian käsitteet (15 p.)

Arvostelu: 1 p./oikea sana

2.1 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. (4 p.)

- 2.1.1 katalyytti (1 p.)
- 2.1.2 entsyymi (1 p.)
- 2.1.3 aktivoitumisenergia/aktivaatioenergia (1 p.)
- 2.1.4 nopeutua (1 p.)

2.2 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. (2 p.)

- 2.2.1 palaminen/palamisreaktio/räjähdyksireaktio (1 p.)
- 2.2.2 oksidi (1 p.)

2.3 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. (3 p.)

- 2.3.1 vastaanottaa (1 p.)
- 2.3.2 elektroni (1 p.)
- 2.3.3 protoni (1 p.)

2.4 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. (3 p.)

- 2.4.1 alkoholi (1 p.)
- 2.4.2 karboksyylihappo (1 p.)
- 2.4.3 (esteri)hydrolyysi (1 p.)



2.5 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. (3 p.)

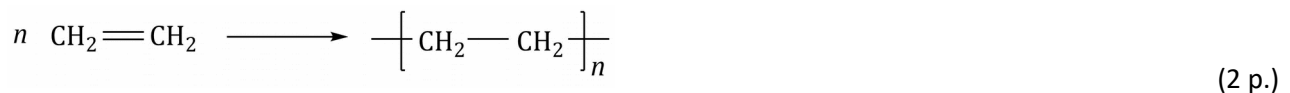
- 2.5.1 titraus (1 p.)
- 2.5.2 ekvivalenttipiste (1 p.)
- 2.5.3 byretti (1 p.)

3. Biopohjaiset muovit (15 p.)

3.1 (4 p.)

Reaktio 1, dehydrataatio: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 p.)

Reaktio 2, polymerointi:



3.2 (8 p.)

Tapa 1:

Biopolyeteenin massasta hiilen osuus on $12,01 / (12,01 + 2 \cdot 1,008) = 85,627 \%$. (2 p.)

1,00 kg:ssa biopolyeteeniä $m(\text{C}) = 856,27 \text{ g}$ (1 p.)

ja $n(\text{C}) = m/M = 856,27 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = 71,296 \text{ mol}$ (1 p.)

Sitoutunut $n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 71,296 \text{ mol}$

$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 71,296 \text{ mol} \cdot (12,01 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 3137,7 \text{ g} \approx 3140 \text{ g}$ (4 p.)

Tapa 2:

PE:n toistuva yksikkö on CH_2 .

$M(\text{CH}_2) = 14,026 \text{ g/mol}$ (1 p.)

1,00 kilogrammassa PE:tä olevien hiiliatomien ainemäärä $n(\text{C}) = m/M = 1000 \text{ g} / 14,026 \text{ g/mol}$
 $= 71,296 \text{ mol}$ (3 p.)

$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 71,296 \text{ mol}$

$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 71,296 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 3137,7 \text{ g} \approx 3140 \text{ g}$ (4 p.)

Vastaus: 1,00 kilogrammaa biopolyeteeniä on sitonut 3 140 grammaa ilmakehän hiilidioksidia.



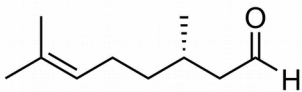
3.3 (3 p.)

Biopolyeteenistä valmistettua pakkausjätettä ei voi laittaa biojätekeräykseen eikä kotikompostiin. (1 p.)

Biopohjainen polyteeni vastaa rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan raakaöljystä tuotetusta eteenistä valmistettua polyeteeniä, joten se ei ole biohajoavaa / ei hajoa kompostissa / biojätteen käsittelyssä. (2 p.)

4. Viilentävä mentoli (15 p.)

4.1 (3 p.)



sitronellaalin toinen enantiomeeri

(3 p.)

4.2 (6 p.)

Konformaatio on tuolikonformaatio.

(2 p.)

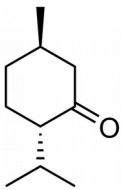
Vastaava venekonformaatio tai vääntynyt venekonformaatio ei ole yhtä pysyvä.

(2 p.)

Yhdisteen rakenteellinen jäykkyys on tärkeää, jotta molekyylin kolmiulotteinen muoto on oikea. Tällöin molekyyli sopii reseptoriin oikein.

(2 p.)

4.3 (3 p.)



mentoni

(3 p.)

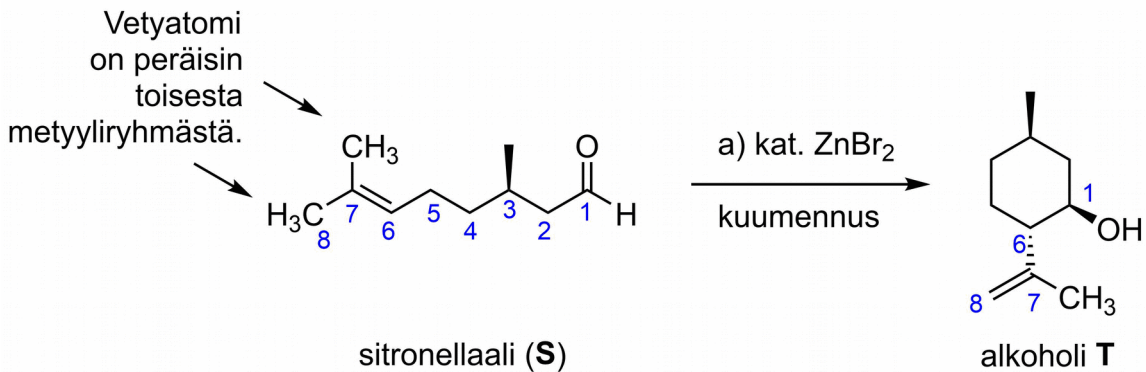
4.4 (3 p.)

T:n hydroksiryhmän vetyatomi on peräisin S:n metyyliiryhmästä (CH₃, jompikumpi hiileen 7 liittyvistä metyyliiryhmistä, esimerkiksi kuvan hiilen numeroa 8 vastaava metyyliiryhmä).

(Kun tarkastellaan reaktioon osallistuvia hiiliatomeja, huomataan, että hiiliin 6 ja 7 sitoutuneiden vetyatomien lukumäärä ei muutu reaktiossa. Sen sijaan hiilessä 8 on ennen reaktiota kolme, mutta reaktion



jälkeen enää kaksi vetyatomiä. Vastauksessa ei vaadita erittelyä eikä perustelua, kummasta metyyliryhmästä vetyatomi on peräisin.)



5. Veden elektrolyysi (15 p.)

5.1 (11 p.)

Osareaktiot:



anodin ja katodin valinta oikein (1 p.)

Kokonaisreaktio: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ (1 p.)

Havainnot ja perustelut: (yhteensä 7 p.; havainto 1 p., perustelu 1 p.)

Havainto: Kummallakin elektrodilla havaitaan kaasukuplia.

Perustelu: Kokonaisreaktioyhtälön mukaan toisella elektrodilla (anodilla) vapautuu **happikaasua**, toisella (katodilla) **vetykaasua**.

Havainto: Toisella elektrodilla (katodilla) havaitaan enemmän kaasukuplia kuin toisella (anodilla).

Perustelu: Kokonaisreaktioyhtälön mukaan **happea vapautuu puolet vedyn määrästä**.

Havainto: Liuoksen (indikaattorin) väri muuttuu molemmilla elektrodeilla (anodilla keltaiseksi, katodilla siniseksi).

Perustelu: Osareaktion mukaan toisen elektrodin (anodin) lähiympäristössä liuoksen **pH muuttuu happamaksi**.



Perustelu: Osareaktion mukaan toisen elektrodin (katodin) lähiympäristössä liuoksen **pH muuttuu emäksiseksi**.

5.2 (4 p.)

Veden elektrolyysissä muodostuvaa vetykaasua voidaan hyödyntää energiantuotannossa, kun sitä poltetaan tai käytetään polttokennoissa.

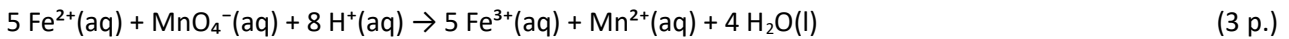
TAI

Elektrolyysillä valmistettua vetyä voidaan käyttää aurinko- ja tuulienergian varastointiin (myöhempää energian tuottamista varten). (2 p.)

Elektrolyysiin kuluvan sähköenergian tuotantotapa vaikuttaa merkittävästi hiilijalanjälkeen. Tarvittava sähköenergia tulisi tuottaa uusiutuvien energianlähteiden avulla, esimerkiksi aurinko- tai tuulivoiman avulla. (2 p.)

6. Fe²⁺-ionikonsentraation määrittäminen (15 p.)

6.1 (3 p.)



6.2 (7 p.)

Permanganaatin ainemäärä:

$$n(\text{MnO}_4^{-}) = V(\text{MnO}_4^{-}) \cdot c(\text{MnO}_4^{-}) = 15,6 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,0500 \text{ mol/l} = 7,8000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Raudan ainemäärä on reaktioyhtälön mukaisesti viisi kertaa permanganaatin ainemäärä.

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^{-}) = 5 \cdot 7,8000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (3 \text{ p.})$$

$$c(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{2+}) / V(\text{Fe}^{2+}) = 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 75,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,0520 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

Vastaus: Näyteliuoksen Fe²⁺-ionikonsentraatio oli 0,0520 mol/l.

6.3. (5 p.)

Kidevedellisen rauta(II)sulfaatin moolimassa:

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,032 \text{ g/mol} \quad (1 \text{ p.})$$



Kidevedellisen rauta(II)sulfaatin massa:

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Fe}^{2+}) = 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$$

$$= 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 278,032 \text{ g/mol} = 1,0843 \text{ g}$$

(2 p.)

Lasketaan puhtaus massaprosentteina:

$$(m_{\text{kokeellinen}} / m_{\text{punnittu}}) \cdot 100 \% = (1,0843 \text{ g} / 1,10 \text{ g}) \cdot 100 \%$$

$$= 98,57 \% \approx 98,6 \%$$

(2 p.)

Vastaus: Puhtaus massaprosentteina oli 98,6 %.

7. Uraanin rikastaminen (15 p.)

7.1 (8 p.)

(Lähtöaineiden ja tuotteiden olomuotoja ei tarvitse merkitä.)

3:	$2 \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2 \text{NH}_3(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7(\text{s}) + 4 \text{HNO}_3(\text{aq})$	3 p.
4:	$2 (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7(\text{s}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{UO}_3(\text{s}) + 4 \text{NO}(\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	2 p.
5:	$\text{UO}_3(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	1 p.
6:	$\text{UO}_2(\text{s}) + 4 \text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{UF}_4(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1 p.
7:	$\text{UF}_4(\text{s}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{g})$	1 p.

7.2 (7 p.)

Tasapainotarkastelu:

	$[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	$[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})]^+$	H_3O^+
Alussa	c	0	0
Lopussa	$c - x$	x	x

$$K_a = 6,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,734} = 0,0018450154 \text{ mol/dm}^3$$



$$K_a = [\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})]^+ [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} = x^2 / (c - x) \quad (4 \text{ p.})$$

$$\Rightarrow c = (x^2 + K_a \cdot x) / K_a$$

$$= ((0,00184502 \text{ mol/dm}^3)^2 + 6,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00184502 \text{ mol/dm}^3) / 6,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \\ = 0,0557924 \text{ mol/dm}^3 \quad (1 \text{ p.})$$

Yhdessä moolissa uranyyli-ioneja on yksi mooli uraania:

$$n(\text{U}) = n([\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_4]_2^+) = c \cdot V = 0,0557924 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,0278962 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{U}) = n(\text{U}) \cdot M(\text{U}) = 0,0278962 \text{ mol} \cdot 238,03 \text{ g/mol} = 6,6401 \text{ g} \approx 6,64 \text{ g} \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Uraanirikasteessa oli 6,64 g uraania.

8. Vety-yhdisteiden kiehumispisteet (15 p.)

8.1 (7 p.)

Vedessä ja vetyfluoridissa vety on sitoutunut kovalenttisella sidoksella hyvin elektronegatiiviseen atomiin (O ja F).

Tällöin sidoselektronit ovat jakautuneet siten, että elektronitiheys on suurempi elektronegatiivisemmän atomin lähellä.

Molekyylin vetyatomiin jää voimakas positiivinen osittaisvaraus, ja molekyylin elektronegatiivisemmalle atomille syntyy vastaavasti voimakas negatiivinen osittaisvaraus. (3 p.)

Molekyylin positiivisesti osittaisvarautunut vetyatomi vetää tehokkaasti puoleensa naapurimolekyylin negatiivisesti osittaisvarautuneita atomeja.

Näin muodostuvaa molekyylin välistä dipoli-dipolisidosta kutsutaan vetysidokseksi.

Vesimolekyylin väliset ja vetyfluoridimolekyylin väliset dipoli-dipolisidokset/vetysidokset ovat voimakkaampia kuin vastaavien ryhmien muiden vety-yhdisteiden molekyylin väliset dipoli-dipolisidokset. Tämä nostaa veden ja vetyfluoridin kiehumispisteet huomattavasti korkeammiksi kuin ryhmien muiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet. (4 p.)



8.2 (5 p.)

Molekyylien välillä on dipoli-dipolisidoksia ja dispersiovoimia.

Kun jaksollisen järjestelmän ryhmissä siirrytään alaspäin, atomien koko ja atomien elektronien lukumäärä kasvaa. Mitä suurempikokoinen alkuaineen atomi on, sitä helpommin alkuaineen vety-yhdisteissä syntyy hetkellisiä varausjakaumia. Siksi molekyylien välille syntyy vahvempia dispersiovoimia.

Tämä nostaa kiehumispistettä, kun siirrytään ryhmissä alaspäin.

8.3 (3 p.)

HF-molekyyli voi muodostaa vain kaksi vetysidosta toisiin HF-molekyyliin, kun taas H₂O-molekyyli voi muodostaa neljä vetysidosta toisiin H₂O-molekyyliin.

Vedessä vetysidosten yhteenlaskettu voimakkuus on suurempi kuin vetyfluoridissa, ja siksi veden kiehumispiste on korkeampi kuin vetyfluoridin.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

9. Asetyyლისისყილიჰონის სინთეზი და IR-სპექტროსკოპია (20 p.)

9.1 (8 p.)

Vastauksessa on analysoitu spektrien eroja ja samankaltaisuuksia.

Erot

(4 p.)

Piikin aaltoluku ja sidostyyppi oikeassa yhdisteessä, 2 p./piikki.

- IR-spektri I: piikkiä n. 3 200 cm⁻¹:n kohdalla ei ole spektrissä II. Piikki aiheutuu alkoholin tai fenolin OH-ryhmästä. Siten spektri I viittaa salisyylilihappoon.
- IR-spektri II: piikkiä n. 1 750 cm⁻¹:n kohdalla eli ole spektrissä I. Piikki aiheutuu karbonyyliryhmästä, joka on asetyyლისისყილიჰონის esteriryhmässä. Tämän perusteella spektrin II yhdiste on asetyyლისისყილიჰონის.



Samankaltaisuudet (2 p.)

Piikin aaltoluku ja sidostyyppi oikeassa yhdisteessä, 2 p./piikki.

- Molemmissa spektreissä on alueella $2\ 500\text{--}3\ 000\ \text{cm}^{-1}$ hyvin leveä piikki, joka johtuu karboksyylihapon O–H-sidoksesta. Pienet erot spektrien välillä tässä piikissä voivat johtua C–H-sidosten värähtelyistä, jotka esiintyvät samalla alueella.
- Molemmissa spektreissä on alueella $1\ 650\text{--}1\ 700\ \text{cm}^{-1}$ piikki, joka johtuu karboksyylihapon C=O-sidoksen värähtelystä.
- Alueella $1\ 500\text{--}1\ 600\ \text{cm}^{-1}$ esiintyy aromaattisten C=C-sidosten värähtelystä johtuvia piikkejä.

Johtopäätös (2 p.)

Spektri I on peräisin salisyylivaposta ja spektri II on asetyylisalisyylihaposta.

9.2 (8 p.)

Sivutuote on etikkahappo (etaanivaposta). (2 p.)

Esitetään ja perustellaan jokin erotusmenetelmä, esimerkiksi:

Asetyylisalisyylihaposta sisältää ison poolittoman osan (bentseenirengas) ja liukenee paremmin poolittomiin liuottimiin, kun taas etikkahappo on poolinen ja liukenee hyvin poolisiin liuottimiin kuten veteen. (2 p.)

Sivutuote voidaan eristää uutamalla. (2 p.)

Asetyylisalisyylihaposta jää poolittomaan nestefaasiin, ja etikkahappo jää vesifaasiin. (2 p.)

9.3 (4 p.)

Esitetään jokin analyysimenetelmä, jolla yhdisteet voisi tunnistaa, ja esitetään menetelmälle perustelu; molemmista 2 p., esimerkiksi:

Menetelmä: Sulamispisteen määrittäminen (2 p.)

Perustelu: Vertaamalla mitattua sulamispistettä taulukkoarvoon voidaan tunnistaa yhdiste. (2 p.)

Menetelmä: NMR-spektroskopia (2 p.)

Perustelu:

^1H ja ^{13}C NMR-spektrit eroavat, koska yhdisteissä on eri lukumäärä vety- ja hiiliatomeja ja nämä atomit ovat erilaisissa kemiallisissa ympäristöissä. (Yhden NMR-tekniikan tarkastelu riittää.) (2 p.)

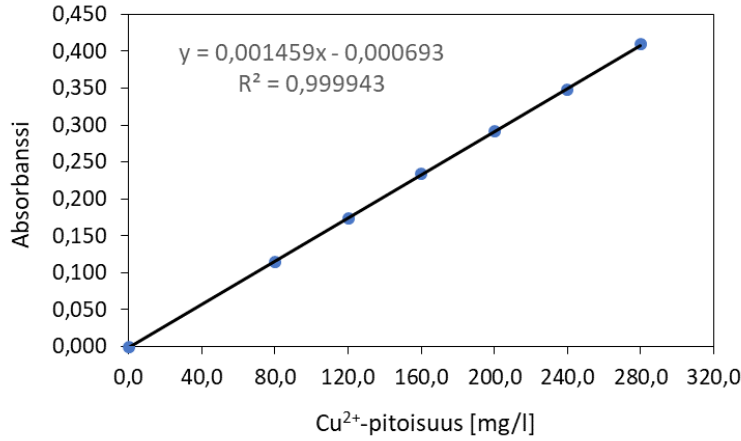


10. Messinkinäytteen kuparipitoisuuden määrittäminen (20 p.)

10.1 (10 p.)

Standardisuora on piirretty

(3 p.)



Näytteiden Cu²⁺-pitoisuudet on laskettu standardisuoran yhtälöä käyttäen

tai

Cu²⁺-pitoisuus on laskettu sijoittamalla standardisuoran yhtälöön näytteen absorbanssiarvojen keskiarvo.

(2 p.)

Cu²⁺-pitoisuus näyteliuksessa N

Cu²⁺-pitoisuus (ennen laimennusta) = Cu²⁺-pitoisuus (suoralta laskettu) $\cdot \frac{50}{5}$

(2 p.)

Messinkinäytteen Cu-pitoisuus massaprosentteina

$m\text{-}\%(Cu) = \frac{Cu^{2+}\text{-pitoisuus (ennen laimennusta) / mg/l} \cdot 0,1000\text{ l}}{255,3\text{ mg}} \cdot 100\%$

(2 p.)

	Absorbanssi	Suoralta laskettu Cu ²⁺ -pitoisuus [mg/l]	Cu ²⁺ -pitoisuus näyteliuksessa N [mg/l]	messingin Cu-pitoisuus [%]
näyte 1	0,235	161,544	1 615,44	63,3
näyte 2	0,232	159,488	1 594,88	62,5
näyte 3	0,234	160,859	1 608,59	63,0
Keskiarvot	0,234	160,630	1 606,30	62,9

Näytteistä on laskettu keskiarvo, messinkinäytteen kuparipitoisuus oli 62,9 %.

(1 p.)

Vastaus: Messinkinäytteen kuparipitoisuus oli 62,9 %.



10.2 (6 p.)

Katodille saostuneen kuparin massa saadaan vähentämällä

$$m(\text{katodi} + \text{Cu}) - m(\text{katodi}) = 12,1279 \text{ g} - 12,0488 \text{ g} = \mathbf{0,0791 \text{ g.}} \quad (2 \text{ p.})$$

50,0 ml näyteliuosta N sisältää 0,0791 g Cu^{2+} , joten **100 ml näyteliuosta N sisältää**

$$0,0791 \text{ g} \cdot 2 = \mathbf{0,1582 \text{ g Cu}^{2+}\text{-ioneja.}} \quad (2 \text{ p.})$$

Messikinäytteen Cu-pitoisuus massaprosentteina

$$(0,1582 \text{ g} / 0,2553 \text{ g}) \cdot 100 \% = 62,0 \% \quad (2 \text{ p.})$$

Vastaus: Messikinäytteen Cu-pitoisuus oli 62,0 massaprosenttia.

10.3 (4 p.)

1 p./menetelmä, enintään 3 x 1 p.

Sähkögravimetria

- Kaikki kupari ei ole saostunut katodille/elektrodille.
- Kuparia on karissut elektrodilta pois kuivaus- tai punnitusvaiheessa.

Spektrofotometria

- kalibraatiovirhe /standardiliuosten pitoisuusvirhe

Enintään 2 p.

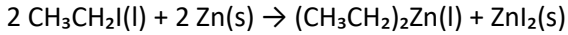
Muut virheet

- elektrodien punnitusvirhe
- näyteliuoksen pipetointivirhe
- reagenssien lisäysvirhe (puuttuu / lisätty liian vähän)
- spektrofotometrin/elektrolyysilaitteiston toimintavirhe
- kyvetin epäpuhtaudet tai sormenjäljet



11. Organometallit (20 p.)

11.1 (3 p.)



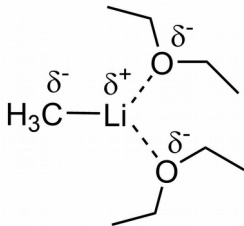
11.2 (2 p.)



11.3 (4 p.)

Metyylilitiumissa hiilen ja litiumin välinen sidos on erittäin poolinen, koska atomien välinen elektronegatiivisuusero on 1,5. Kyse on poolisen kovalenttisen sidoksen ja ionisidoksen rajalla olevasta sidoksesta / poolisesta kovalenttisesta sidoksesta / ionisidoksesta. (Ionisidoksen ja poolisen kovalenttisen sidoksen välinen raja ei ole tarkasti määriteltävissä.) (2 p.)

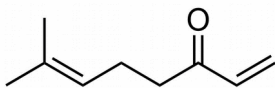
Dietyylieetterin happiatomi sitoutuu koordinaatiosidoksella/dipoli-dipolisidoksella/ioni-dipolisidoksella poolisen organometalliyhdisteen litiumatomiin. Asiaa voi havainnollistaa piirroksella.



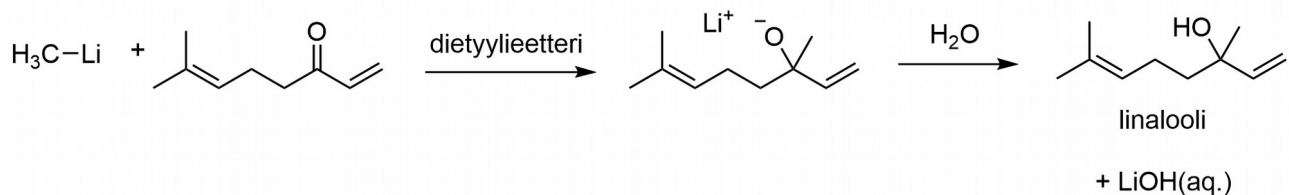
(Kuvassa koordinaatiosidos on esitetty katkoviivalla. Myös yhtenäinen sidosviiva hyväksytään. Litiumatomiin voi koordinoitua 1–3 eetterimolekyyliä.) (2 p.)

11.4 (4 p.)

Yhdisteen rakenne on



eli tapahtuu reaktio (reaktiota ei vaadita):





11.5 (7 p.)

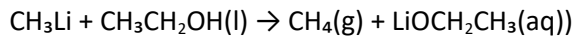
1) Kuiva paineilma sisältää myös happea, jonka kanssa metyylilitium voi reagoida ja syttyä tuleen tai kehittää räjähtävän kaasuseoksen. (3 p.)

2) Etanoli voi sisältää kosteutta, joka reagoi kiivaasti metyylilitiumin kanssa ja muodostaa syttyvää metaania. (2 p.)

TAI

Etanoli reagoi myös itse metyylilitiumin kanssa samalla tavalla kuin vesi. Myös tässä reaktiossa muodostuu metaania. (2 p.)

(Tai reaktioyhtälönä



Kumpikin näistä reaktioista voi olla niin **eksoterminen**, että metaani tai liuotin **syttyy palamaan**. (2 p.)