



Kemia 23.9.2021

Lopulliset hyvän vastauksen piirteet 11.11.2021

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokelaan koesuoritukseen, muodostuu kokelaan koesuorituksestaan 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 kypsyyden. 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 selittävissä 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 epätasällisesta kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.

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



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.)

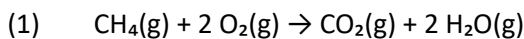
1.5 Samppanjapullossa, jonka tilavuus on 0,75 l, on 9,0 g kaasumaista hiilidioksidia ($M = 44,01$ g/mol) lämpötilassa 25 °C. Henkilöauton renkaan sisällä ilmanpaine on 2,25 bar. Mikä on samppanjapullon sisällä vallitsevan paineen ja renkaan sisällä vallitsevan paineen välinen suhde? (2 p.) (monivalintavastaus)

- 3,0 (2 p.)

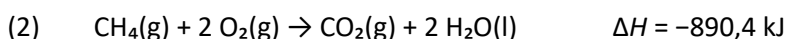
1.6 Kuvaajassa esitetään reaktioon osallistuvien aineiden konsentraatiot ajan funktiona. Mikä on kyseisen reaktion reaktioyhtälö? (2 p.) (monivalintavastaus)

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

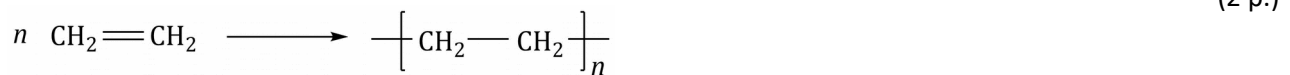
- 2.5.1 titraus (1 p.)
- 2.5.2 ekvivalenttipiste (1 p.)
- 2.5.3 byretti (1 p.)

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 $n(\text{CO}_2) = n(\text{C})$ (2 ip.)

$= 71,296 \text{ mol}$ (1 p.)

$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 71,296 \text{ mol} \cdot (12,01 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 3137,7 \text{ g} \approx 3140 \text{ g}$ (1 p.)

Tapa 2:

PE:n toistuva yksikkö on CH_2 .

$M(\text{CH}_2) = 14,026 \text{ g/mol}$ (2 p.)

- *väärä toistuva yksikkö esim. C_2H_2 ei-VSE*

1,00 kilogrammassa PE:tä olevien hiiliatomien ainemäärä $n(\text{C}) = m/M = 1000 \text{ g} / 14,026 \text{ g/mol}$
 $= 71,296 \text{ mol}$ (2 p.)

$n(\text{CO}_2) = n(\text{C})$ (2 ip.)

$= 71,296 \text{ mol}$ (1 p.)

$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 71,296 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 3137,7 \text{ g} \approx 3140 \text{ g}$ (1 p.)

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



3.3 (3 p.)

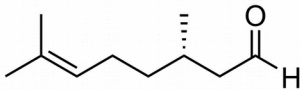
Biopolyeteenistä valmistettua pakkausjätettä ei voi laittaa biojätekeräykseen eikä kotikompostiin. (1 p.)

Biopohjainen polyteeni vastaa rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan raakaöljystä tuotetusta eteenistä valmistettua polyeteeniä, (1 sp.)

joten se ei ole biohajoavaa / ei hajoa kompostissa / biojätteen käsittelyssä. (1 sp.)

4. Viilentävä mentoli (15 p.)

4.1 (3 p.)



sitronellaalin toinen enantiomeeri

(3 p.)

4.2 (6 p.)

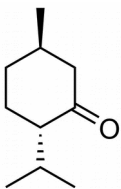
Konformaatio on tuolikonformaatio. (2 p.)

Vastaava venekonformaatio tai vääntynyt venekonformaatio ei ole yhtä pysyvä. (1 p.)

Yhdisteen rakenteellinen jäykkyys on tärkeää, jotta molekyylin **kolmiulotteinen muoto** on oikea. (2 p.)

Tällöin molekyyli sopii reseptoriin oikein. (1 p.)

4.3 (3 p.)



mentoni

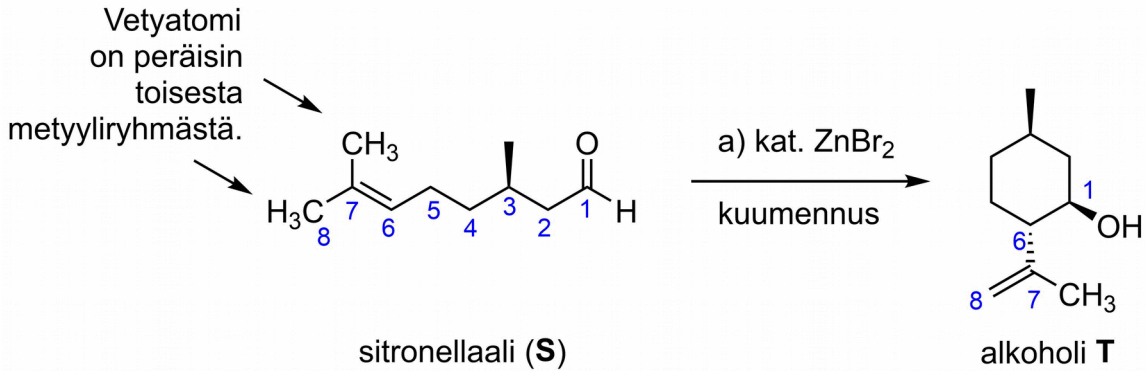
(3 p.)

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 vetyatomia. 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.)



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**,

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

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

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

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

Perustelu: Osareaktion mukaan toisen elektrodin (anodin) lähiympäristössä liukseen **vapautuu H⁺-ioneja**.



Perustelu: Osareaktion mukaan toisen elektrodin (katodin) lähiympäristössä liuokseen **vapautuu OH⁻-ioneja**.

5.2 (4 p.)

Veden elektrolyysissä muodostuvaa **vetykaasua** (1 p.)

voidaan hyödyntää energiantuotannossa, kun sitä poltetaan tai käytetään polttokennoissa.

TAI

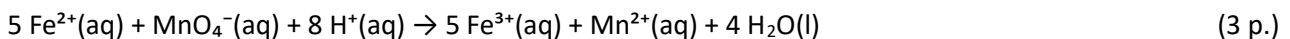
voidaan käyttää aurinko- ja tuulienergian varastointiin (myöhempää energian tuottamista varten). (1 p.)

Elektrolyysiin kuluva sähköenergia tuotantotapa vaikuttaa merkittävästi hiilijalanjälkeen. (1 p.)

Tarvittava sähköenergia tulisi tuottaa uusiutuvien energianlähteiden avulla, esimerkiksi aurinko- tai tuulivoiman avulla. (1 p.)

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

6.1 (3 p.)



- Rautaionien, permanganaatti-ionin ja Mn²⁺-ionin kertoimet oikein, 2 p.
- veden ja H⁺-ionin kertoimet oikein, 1 sp.

6.2 (7 p.)

Jos 6.1 reaktion stoikiometriset kertoimet ovat väärin, kohdasta 6.2 on mahdollista saada korkeintaan ip:t, yhteensä korkeintaan 4 p.

Permanganaatin ainemäärä:

$$n(\text{MnO}_4^{-}) = V(\text{MnO}_4^{-}) \cdot c(\text{MnO}_4^{-}) \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 15,6 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,0500 \text{ mol/l} = 7,8000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

Raudan ainemäärä on reaktioyhtälön mukaisesti viisi kertaa permanganaatin ainemäärä.

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^{-}) \quad (1 \text{ ip.})$$

- Ainemääräsuhde pitää perustella reaktioyhtälöllä

$$= 5 \cdot 7,8000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$c(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{2+}) / V(\text{Fe}^{2+}) \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 3,9000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 75,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 0,0520 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

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



6.3. (5 p.)

Jos 6.1 reaktion stoikiometriset kertoimet ovat väärin, kohdasta 6.3 on mahdollista saada korkeintaan ip:t, yhteensä korkeintaan 3 p.

Kidevedellisen rauta(II)sulfaatin moolimassa:

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

Kidevedellisen rauta(II)sulfaatin massa:

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

$$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \quad (1 \text{ ip.})$$

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

Lasketaan puhtaus massaprosentteina:

$$(m_{\text{kokeellinen}} / m_{\text{punnittu}}) \cdot 100 \% \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= (1,0843 \text{ g} / 1,10 \text{ g}) \cdot 100 \% = 98,57 \% \approx 98,6 \% \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Puhtaus massaprosentteina oli 98,6 %.

7. Uraanin rikastaminen (15 p.)

7.1 (8 p.)

(Lähtöaineiden ja tuotteiden olomuotoja ei tarvitse merkitä.)

3:	$2 \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2 \text{NH}_3(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7(\text{s}) + 4 \text{HNO}_3(\text{aq})$ - Oikeat lähtöaineet ja tuotteet poislukien vesi 1 p. - Vesi lähtöaineissa 1 sp. (sidottu edelliseen pisteeseen) - Oikeat kertoimet 1 sp. (sidottu edelliseen kahteen pisteeseen)	3 p.
4:	$2 (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7(\text{s}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{UO}_3(\text{s}) + 4 \text{NO}(\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ - Oikeat aineet 1 p. - Oikeat kertoimet 1 sp. (sidottu oikeisiin aineisiin)	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

(2 ip.)

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

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,734} = 0,0018450154 \text{ mol/dm}^3 \quad (1 \text{ ip.})$$

$$K_a = \frac{[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})]^+ [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{UO}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= x^2 / (c - x)$$

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

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

$$= 0,0557924 \text{ mol/dm}^3 \quad (1 \text{ p.})$$

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). (1 ip.)

Tällöin sidoselektronit ovat jakautuneet siten, että elektronitiheys on suurempi elektronegatiivisemmän atomin lähellä. (1 ip.)

Molekyylin vetyatomiin jää voimakas positiivinen osittaisvaraus, ja molekyylin elektronegatiivisemmalle atomille syntyy vastaavasti voimakas negatiivinen osittaisvaraus. Molekyylin positiivisesti



osittaisvarautunut vetyatomi vetää tehokkaasti puoleensa naapurimolekyylien negatiivisesti osittaisvarautuneita atomeja. (2 p.)

Näin muodostuvaa molekyylien välistä dipoli-dipolisidosta kutsutaan vetysidokseksi.

Vesimolekyylien väliset ja vetyfluoridimolekyylien väliset dipoli-dipolisidokset/vetysidokset (1 p.)

ovat voimakkaampia (1 p.)

kuin vastaavien ryhmien muiden vety-yhdisteiden molekyylien väliset dipoli-dipolisidokset. (1 p.)

Tämä nostaa veden ja vetyfluoridin kiehumispisteet huomattavasti korkeammiksi kuin ryhmien muiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet.

8.2 (5 p.)

Molekyylien välillä on dispersiovoimia. (1 p.)

Kun jaksollisen järjestelmän ryhmissä siirrytään alaspäin, atomien koko ja atomien elektronien lukumäärä kasvaa. (2 ip.)

Mitä suurempikokoinen alkuaineen atomi on, sitä helpommin alkuaineen vety-yhdisteissä syntyy hetkellisiä varausjakaumia. (1 p.)

Siksi molekyylien välille syntyy vahvempia dispersiovoimia. (1 p.)

Tämä nostaa kiehumispistettä, kun siirrytään ryhmissä alaspäin.

8.3 (3 p.)

Kolme pistettä voi koota seuraavista osista:

Vesimolekyylien **välille** ja HF-molekyylien **välille** voi muodostua **vetysidoksia/dipoli-dipolisidoksia**. (1 p.)

HF-molekyyli voi muodostaa vain kaksi vetysidosta toisiin HF-molekyyliihin, kun taas H₂O-molekyyli voi muodostaa neljä vetysidosta toisiin H₂O-molekyyliihin. (2 p.)

- *vesimolekyylien välillä enemmän vetysidoksia kuin vetyfluoridimolekyylien välillä, 1 p.*

Vedessä vetysidosten yhteenlaskettu voimakkuus on suurempi kuin vetyfluoridissa, ja siksi veden kiehumispiste on korkeampi kuin vetyfluoridin. (1 p.)



Osa 3: 20 pisteen tehtävät

9. Asetyyლისისyylihapon synteesi ja IR-spektroskopia (20 p.)

9.1 (8 p.)

Vastauksessa on analysoitu spektrien eroja ja samankaltaisuuksia.

Erot:

Aaltoluku tunnistettu 1 p., oikea funktionaalinen ryhmä tai aineluokka tunnistettu 1 p.

- IR-spektri I: piikkiä n. 3 200 cm^{-1} :n kohdalla ei ole spektrissä II. Piikki aiheutuu alkoholin tai fenolin OH-ryhmästä. (2 p.)
- IR-spektri II: piikkiä n. 1 750 cm^{-1} :n kohdalla eli ole spektrissä I. Piikki aiheutuu karbonyyliryhmästä, joka on asetyyლისისyylihapon esteriryhmässä. (2 p.)

Samankaltaisuudet (2 p.)

Aaltoluku tunnistettu 1 p., oikea funktionaalinen ryhmä tai aineluokka tunnistettu 1 p.

Tunnistettu jokin seuraavista:

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

Johtopäätös (2 p.)

Spektri I on peräisin salisyylisyylihapon ja spektri II on asetyyლისისyylihapon.

9.2 (8 p.)

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

Esitetään ja perustellaan jokin erotusmenetelmä, esimerkiksi:

Sivutuote voidaan eristää uuttamalla. (1 p.)

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



Näytteiden Cu^{2+} -pitoisuudet on laskettu standardisuoran yhtälöä käyttäen

tai

Cu^{2+} -pitoisuus on laskettu sijoittamalla standardisuoran yhtälöön näytteen absorbanssiarvojen keskiarvo. (2 p.)

Cu^{2+} -pitoisuus näyteliuksessa N

$$\text{Cu}^{2+}\text{-pitoisuus (ennen laimennusta)} = \text{Cu}^{2+}\text{-pitoisuus (suoralta laskettu)} \cdot \frac{50}{5} \quad (2 \text{ p.})$$

- jos laimennusta ei ole huomioitu, 0 p., ei-VSE

Messinkinäytteen Cu-pitoisuus massaprosentteina

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

	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 (1 p.)

- väärä aine, ei-VSE

$$m(\text{katodi} + \text{Cu}) - m(\text{katodi}) = 12,1279 \text{ g} - 12,0488 \text{ g} = \mathbf{0,0791 \text{ g}}. \quad (1 \text{ p.})$$

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

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

Messinkinäytteen Cu-pitoisuus massaprosentteina

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

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



10.3 (4 p.)

Enintään 3 p./menetelmä (3 x 1 p.)

Sähkögravimetria

- Kaikki kupari ei ole saostunut katodille/elektrodille.
- Elektrodia ei ole kunnolla kuivattu ennen punnitsemista.
- Kuparia on karissut elektrodilta pois kuivaus- tai punnitusvaiheessa.

Spektrofotometria

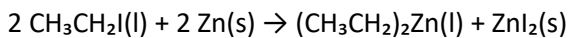
- kalibraatiovirhe /standardiliuosten pitoisuusvirhe
- Kyveti väärinpäin spektrofotometrissa, jolloin valo ei kulje samalla tavalla näytteen läpi. / Kyveti huonosti laitteessa.
- Kyvetiin on jäänyt ilmakuplia tai sormenjälkiä/likaa/naarmuja.

Muut virheet, enintään 1 p.

- elektrodien punnitusvirhe
- näyteliuoksen pipetointivirhe
- reagenssien lisäysvirhe (puuttuu / lisätty liian vähän)
- spektrofotometrin/elektrolyysilaitteiston toimintavirhe
- liuoksen värinmuutoksen epätarkkuus

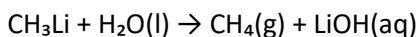
11. Organometallit (20 p.)

11.1 (3 p.)



- *Lähtöaineiden ja tuotteiden kaavat oikein, 1 p.*
- *Kertoimet oikein, 1 sp.*
- *Olomuotomerkinnät, 1 sp.*
- *Ei hyväksytä merkintöjä $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{Zn}$ tai $\text{ZnC}_4\text{H}_{10}$ tai I_2Zn , 0 p. lähtöaineet/tuotteet, mutta **poikkeuksellisesti** VSE (eli kerroin/olomuotopisteet voi saada, jos vain näitä virheitä)*

11.2 (2 p.)



- *Kaavat ja kertoimet oikein, 1 p.*
- *Olomuotomerkinnät oikein, 1 sp.*



11.3 (4 p.)

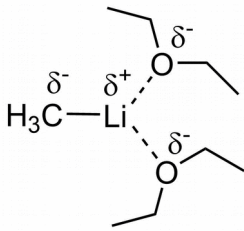
Metyyllitiumissa hiilen ja litiumin välinen sidos on erittäin poolinen / poolisen (kovaalentin sidoksen) ja ionisidoksen rajalla, (1 p.)

koska atomien välinen elektronegatiivisuusero on 1,5. (1 p.)

Kyseessä on koordinaatiosidos/dipoli-dipolisidos/ionidipolisidos (1 p.)

(eetterin) happiatomin ja (poolisen) organometalliyhdisteen litiumatomin. (1 p.)

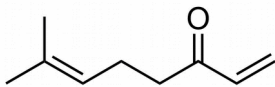
Asiaa voi havainnollistaa piirroksella.



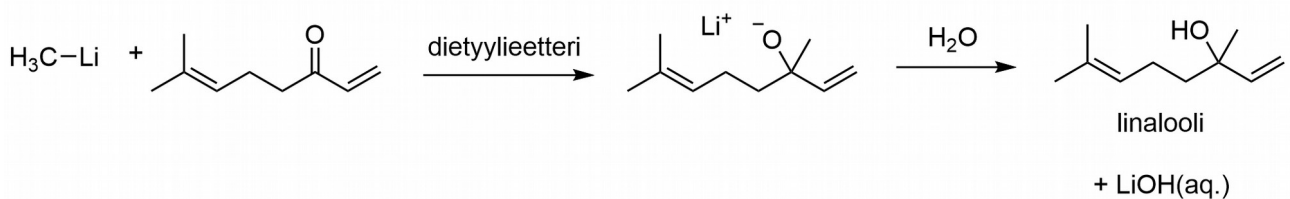
(Kuvassa koordinaatiosidos on esitetty katkoviivalla. Myös yhtenäinen sidosviiva hyväksytään. Litiumatomiin voi koordinoitua 1–3 eetterimolekyyliä.)

11.4 (4 p.)

Yhdisteen rakenne on



eli tapahtuu reaktio (reaktiota ei vaadita):



11.5 (7 p.)

1) Kuiva paineilma sisältää myös happea, (1 p.)

jonka kanssa metyyllitium voi reagoida ja (1 p.)

syttyä tuleen. (1 p.)

2) Etanoli voi sisältää kosteutta, joka reagoi kiivaasti metyyllitiumin kanssa (1 p.)

ja muodostaa syttyvää metaania ja litiumhydroksidia (toinen riittää). (1 p.)

TAI

Etanoli reagoi myös itse metyyllitiumin kanssa samalla tavalla kuin vesi. (1 p.)



Tässä reaktiossa muodostuu metaania ja litiummalkoksidia (toinen riittää).

(1 p.)

(Tai reaktioyhtälönä $\text{CH}_3\text{Li} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{LiOCH}_2\text{CH}_3(\text{aq})$)

Vaaralliset seuraukset (enintään 3 p.):

- Kumpikin näistä reaktioista 1) ja 2) voi olla eksoterminen/tuottaa lämpöä. (1 p.)
- Metaani tai liuotin syttyy palamaan. (1 p.)
- Voi tapahtua räjähdys. / Voi muodostua räjähtävä kaasuseos. (1 p.)
- Kuumuus tai tulipalo aiheuttaa palovammoja. (1 p.)
- Reaktioseos voi kuohua pois astiasta. / Kehittyy paljon (metaani)kaasua/kehittyy painetta. (1 p.)
- Muodostuu voimakkaasti emäksistä/syövyttävää tuotetta (LiOH/litiummalkoksidi) (1 p.)