

FI – Kemia

23.9.2021

Koe koostuu 11 tehtävästä, joista vastataan seitsemään. Tehtävät on ryhmitelty kolmeen osaan. Osassa 1 on yksi kaikille pakollinen 20 pisteen tehtävä. Osassa 2 on seitsemän 15 pisteen tehtävää, joista vastataan neljään. Osassa 3 on kolme 20 pisteen tehtävää, joista vastataan kahteen. Kokeen maksimipistemäärä on 120. Halutessasi voit tuottaa vastausten tueksi piirroksia, kaavioita tai taulukoita ja liittää niistä kuvakaappauksen mihin tahansa tekstivastaukseen.

Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.

Sisällys

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

Vastaa tehtävään 1.

- | | |
|--|-------|
| 1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta | 20 p. |
|--|-------|

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

Vastaa neljään tehtävään.

- | | |
|---|----------------|
| 2. Kemian käsitteet | 15 p. |
| 3. Biopohjaiset muovit | Aineisto 15 p. |
| 4. Viilentävä mentoli | Aineisto 15 p. |
| 5. Veden elektrolyysi | Aineisto 15 p. |
| 6. Fe^{2+} -ionikonsentraation määrittäminen | 15 p. |
| 7. Uraanin rikastaminen | Aineisto 15 p. |
| 8. Vety-yhdisteiden kiehumispisteet | Aineisto 15 p. |

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

- | | |
|--|----------------|
| 9. Asetyyliisilyhdyksen synteesi ja IR-spektroskopia | Aineisto 20 p. |
| 10. Messinkinäytteen kuparipitoisuuden määrittäminen | Aineisto 20 p. |
| 11. Organometallit | Aineisto 20 p. |

Koe yhteensä	120 p.
--------------	--------

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

 Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta 20 p.

Valitse jokaisessa kohdassa 1.1–1.10 parhaiten sopiva vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1 Saman alkuaineen sähköisesti neutraaleilla atomeilla on aina 2 p.

- ☐ sama järjestysluku ja sama massaluku.
- ☐ sama massaluku.
- ☐ sama elektronien ja protonien lukumäärä.
- ☐ yhtä monta neutronia ytimissään.

1.2 Metallihilassa on 2 p.

- ☐ metalliatomien välisiä suuntautuneita sidoksia.
- ☐ metalliatomien välisiä vahvoja sidoksia.
- ☐ metallikationien ja metallianionien välisiä sidoksia.
- ☐ metallimolekyylien välisiä sidoksia.

1.3 Missä erotusmenetelmässä hyödynnetään aineiden erilaisia kiehumispisteitä? 2 p.

- ☐ tislauk
- ☐ suodatus
- ☐ uutto
- ☐ ohutlevykromatografia

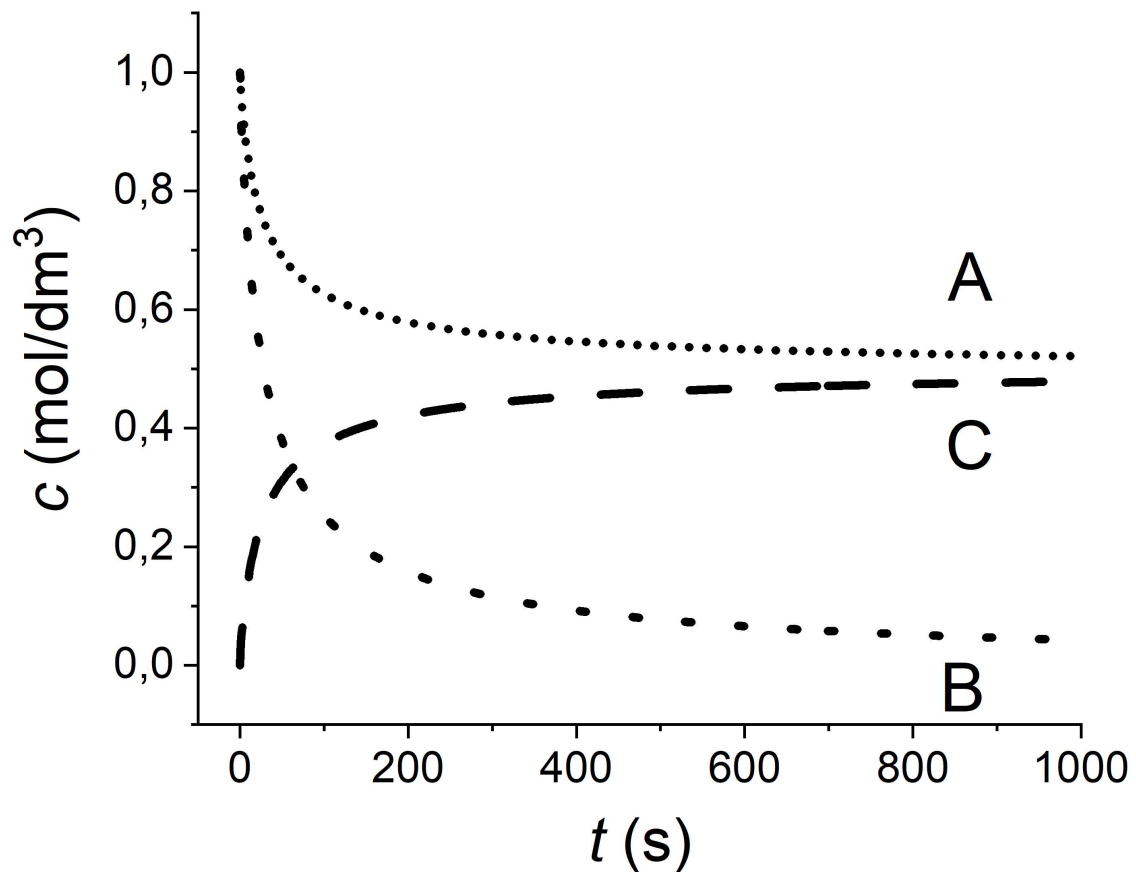
1.4 O^{2-} -, F^- -, Mg^{2+} - ja Al^{3+} -ioneilla on ytimensä ympärillä yhtä monta elektronia. Millä niistä on pienin ionisäde? 2 p.

- ☐ O^{2-}
- ☐ F^-
- ☐ Mg^{2+}
- ☐ Al^{3+}

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.

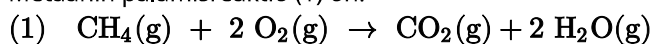
- ☐ 0,25
- ☐ 0,78
- ☐ 3,0
- ☐ 63

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

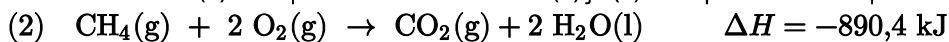


- ☐ $2 A + B \rightleftharpoons C$
☐ $A + 2 B \rightleftharpoons C$
☐ $2 A + B \rightleftharpoons 2 C$
☐ $2 A + 2 B \rightleftharpoons 2 C$

1.7 Metaanin palamisreaktio (1) on:



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



2 p.

- ☐ -978,4 kJ
☐ -934,4 kJ
☐ -846,4 kJ
☐ -802,4 kJ

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

	$2 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$4 \text{NO}_2(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$
$c(\text{alku}) (\text{mmol/l})$	0,100		0		0
$c(\text{hetki } t) (\text{mmol/l})$	0,020		x		y

- ☐ $x = 0,160 \text{ mmol/l}$, $y = 0,040 \text{ mmol/l}$
- ☐ $x = 0,040 \text{ mmol/l}$, $y = 0,010 \text{ mmol/l}$
- ☐ $x = 0,180 \text{ mmol/l}$, $y = 0,060 \text{ mmol/l}$
- ☐ $x = 0,320 \text{ mmol/l}$, $y = 0,080 \text{ mmol/l}$

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.**

- ☐ Kaikilla ilmapalloilla on sama tilavuus.
- ☐ Kaikissa ilmapalloissa on eri lukumäärä kaasuatomeja.
- ☐ Kolmella mainitulla kaasulla on ilmapallon sisällä sama tiheys.
- ☐ Kaikissa ilmapalloissa on sama massa kaasua.

1.10 Veden ionitulo K_w on $2,93 \cdot 10^{-15} (\text{mol/dm}^3)^2$ lämpötilassa 10°C . Mikä on puhtaan ja neutraalin veden pH kyseisessä lämpötilassa? **2 p.**

- ☐ 6,72
- ☐ 7,00
- ☐ 7,27
- ☐ 7,53

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Kemian käsitteet 15 p.

Täydennä seuraavat virkkeet puuttuvilla sanoilla. Kuhunkin kohtaan tulee vain yksi sana.

2.1 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. **4 p.**

Aineita, jotka nopeuttavat kemiallisia reaktioita kulumatta niissä itse, kutsutaan ^{1p.} Soluissa tapahtuvia kemiallisia reaktioita nopeuttavia proteiineja kutsutaan yleisnimellä ^{1p.} Edellä mainitut aineet alentavat reaktion ^{1p.} Tasapainoreaktioissa ne vaikuttavat reaktionopeuteen siten, että etenevä reaktio nopeutuu ja palautuva reaktio ^{1p.}

2.2 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. **2 p.**

Kun alkuaine reagoi hapen kanssa voimakkaasti eksotermisessä hapettumis-pelkistymisreaktiossa, reaktiota kutsutaan ^{1p.} Tällaisissa reaktioissa tuotteina muodostuu reagoivan alkuaineen ^{1p.}

2.3 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. **3 p.**

Pelkistyessään metalli-ioni ^{1p.} yhden tai useamman ^{1p.}. Happo-emäsreaktiossa puolestaan aine luovuttaa tai vastaanottaa ^{1p.}.

2.4 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 3 p.

Kun ^{1p.} ja ^{1p.} reagoivat, syntyy esterää ja vettä. Esteröitymisreaktion käänteistä reaktiota kutsutaan ^{1p.}.

2.5 Täydennä aukot puuttuvilla sanoilla. 3 p.

^{1p.} on kvantitatiivinen työmenetelmä, jonka avulla tutkittavan liuoksen konsentraatio voidaan määrittää lisäämällä näyteliuokseen tipoittain tunnetun väkevyyistä liuosta. Kun tutkittava aine on reagoanut täydellisesti sen määrittämiseen käytetyn aineen kanssa, on saavutettu ^{1p.}. Tunnetun väkevyyistä liuosta lisätään ^{1p.}, jonka asteikolta voidaan lukea tarkasti liuoksen kulutus.

3. Biopohjaiset muovit 15 p.

Aineisto

3.A Teksti: Biopolyeteenin valmistus

Tutustu biopolyeteenin valmistusta käsittelevään aineistoon [3.A](#) ja tee tehtävät 3.1–3.3.

3.1 Bioetanolista valmistetaan biopolyeteeniä kahden reaktion avulla. Kirjoita tai piirrä näitä reaktioita kuvaavat reaktioyhtälöt. 4 p.

3.2 Laske, kuinka monta grammaa ilmakehän hiilidioksidia on sitoutunut 1,00 kilogrammaan biopolyeteeniä. Tehtävässä oletetaan, että biopolyeteenin jokainen hiiliatomi poistaa yhden CO₂-molekyylin ilmakehästä. 8 p.

3.3 Onko lajitteluohjeen mukaista laittaa biopolyeteenistä valmistettua materiaalia biojätekeräykseen tai kotikompostiin? Perustele. 3 p.

4. Viilentävä mentoli 15 p.

Aineisto

- 4.A Kuva: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota
- 4.B Tiedosto: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota MarvinSketch-tiedostona
- 4.C Kuva ja video: Mentolin kolmiulotteinen rakenne

Mentoli on piparmintusta eristetty yhdiste, jota käytetään sen viilentävän vaikutuksen vuoksi hammastahnoissa, purukumeissa ja monissa lääkkeissä. Mentolia voidaan valmistaa synteettisesti sitronellaalista, mutta sitä tuotetaan myös piparminttuöljystä. Mentoli sitoutuu ääreishermoston TPRM8-reseptoreihin, jotka säätelevät kylmäaistimusta. Monia muitakin mentolin tavoin viilentäviä aineita tunnetaan, ja valtaosa niistä muistuttaa rakenteeltaan mentolia.

Tutustu aineistoihin 4.A–4.C ja tee tehtävät 4.1–4.4.

- 4.1 Kuvassa 4.A esitetyssä reaktiosarjassa mentolin synteettinen valmistus perustuu siihen, että lähtöainetta **S** voidaan valmistaa puhtaana enantiomeerinä (optisena isomeerinä). Esitä kuvassa 4.A esitetyn lähtöaineen **S** enantiomeerin (peilikuvan) rakennekaava. Voit käyttää vastauksessa apuna aineiston 4.B MarvinSketch-tiedostoa. **3 p.**

- 4.2 Tarkastele videossa 4.C esitettyä mentolin avaruusrakennetta ja konformaatiota. Missä konformaatiossa mentolin rengas on? Miksi mentolin rengas esiintyy pääosin vain tässä konformaatiossa? Perustele, miksi rakenteen jäykkyys on tärkeää mentolin jäähdyttävän vaikutuksen kannalta. **6 p.**

- 4.3 Kasveissa mentoli muodostuu entsymaattisella pelkistyksellä mentonista, joka on ketoni. Esitä mentonin rakennekaava. **3 p.**

- 4.4 Reaktiosarjassa 4.A yhdisteestä **S** muodostuu sen isomeeriä **T**. Mistä **S**:n molekyylin kohdasta **T**:n hydroksiryhmän (–OH-ryhmän) vetyatomi on peräisin? Vastausta ei tarvitse perustella. **3 p.**

5. Veden elektrolyysi 15 p.

Aineisto

Videolla 5.A vettä hajotetaan elektrolyytisesti. Petrimaljassa on elektrolyyttiliuoksena laimeaa happamaksi tehtyä Na_2SO_4 :n vesiliuosta, johon on lisätty hieman bromikresolivihreä-indikaattoriliuosta. Elektrodit ovat grafiittia. Veden hajottamiseen tarvittava energia saadaan ulkoisesta virtalähteestä.

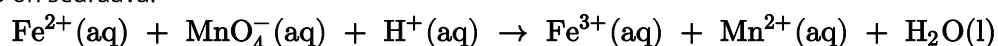
- 5.1 Kirjoita elektrodeilla tapahtuvien osareaktioiden reaktioyhtälöt sekä veden elektrolyyttisen hajottamisen kokonaisreaktioyhtälö. Kumpi osareaktioista tapahtuu anodilla ja kumpi katodilla? Mitä havaintoja voit tehdä videosta? Perustele havaintosi kemiallisesti. **11 p.**

- 5.2 Miten teollisessa mittakaavassa tehtävää veden elektrolyysiä voidaan hyödyntää energiantuotannossa? Mikä tekijä elektrolyysiprosessissa vaikuttaa huomattavasti sen hiilijalanjälkeen? **4 p.**

6. Fe^{2+} -ionikonsentraation määrittäminen 15 p.

Kaliumpermanganaatti (KMnO_4) on yleinen hapetus-pelkistystitrauksissa käytetty hapetin. Happamissa liuoksissa violetti permanganaatti-ioni (MnO_4^-) voi hapettaa toisen aineen ja pelkistyä itse Mn^{2+} -ioniksi, jonka vesiliuos on väritön.

- 6.1 Happamassa liuoksessa kaliumpermanganaatti hapettaa Fe^{2+} -ionin Fe^{3+} -ioniksi. Reaktion tasapainottamaton reaktioyhtälö on seuraava:



Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö. **3 p.**

- 6.2 Kidevedellisen rauta(II)sulfaatin ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) puhtaus määritettiin titraamalla. Vahvan hapon vesiliuokseen liuotettiin 1,10 g kiinteää kidevedellistä rauta(II)sulfaattia siten, että valmiin näyteliuoksen kokonaistilavuus oli 75,0 ml. Näyteliuos titrattiin kaliumpermanganaattiliuoksella, jonka konsentraatio oli 0,0500 mol/l. Violetti väri jäi pysyväksi, kun titrausliuosta oli kulunut 15,6 ml. Mikä oli näyteliuoksen Fe^{2+} -konsentraatio? **7 p.**

- 6.3 Mikä oli tehtävän 6.2 kiinteän kidevedellisen rauta(II)sulfaatin puhtaus massaprosentteina? **5 p.**

7. Uraanin rikastaminen 15 p.

Aineisto

7.A Teksti: Uraaniheksafluoridin valmistaminen uraanirikasteesta

Ydinreaktoreissa käytetään polttoaineena uraanin isotooppia ^{235}U , jota on suhteellisen pieniä määriä luonnossa esiintyvässä uraanissa. Luonnon uraanista saadaan ydinpolttoainetta, kun sitä ensin isotooppirikastetaan. Rikastaminen tehdään kaasumaisesta uraaniheksafluoridista, jota valmistetaan kemiallisesti uraanimalmista.

Tutustu aineistoon 7.A ja tee tehtävät 7.1–7.2.

7.1 Kirjoita uraaniheksafluoridin valmistusprosessin vaiheisiin 3–7 liittyvät reaktioyhtälöt. Lähtöaineiden ja tuotteiden olomuotoja ei tarvitse merkitä. 8 p.

7.2 Uraaniheksafluoridin valmistusprosessin vaiheen 2 lopussa kaikki uraani on vesiliuoksessa uranyylinitraattina $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$. Uranyyli-ioni on heikko happo, ja sen happovakio K_a on $6,31 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Uranyyli-ionin happo-emäsreaktio on:



Laboratoriossa määritettiin uraanirikasteen uraanin määrä. 10,0 g uraanirikastetta liuotettiin typpihappoon. Prosessin vaiheen 2 lopussa liuosta oli 500,0 ml ja sen pH:ksi mitattiin 2,734. Kuinka monta grammaa uraania uraanirikasteessa oli? Tehtävässä oletetaan, että kaikki uraanirikasteen uraaniyhdisteet reagoivat uranyylinitraatiksi typpihappokäsittelyssä. 7 p.

8. Vety-yhdisteiden kiehumispisteet 15 p.

Aineisto

8.A Kuva: Ryhmien 16 ja 17 alkuaineiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet

Kuvassa 8.A on esitetty ryhmien 16 ja 17 joidenkin alkuaineiden muodostamien vety-yhdisteiden kiehumispisteet.

Tutustu aineistoon 8.A ja tee tehtävät 8.1–8.3. Perustele vastauksesi molekyylien rakenteen ja sitoutumisen avulla.

8.1 Selitä, miksi ryhmässä 16 veden kiehumispiste ja ryhmässä 17 vetyfluoridin kiehumispiste ovat huomattavasti korkeammat kuin kyseisen ryhmän muiden alkuaineiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet. **7 p.**

8.2 Selitä, mistä johtuu kiehumispisteiden nousu, kun ryhmissä 16 ja 17 siirrytään alaspäin jakson 3 alkuaineen vety-yhdisteestä jakson 5 alkuaineen vety-yhdisteeseen. **5 p.**

8.3 Selitä, miksi vetyfluoridin kiehumispiste on alhaisempi kuin veden. **3 p.**

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

 Vastaa kahteen tehtävään.

9. Asetyyllisalisyylihapon synteesi ja IR-spektroskopia 20 p.

Aineisto

9.A [Kuva: Synteesikaavio](#)

9.B [Teksti ja kuvat: Mitatut IR-spektrit](#)

9.C [Teksti ja taulukko: Korrelaatiotaulukko](#)

Kaksi opiskelijaa syntetisoi salisyylihaposta ja etikkahappoanhydridistä asetyyllisalisyylihappoa, joka tunnetaan myös nimellä aspiriini. Opiskelijat tutkivat lopputuotetta IR-spektroskopian avulla.

Tutustu aineistoihin [9.A–9.C](#) ja tee tehtävät 9.1–9.3.

9.1 Opiskelijat vertailivat aineistossa [9.B](#) esitettyjä IR-spektrejä ja ihmettelivät, miksi ne erosivat toisistaan niin paljon. He oivalsivat, että toinen opiskelija oli mitannut salisyylihapon IR-spektrin eikä lopputuotteen spektriä. Analysoi spektrejä taulukon [9.C](#) avulla ja päätele, kumpi spektreistä on lähtöaineen ja kumpi lopputuotteen. Perustele vastauksesi spektrien erojen ja samankaltaisuuksien avulla. **8 p.**

9.2 Aineistossa 9.A esitetyssä synteesissä muodostuu sivutuote X. Nimeä X tai esitä sen rakennekaava. Selitä, miten sivutuote X voidaan erottaa päätuotteesta. Perustele vastauksesi. 8 p.

9.3 Salisyylihappo ja asetyylihalisyylihappo esiintyvät kumpikin huoneenlämpötilassa valkoisina kiteinä. Ehdota jokin muu analyysimenetelmä kuin IR-spektroskopia, jolla voitaisiin tunnistaa, kumpi aine on salisyylihappoa ja kumpi asetyylihalisyylihappoa. Perustele vastauksesi. 4 p.

10. Messinkinäytteen kuparipitoisuuden määrittäminen 20 p.

Aineisto

10.A Teksti ja taulukko: Spektrofotometriamenetelmä ja näyteliuoksen N valmistus

10.B Teksti ja kuva: Sähkögravimetriamenetelmä

Messinki on kuparin ja sinkin metalliseos. Sekoitussuhdetta muuttamalla saadaan ominaisuuksiltaan erilaisia messinkejä (kuparia 60–95 massaprosenttia). Messinkiä käytetään muun muassa kolikoissa, ovenkahvoissa, ruuveissa, valaisimissa, soittimissa ja useissa teollisuuden sovelluksissa. Tehtävässä tarkastellaan messinkinäytettä, jonka kuparipitoisuus määritettiin spektrofotometrisesti ja sähkögravimetrisesti.

Tutustu aineistoihin 10.A ja 10.B ja tee tehtävät 10.1–10.3.

10.1 Piirrä aineiston 10.A taulukon perusteella standardisuoran kuvaaja ja määritä sen yhtälö. Laske messinkinäytteen kuparipitoisuus massaprosentteina. 10 p.

10.2 Sähkögravimetristä määrittystä varten dekantterilasiin pipetoitiin tarkasti 50,0 millilitraa näyteliuosta N ja siihen lisättiin tarvittavat reagenssit. Platinakatodin massa ennen elektrolyysiä oli 12,0488 g ja elektrolyysin päätyttyä 12,1279 g. Laske messinkinäytteen kuparipitoisuus massaprosentteina. 6 p.

10.3 Analysoi, mitkä seikat voivat aiheuttaa virheitä tuloksiin, kun näytettä analysoidaan spektrofotometrialla ja elektrogravimetrialla. Tehtävässä oletetaan, että näyteliuoksen N valmistuksessa ei ole virhettä ja että kaikki reagenssit ja välineet ovat puhtaita. 4 p.

11. Organometallit 20 p.

Aineisto

11.A Teksti ja kuva: Organometallien kemiaa

11.B Video: Dietyylisinkin syttyminen

Hiili voi sitoutua yhdisteissään sekä elektronegatiivisten että elektropositiivisten atomien kanssa. Kun hiili sitoutuu metalleihin, muodostuvia yhdisteitä kutsutaan organometalliyhdisteiksi. Monet organometalliyhdisteet ovat erittäin reaktiivisia ja syttyvät ilmassa itsestään tuleen.

Tutustu aineistoihin [11.A](#) ja [11.B](#) ja tee tehtävät 11.1–11.5.

11.1 Kun sinkkiä ja nestemäistä jodietaania kuumennetaan, muodostuu dietyylisinkkiä ja kiinteää sinkkijodidia. Kirjoita reaktioyhtälö olomuotomerkintöjen kanssa. **3 p.**

11.2 Metyyllitium ei hajoa dietyylieetterissä mutta reagoi kiivaasti veden kanssa, jolloin muodostuu metaania ja vapautuu lämpöä. Kirjoita reaktioyhtälö metyyllitiumin ja veden väliselle reaktiolle vesiliuoksessa. Metyyllitiumin olomuotoa ei tarvitse merkitä. **2 p.**

11.3 Kuvaile ja perustele metyyllitiumin poolisuutta ja selitä, millaisia sidoksia metyyllitium muodostaa dietyylieetterimolekyylien kanssa. **4 p.**

11.4 Myös metyyllitiumia voidaan käyttää lähtöaineena linaloolin synteesiin, jolloin reaktio tapahtuu samalla periaatteella kuin kuvassa [11.A](#). Mikä tällöin on toinen lähtöaine? Esitä sen rakennekaava. **4 p.**

11.5 Opiskelija suunnitteli käyttävänsä metyyllitiumia linaloolin synteesiin, mutta hän ehdotti koejärjestelyyn kahta muutosta, jotka hän perusteli seuraavasti:

1. Suojakaasuna käytetään kuivattua ilmaa, jotta kosteuden aiheuttamilta haitoilta välttyään.
2. Reaktio tehdään dietyylieetterin sijaan etanolissa, koska dietyylieetteri on helpommin syttyvä liuotin kuin etanoli.

Miksi hänen ohjaajansa ei antanut lupaa synteesikokeen toteuttamiseen? Perustele, mitä vaaroja opiskelijan esittämiin muutoksiin voi liittyä. **7 p.**

Lähteet

1.6 Lähde: YTL.

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