



Kemia 31.3.2021

Lopulliset hyvän vastauksen piirteet 18.5.2021

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 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 ekvivalenttikohta titrauskäyrässä 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 Millä seuraavista ioneista on jalokaasuatomien elektronirakenne? (2 p.) (monivalintavastaus)

- H^- (2 p.)

1.2 Minkä atomiparin välille muodostuu poolisin sidos? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Na ja I (2 p.)
- O ja H (2 p.) [Tämä vastaus hyväksyttiin myös. Poolisin sidos on todellisuudessa Na ja I välillä, mutta kyseisen sidoksen ioniluonteen takia tehtävä koettiin osin epäselväksi.]

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

- 0,00631 mol/dm³. (2 p.)

1.4 NaOH-liuoksen konsentraatio on 2,00 mol/dm³. Kuinka paljon tätä liuosta tarvitaan, kun valmistetaan 1,00 dm³ NaOH-liuosta, jonka konsentraatio on 0,0500 mol/dm³? (2 p.) (monivalintavastaus)

- 0,0250 dm³ (2 p.)

1.5 Kuinka monta vetyatomia on 3,4 grammassa sakkaroosia C₁₂H₂₂O₁₁? (2 p.) (monivalintavastaus)

- $1,3 \cdot 10^{23}$ kpl (2 p.)

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

- propan-2-oli (2 p.)

1.7 Vaniljan tuoksu syntyy vanilliinista. Vanilliini on funktionaalisten ryhmien perusteella (2 p.) (monivalintavastaus)

- fenoli, eetteri ja aldehydi. (2 p.)

1.8 Magnesiumnitridiä tuotetaan reaktiolla $N_2(g) + 3 Mg(s) \rightarrow Mg_3N_2(s)$

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

- 75 % (2 p.)

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

- reaktionopeus lähtöaineista tuotteiksi pienenee. (2 p.)



1.10 Mikä seuraavista yhdisteistä liukenee parhaiten bensiiniin? (2 p.) (monivalintavastaus)

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ (2 p.)

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

2. Hitsauskaasut (15 p.)

2.1 (12 p.)

Pullossa olevan hapen ainemäärä: (4 p.)

$$pV = nRT \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{O}_2) = pV/RT = (115 \text{ bar} \cdot 50,0 \text{ l}) / ((0,0831451 \text{ (bar} \cdot \text{l})/(\text{mol} \cdot \text{K})) \cdot 298,15 \text{ K}) \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 231,95 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Pullossa olevan asetyleenin ainemäärä: (5 p.)

$$m(\text{asetyleeni}) = 68,1 \text{ kg} - 62,7 \text{ kg} = 5,4 \text{ kg} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$M(\text{asetyleeni}) = 26,036 \text{ g/mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$n = m/M \quad (1 \text{ ip.})$$

$$n(\text{asetyleeni}) = 5400 \text{ g} / 26,036 \text{ g/mol} = 207,41 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Päätely: (3 p.)

Jos kaikki asetyleeni kuluu loppuun, happea on kulunut $1,20 \cdot 207,41 \text{ mol} = 248,89 \text{ mol}$.

Happipullo tyhjenee ensin.

2.2 (3 p.)

Oikeina vastauksina hyväksytään esimerkiksi:

Koska asetyleeni on erittäin helposti syttyvä kaasu, vuototilanteessa se helposti muodostaa räjähtävän seoksen. Siksi tilassa on oltava riittävä ilmanvaihto. (Asetyleeni on ilmaa kevyempää, joten vuototilanteessa se nousee ylöspäin.)

TAI

Lisääntynyt ilman happipitoisuus nopeuttaa palamisreaktiota ja voi aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran. Siksi tilassa on oltava riittävä ilmanvaihto.

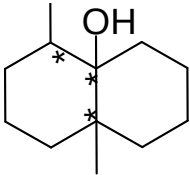
TAI



Kun kaasupullo on pystyasennossa, asetoni on nestemäisenä aineena pullon pohjalla. Jos kaasupulloa säilytetään kyljellään, asetonia voi vapautua pullosta, kun venttiili avataan.

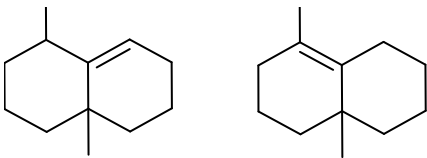
3. Sateen tuoksu (15 p.)

3.1 (3 p.)



1 p./asymmetriakeskus

3.2 (8 p.)



3 p./rakennekaava

Rakenteet ovat toistensa paikkaisomeerejä, koska funktionaalisen ryhmän eli hiiliatomien välisen kaksoissidoksen paikka hiilirungossa vaihtelee.

(2 p.)

3.3 (4 p.)

$$0,001 \text{ ppb} = 1/1\,000\,000\,000\,000 = 1 \cdot 10^{-12}$$

(1 p.)

Kun geosmiinin pitoisuus on 0,001 ppb, 1,0 g geosmiinia on liuennut $1 \cdot 10^{12}$ grammaan vettä.

(1 p.)

$$\rho(\text{vesi}) = 1,0 \text{ g/ml} = m / V$$

(1 p.)

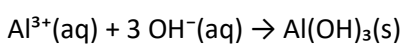
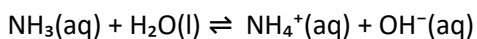
$$V(\text{vesi}) = m / \rho = (1 \cdot 10^{12} \text{ g}) / (1,0 \text{ g/ml}) = 1 \cdot 10^{12} \text{ ml} = 1 \cdot 10^9 \text{ dm}^3$$

(1 p.)

Vastaus: Vettä pitäisi mitata $1 \cdot 10^9$ litraa.

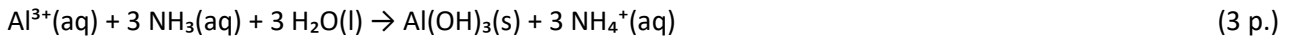
4. Alumiinin määrittäminen (15 p.)

4.1 (5 p.)





Kokonaisreaktio:



(Vastaukseksi riittää myös: $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$.)

- lähtöaineet ja tuotteet, 1 p.
- kertoimet, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein
- olomuotomerkinnät, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein

Käyttämällä ylimäärä ammoniakkia voidaan varmistua siitä, että kaikki alumiini on reagoinut muodostaen alumiinihydroksidia. Väriin muuttuminen keltaiseksi ilmaisee, että liuoksen pH nousee, kun hydroksidi-ioneja jää liuokseen. (2 p.)

4.2 (4 p.)

Metyylipunaisen värimuutoksen pH-alue on noin 4,4–6,0 (Taulukkokokoelma). Kun liuoksen pH-arvo on alhainen, liuos on väriltään punaista, ja kun $\text{pH} > 6$, väri on keltainen.

NH_4Cl :stä tuleva ammoniumioni NH_4^+ on ammoniakkin vastinhappo, joten tämä tekee liuoksesta happaman. (Lisäksi Al^{3+} esiintyy vesiliuoksessa yhdisteenä $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, joka toimii myös happona vesiliuoksessa, kun Al^{3+} -kationiin sitoutunut vesimolekyyli luovuttaa H^+ -ionin.) Tällöin liuos on selvästi hapan, ja liuoksen väri on punainen. (2 p.)

Ammoniakki on emäs, joka tuottaa vesiliuokseen hydroksidi-ioneja ja ammoniumioneja. Kun ammoniakkia lisätään enemmän kuin reaktion toteuttamiseksi on tarpeen, liuokseen jää hydroksidi-ioneja, jotka tekevät liuoksen emäksiseksi, koska hydroksidi-ioni on vahva emäs. Tällöin liuoksen väri on keltainen. (2 p.)

4.3 (2 p.)

Kun liuoksessa on emästä (ammoniakkia) ja sen vastinhappoa (ammoniumionia), muodostuu puskuriliuos, kun näiden konsentraatiot ovat samaa suuruusluokkaa. Puskuriliuoksen pH ei muutu kovin paljon, kun siihen lisätään pieni määrä emästä tai happoa.

4.4 (4 p.)

$$m(\text{alumiininäyte}) = 1,253 \text{ g}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,2872 \text{ g}$$

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 101,96 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m/M = 0,2872 \text{ g} / 101,96 \text{ g/mol} = 0,00281679 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$



$$n(\text{Al}^{3+}) = 2 \cdot n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,00281679 \text{ mol} = 0,00563358 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{Al}^{3+}) = n(\text{Al}^{3+}) \cdot M(\text{Al}^{3+}) = 0,00563358 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} = 0,15199 \text{ g} \quad (1 \text{ p.})$$

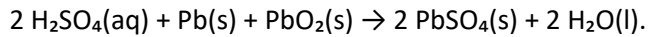
$$m\text{-}\% = m(\text{Al}^{3+})/M(\text{Al}^{3+}) = 0,15199 \text{ g} / 1,253 \text{ g} = 12,13 \text{ \%} \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Alkuperäisen näytteen alumiinipitoisuus oli 12,13 massaprosenttia.

5. Lyijyakku (15 p.)

5.1 (4 p.)

Kun akusta otetaan virtaa, kokonaisreaktio on

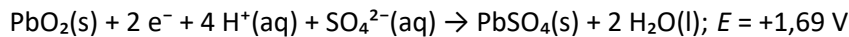


Elektrodireaktiot ovat seuraavat:

Negatiivisella elektrodilla (anodilla) lyijy hapettuu:



Positiivisella elektrodilla (katodilla) lyijyoksidi pelkistyy:



Yhden sähköparin tuottama jännite on näin ollen $E(\text{kok.}) = (1,69 + 0,36) \text{ V} = 2,05 \text{ V}$. (2 p.)

- *jännitearvon etumerkki oltava oikein*

Sähköparien lukumäärä: $12 \text{ V} / 2,05 \text{ V} \approx 6$

Vastaus: Sähköpareja on 6 kpl. (2 p.)

5.2 (7 p.)

Kokonaisvaraus:

$$Q = I \cdot t = 180 \text{ C/s} \cdot 5,5 \text{ s} = 990 \text{ C} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$M(\text{PbO}_2) = 239,2 \text{ g/mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

Yhden elektronimoolin varaus $F = 96\,485 \text{ As/mol} = 96\,485 \text{ C/mol}$

Elektronien kokonaisainemäärä:

$$n(\text{elektronit}) = Q/F = 990 \text{ C} / (96\,485 \text{ C/mol}) = 0,01026066 \text{ mol} \quad (1 \text{ ip.})$$



2 moolia elektroneja pelkistää 1 moolin PbO_2 :a, joten

$$n(\text{PbO}_2) = 0,5 \cdot n(\text{elektronit}) = 0,00513033 \text{ mol.} \quad (2 \text{ ip.})$$

$$m(\text{PbO}_2) = n \cdot M = 0,00513033 \text{ mol} \cdot 239,2 \text{ g/mol} = 1,2272 \text{ g} \approx 1,2 \text{ g}$$

Vastaus: Lyijydioksidia kuluu 1,2 g. (2 p.)

TAI:

$$z = 2 \quad (2 \text{ ip.})$$

- *väärä z-arvo, ei-VSE*

$$n(\text{PbO}_2) = I \cdot t / z \cdot F \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 180 \text{ A} \cdot 5,5 \text{ s} / 2 \cdot 96485 \text{ As/mol} = 0,00513033 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$M(\text{PbO}_2) = 239,2 \text{ g/mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

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

$$= 0,00513033 \text{ mol} \cdot 239,2 \text{ g/mol} = 1,2 \text{ g} \quad (1 \text{ p.})$$

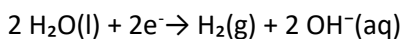
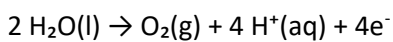
5.3 (4 p.)

Elektrolyysissä vesi hajoaa vedyksi ja hapeksi.



- *lähtöaineet ja tuotteet, 1 p.*
- *kertoimet, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein*
- *olomuodot, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein*

Hyväksytään myös osareaktiot: positiivisilla elektrodeilla muodostuu happea ja negatiivisilla elektrodeilla muodostuu vetyä.



Vapautuva vetykaasu on helposti syttyvää, jolloin räjähdysvaara kasvaa. (1 p.)



6. Platinan liukeneminen kuningasveteen (15 p.)

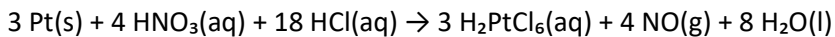
6.1 (7 p.)

Hapetusluvut: (3 p.)

Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapettuminen/ pelkistyminen
Pt	0	4	hapettuu
N	5	2	pelkistyy

- Pt hapettuu, N pelkistyy, 1 p.
- Pt:n hapetuslukujen muutos, 1 p.
- N:n hapetuslukujen muutos, 1 p.

Reaktioyhtälö: (4 p.)



- lähtöaineet ja tuotteet, 1 ip.
- kertoimet, 2 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein
- olomuodot, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein

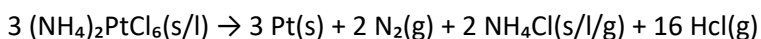
6.2 (8 p.)

Hapetusluvut: (3 p.)

Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapettuminen/ pelkistyminen
Pt	4	0	pelkistyy
N	-3	0 (N ₂)	hapettuu

- Pt pelkistyy, N hapettuu, 1 p.
- Pt:n hapetuslukujen muutos, 1 p.
- N:n hapetuslukujen muutos, 1 p.

Reaktioyhtälö: (5 p.)



- lähtöaineet ja tuotteet, 2 ip.



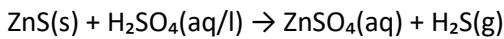
- *kertoimet, 2 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein*
- *olomuodot, 1 sp., edellyttäen, että lähtöaineet ja tuotteet ovat oikein*

7. Sinkin tuotanto (15 p.)

7.1 (4 p.)



7.2 (2 p.)



Reaktiossa muodostuu suuri määrä erittäin myrkyllistä kaasumaista vetysulfidia H_2S .

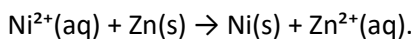
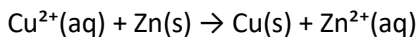
Siksi teollisessa tuotannossa olisi turvallisuusriskejä.

- *H_2S :n maininta, 1 p.*
- *H_2S :n haitallisuus kytketty kaasumaisuuteen/syttyvyyteen/myrkyllisyyteen, 1 p.*

7.3 (3 p.)

Kupari ja nikkeli ovat sinkkiä jalompia metalleja, (1 p.)

joten sinkki pelkistää Cu^{2+} - ja Ni^{2+} -**ionit** metalliseksi kupariksi ja nikkeliksi: (1 p.)



Kupari on nikkeliä jalompi metalli, eli sillä on suurempi pelkistymispotentiaali. (1 p.)

(Siksi kupari saostuu ennen nikkeliä.)

7.4 (6 p.)

Rikkidioksidin rikin ja hapen välinen sidos on poolinen, koska rikki- ja happiatomien välinen elektronegatiivisuusero on 1,0. Rikkidioksidi on lisäksi V-kirjaimen muotoinen, joten se on dipoli. (1 p.)

Siten rikkidioksidimolekyylien välillä on **dipoli-dipolisidoksia**. (1 p.)

Rikkihappo on poolinen yhdiste, joka voi muodostaa **vetysidoksia** (1 p.)

OH-ryhmän vetyatomien ja toisen rikkihappomolekyylin happiatomien välille. (1 p.)

Nämä **vetysidokset ovat kokonaisuutena vahvempia kuin dipoli-dipolisidokset**, (1 p.)

jolloin rikkihapon kiehumispiste on korkeampi kuin rikkidioksidilla. (1 p.)



8. Kaliumhypokloriitin valmistus (15 p.)

8.1 (5 p.)

$$V(\text{KOH}) = 2,00 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{KOH}) = 1,00 \text{ mol/l}$$

$$T = 298,15 \text{ K (25,0 } ^\circ\text{C)}$$

$$p = 101,325 \text{ kPa} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$n(\text{KOH}) = V(\text{KOH}) \cdot c(\text{KOH}) = 2,00 \text{ l} \cdot 1,00 \text{ mol/l} = 2,00 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Reaktioyhtälön kertoimista voidaan päätellä, että

$$n(\text{Cl}_2) = 0,5 \cdot n(\text{KOH}) = 0,5 \cdot 2,00 \text{ mol} = 1,00 \text{ mol}. \quad (1 \text{ p.})$$

$$pV = nRT \quad (1 \text{ ip.})$$

$$V = nRT / p = (1,00 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \cdot 298,15 \text{ K}) / 101\,325 \text{ Pa}$$

$$= 0,0244655 \text{ m}^3 \approx 24,5 \text{ dm}^3 \quad (2 \text{ p.})$$

Vastaus: Klooria täytyy johtaa liuokseen $24,5 \text{ dm}^3$.

8.2 (10 p.)

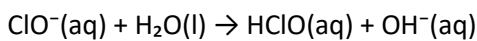
$$K_a = 2,95 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

$$K_b = K_w / K_a = (1,008 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/l)}^2) / (2,95 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}) = 3,4169 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ ip.})$$

Reaktioyhtälön kertoimista voidaan päätellä, että

$$c(\text{ClO}^-) = c(\text{KClO}) = c(\text{KOH, alussa})/2 = (1,00 \text{ mol/l}) / 2 = 0,50 \text{ mol/l}. \quad (2 \text{ p.})$$



	ClO^-	HClO	OH^-
Alussa (mol/l)	0,50	0	0
Muutos (mol/l)	-x	+x	+x
Lopussa (mol/l)	$0,50 - x$	x	x

(2 ip.)



$$K_b = [\text{HClO}] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{ClO}^-] = x \cdot x / (0,50 - x) \quad (1 \text{ p.})$$

$$x^2 + K_b \cdot x - 0,50 \cdot K_b = 0$$

$$x = 4,13166 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l tai } -4,13508 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Hylätään negatiivinen juuri, koska konsentraatio ei voi olla negatiivinen. (1 p.)

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 14,00 + \lg [\text{OH}^-] = 14,00 + \lg (4,13166 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l})$$

$$= 10,6161 \approx 10,62 \quad (2 \text{ p.})$$

Vastaus: Syntyneen liuoksen pH on 10,62.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

9. Sitruunahappokierron reaktioita (20 p.)

9.1 (9 p.)

Katkeavat sidokset: H-O (vesi) ja C=C (fumaraatti)

Muodostuvat sidokset: (S)-malaatin C-C, C-O ja C-H (5 p.)

$$\Delta H = (463+612-348-360-412) \text{ kJ/mol} = -45 \text{ kJ/mol} \quad (4 \text{ p.})$$

Vastaus: Fumaraasin katalysoiman reaktion entalpiamuutos on -45 kJ/mol (tai -45 kJ).

Pisteitys:

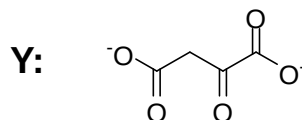
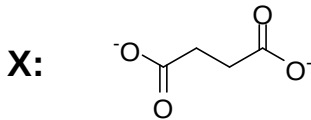
- *fumaraatin katkeavat sidokset, 1 ip.*
- *veden katkeava sidos, 1 ip.*
- *sidosenergiat edellisistä, 1 p.*
- *(S)-malaatin muodostuvat sidokset, 1 ip.*
- *(S)-malaatin sidosenergiat, 1 p.*

Jos joku sidos/jotkut sidokset puuttuvat kokonaan tai jos väärää sidoksia katkeaa/muodostuu, ei-VSE reaktioentalpian laskusuuteen.



- Periaate, että sidosten katkeaminen on endoterminen ja muodostuminen eksoterminen tapahtuma (voi käydä ilmi laskusta), 2 ip.
- Reaktioentalpian laskeminen, 1 p.
- Tulos ja yksikkö, 1 p.

9.2 (6 p.)



Pisteitys: rakennekaavat 3+3 p.

9.3 (5 p.)

$$K = \frac{[(S)\text{-malaatti}]}{[\text{fumaraatti}]} = 3,8$$

$$3,8 = \frac{(1 - x)}{x}$$

$$x = 0,20833 \rightarrow 21 \%$$

Fumaraatista oli jäljellä dynaamisessa tasapainotilassa 21 %.

(2 p.)

(S)-malaatti on lähtöaine seuraavassa reaktiossa, jossa muodostuu tuote Y.

(1 p.)

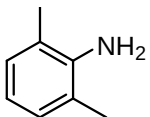
Y puolestaan reagoi sitraatiksi sitraattisyntaasin katalysoimassa reaktiossa. Tämä reaktio on käytännössä **palautumaton/yksisuuntainen**.

(1 p.)

Siten fumaraasin katalysoiman reaktion tasapainoasema siirtyy tuotteiden puolelle, kun lopputuote (S)-malaatti kuluu kierron seuraavissa reaktioissa. Tämän seurauksena kaikki fumaraatti kuluu lopulta loppuun. (1 p.)

10. Paikallispuudutteen valmistus (20 p.)

10.1 (4 p.)



P



10.2 (6 p.)

Kerrokset eivät sekoitu toisiinsa, koska heptaani on lähes poolitonta ja vesi on hyvin poolinen liuotin.

Vesimolekyylit sitoutuvat toisiinsa vetysidoksilla, mutta vesimolekyylit eivät voi muodostaa niitä heptaanimolekyylien kanssa. (2 p.)

Vaiheen I reaktiotuote **R** liukenee parhaiten heptaaniin, koska **R**:n molekyylit sisältävät sekä poolisia että poolittomia osia, ja poolittomat osat ovat suhteellisen suuria. (2 p.)

Vaiheen I reaktiotuote NaCl liukenee parhaiten veteen, koska NaCl on ionirakenteinen yhdiste. (2 p.)

10.3 (4 p.)

Yhdisteistä **R** ja **S** tulee eri kohtiin piikit tai täplät riippuen käytetystä kromatografiomenetelmästä.

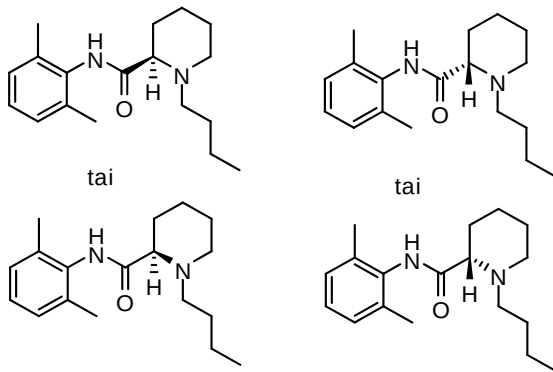
Kromatografiassa aineet voidaan tunnistaa käyttämällä yhdisteitä **R** ja **S** vertailunäytteinä. (2 p.)

¹H NMR-spektroskopiassa yhdisteet voidaan tunnistaa vertailunäytteiden spektrien perusteella.

Epäpuhtauksista peräisin olevat piikit näkyvät hieman eri kemiallisen siirtymän alueella spektrissä kuin puhtaan bupivakaiinin piikit. (2 p.)

10.4 (6 p.)

Hyväksyttäviä rakenteita ovat esimerkiksi: (3 p.)



Eri stereoisomeerit ovat keskenään enantiomeerejä (peilikuvaisomeerejä, optisia isomeerejä). (1 p.)

Ne voivat sitoutua reseptoriin eri tavoin, (1 sp.)

- *sidottu piste oikeaan isomeriaan*

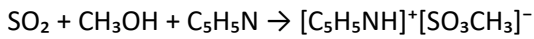
koska reseptorin/kohdeproteiinin sitoutumiskohdalla on täsmällinen kolmiulotteinen rakenne ja molekyylin eri enantiomeerit eivät sovi reseptoriin yhtä hyvin. (1 p.)



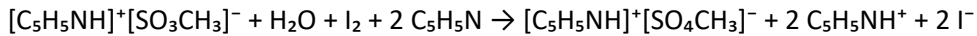
11. Vesipitoisuuden määrittäminen (20 p.)

11.1 (17 p.)

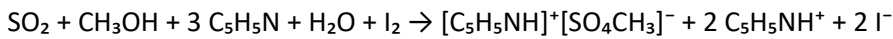
Liuoksen valmistuksen yhteydessä tapahtuu reaktio:



Titratessa tapahtuu reaktio:



Kokonaisreaktio:



Lähtöaineiden molisuhteet = 1 : 1 : 3 : 1 : 1, eli vesimolekyyliä kohden tarvitaan yksi rikkidioksidimolekyyli, yksi metanolimolekyyli, kolme pyridiinimolekyyliä ja yksi jodimolekyyli.

$$n(\text{I}_2) = m/M = 254 \text{ g} / (253,8 \text{ g/mol}) = 1,0008 \text{ mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$n(\text{SO}_2) = m/M = 192 \text{ g} / (64,07 \text{ g/mol}) = 2,9967 \text{ mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$n(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}) = m/M = 790 \text{ g} / (79,10 \text{ g/mol}) = 9,9874 \text{ mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

Titrauksessa jodista tulee rajoittava tekijä. Rikkidioksidia riittäisi 1,0008 mol, pyridiiniä $3 \cdot 1,0008 \text{ mol}$, ja metanoli on liuottimena. Siten muita aineita on ylimäärin. (4 p.)

- *väärä rajoittava tekijä, ei-VSE*

Titrausliuoksen jodikonsentraatio

$$c(\text{I}_2) = n/V = 1,0008 \text{ mol} / 5,00 \text{ l} = 0,20016 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

Millilitraa kohden

$$n(\text{I}_2) = c \cdot V = 0,20016 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Reaktioyhtälöstä nähdään, että

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{I}_2) = 0,20016 \cdot 10^{-3} \text{ mol.} \quad (1 \text{ p.})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,20016 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 3,6060 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 3,61 \text{ mg} \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Titrausliuoksen vesiekvivalenttisarvo on 3,61 mg/ml. (1 p.)



A:n titraustulosten keskiarvo = 1,63 ml (1 ip.)

B:n titraustulosten keskiarvo = 1,44 ml (1 ip.)

Öljyn A vesipitoisuus:

$$1,63 \text{ ml} \cdot (3,6060 \text{ mg/ml}) / 10\,000 \text{ mg} \cdot 100 \% = 0,058778 \% = 0,0588 \%$$

Öljyn B vesipitoisuus:

$$1,44 \text{ ml} \cdot (3,6060 \text{ mg/ml}) / 10\,000 \text{ mg} \cdot 100 \% = 0,051926 \% = 0,0519 \% \quad (3 \text{ p.})$$

Vastaus: Öljyn A vesipitoisuus oli 0,0588 % ja öljyn B 0,0519 %.

11.2 (3 p.)

Titrausliuos reagoi herkästi veden kanssa. Ilman kosteus ja muut mahdolliset vesikontaminaatiot pienentävät reagoivan aineen pitoisuutta titrausliuoksessa.