



Kemia 31.3.2021 Alustavat hyvän vastauksen piirteet

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 kypsytyksen. 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 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 epätasällisesta kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.

MAOLin ohjeita alustavan arvioinnin tueksi keväällä 2021

Punaisella kirjoitetut kommentit ovat MAOLin pisteytysryhmän tekemiä lisäyksiä ja tarkennuksia. 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.

Arvostelupalvelun käyttöohje (kirjautumisohteet, pankkitunnistautuminen):

<https://www.ylioppilastutkinto.fi/arvostelupalvelun-kayttoohje-opettajille>

Vinkki korjaukseen: ruudun jakaminen (vedä hiirellä avattu ikkuna toiseen laitaan → jakaa ruudun kahtia (avaa toisen ikkunan toisesta ohjelmasta)

Tehtävä arvostellaan tehtäväkohtaisten kriteerien mukaisesti. Lähtökohtana ovat vastauksen ansiot, joista kertyy pisteitä.

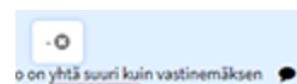
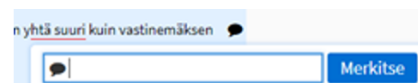
Opettajan alustavan arvioinnin merkinnöistä:

- Jos vastauksessa on virhe keskeisessä kemiallisessa periaatteessa, pisteiden kertyminen päättyy (ei-VSE), (ruotsiksi ej-FF).
- Jos virhe ei päättää pisteiden kertymistä, virheen siirtyminen eteenpäin hyväksytään (VSE), ruotsiksi felet fortplantas (FF)
- Virheellisen lukuarvon ensimmäinen esiintyminen merkitään. Jos loppuosa laskusta on periaatteeltaan oikea ja virheen siirtyminen eteenpäin voidaan hyväksyä, muita lukuja ei merkitä erikseen, vaan kirjataan VSE.
- Virheelliset kohdat maalataan tai alleiviivataan. Jos halutaan vain merkitä virheellinen kohta, painetaan ”merkitse”. Jos halutaan kommentoida tai selventää virhettä, kirjoitetaan kommenttilaatikkoon ja painetaan sitten ”merkitse”.

Kommentteja voivat olla:

kopiointivirhe, merkkivirhe, pyöristysvirhe, olomuotovirhe ja perustelut puuttuvat. Lisäksi esim. yksikkö puuttuu, väärinpäin (esim. anodi/katodi), numerotarkkuus (NT), ruotsiksi siffernoggrannhet (SN). Kommenttikenttään voidaan kirjata lyhyt selitys tai laskutoimitus opiskelijan suorituksessa havaitusta virhenäppäilystä. Hyvän vastauksen piirteistä voidaan poimia kommentteja virheisiin.

- Esseevastauksen ansioita ja puutteita voidaan merkitä ”+” ja ”-” –symboleilla.
- Kommentti ja merkintä voidaan poistaa rastista. Rasti ilmestyy, kun kursori on valitun kohdan päällä.



Opiskelija voi tuottaa ratkaisun eri ohjelmia käyttämällä. Eri ohjelmilla tuotetut selkeät ja yksiselitteiset ratkaisut hyväksytään.

Yleisiä ohjeita ja esimerkkejä arviointityön tueksi

Laskennalliset tehtävät:

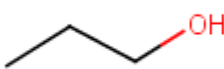
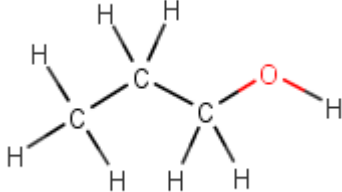
Lausekkeiden ja suureyhtälöiden muodostaminen ja ratkaiseminen	
Epäselvä ratkaisu <ul style="list-style-type: none">- ratkaisua on vaikea hahmottaa- oleellisia vaiheita puuttuu- esim. oleelliset reaktioyhtälöt ja perustelut puuttuvat, vaikka laskennallinen tulos on oikein- esim. rajoittavaa tekijää ei ole perusteltu, vaikka oikeaa rajoittavaa tekijää käytetään laskuissa	Pisteytysohjeen mukaisesti
Karkeat virheet <ul style="list-style-type: none">- virhe keskeisessä kemiallisessa periaatteessa- esim. virheellinen reaktioyhtälö laskun lähtökohtana (HUOM! alkupään perustehtävissä voi esiintyä poikkeuksia)- esim. reaktioyhtälöiden kertoimien huomioiminen puuttuu tai kertoimet väärin- esim. väärä z-arvo sähkökemian tehtävissä- esim. alkukonsentraatioiden käyttäminen tasapainolausekkeessa, tasapainolausekkeessa väärät potenssit, happovakion käyttäminen emäsvakiona, pK_a-arvon käyttäminen K_a-arvona- esim. virhe, joka johtaa väärään yksikköön, väärään lausekkeeseen tai muuten epämielikkääseen tulokseen	ei-VSE eli pisteiden kertyminen päättyy
Merkittävät virheet <ul style="list-style-type: none">- yksikönmuunnosten virheet- kemiallisten kaavojen ala- ja yläindeksejä ei ole merkitty reaktioyhtälöissä, esim. $CaSO_4$ tai $CuSO_4$ tai $Ca^{(2+)}$- välivaiheessa tapahtuva puute tai virhe, joka johtaa oikeaan tai mielekkääseen tulokseen- esim. NTP-olosuhteet tulkittu väärin $t = 25\text{ °C}$- esim. tasapainotehtävissä on käytetty approksimaatiota ilman perustelua- esim. kemiallisen kaavan purkamisvirhe moolimassa laskettaessa $M(Ca(NO_3)_2) = M(CaNO_6)$- esim. pieni virhe, joka helpottaa oleellisesti tehtävää- esim. aiemmin tehty pieni virhe ainemäärässä helpottaa rajoittavan tekijän päättelyä tai tuotteen määrän laskemista (pistemenetys yhteensä -1 p. ja -2 p.)- esim. pieni virhe muuttaa vastauksen suuruutta, jolloin johtopäätös muuttuu oleellisesti (pistemenetys -1 p. ja -2 p.)	VSE , jos osuus on erikseen pisteytetty, kyseisen pisteytetyn osuuden menetys tai - 2 p.

<p>Pienet virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - pienet merkintä-, pyöristys-, näppäily- ja kopioimisvirheet, jotka vaikuttavat vähän tulokseen - esim. 1,012 mol = 1,021 mol - esim. toisen asteen yhtälön ratkaisusta puuttuu toinen juuri kokonaan - esim. laskettu oikein, mutta matemaattisesti virheellinen lauseke, esim. $2x = 6 = x = 3$ - esim. kopiointivirhe kirjallisuusarvossa $F = 95\,485\text{ C/mol}$ - esim. merkintävirhe $n(\text{Cl}) = 0,50\text{ mol}$, vaikka tarkoitetaan kloorikaasun ainemäärää ja jatko on oikein - esim. matemaattinen virhe loppuvaiheessa $3x = 9$ josta ratkaistu $x = 2$ - esim. $125000\text{ g}/159,7\text{ g/mol}=156,544\text{ mol}$ (po. 782,718 mol; mielekäs suuruusluokka) 	<p>VSE, -1 p./virhe</p>
<p>Mitättömät virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - tehtävän kannalta triviaalista laskusta on pelkkä tulos näkyvässä - esim. tavallinen $n = m/M$ -lasku loppupään vaativassa tehtävässä - puutteellinen numerotarkkuus välivaiheessa, jos se ei vaikuta lopputulokseen - esim. laskussa 1,00 - x merkitty 1 - x - esim. välivaiheeseen on kirjattu puutteellinen numerotarkkuus, mutta laskuissa on käytetty laskimen tarkempaa arvoa - siirtovirheet, jotka eivät vaikuta tulokseen - esim. yksikkö oikein laskuissa, mutta puuttuu vastausriviltä 	<p>-0 p. eli ei pistevähennyksiä</p>
<p>Merkinnät, välitulokset ja lopputulos</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - sieventämätön suureyhtälö on ratkaistu laskimella ilman perusteluja - lukuarvosijoituksia puuttuu lausekkeista - suureyhtälö ilmenee selkeästi lukuarvojen ja yksiköiden sijoittamisesta. 	<p>jos ratkaisu on muuten ymmärrettävä ja virheetön, ei pistevähennyksiä</p>
<p>Lopputuloksen yksikkö on väärin tai puuttuu. Yhtälöt voidaan ratkaista ilman yksiköitä, kunhan tehtävästä käy ilmi, miten lopputuloksen yksikköön päädytään, esimerkiksi erillisen yksikkötarkastelun avulla.</p>	<p>-2 p jos tehtävässä on laskennallisuutta vähintään 8 p. Muuten -1 p./tehtävä</p>
<p>Lopputuloksen numerotarkkuus ei vastaa tehtävänantoa. (Pieni vaihteluväli hyväksytään tehtäväkohtaisesti, yleensä yksi merkitsevä numero enemmän hyväksytään.)</p>	<p>-1 p./tehtävä</p>
<p>Liikaa pyöristettyjä välituloksia on käytetty laskuissa siten, että lopputulos muuttuu. Lopputuloksessa virheellinen eksponenttimerkintä, esim. 1.6 E-5 mol.</p>	<p>-1 p./tehtävä</p>

Graafinen esitys

Karkeat virheet - oleelliset osat kuvaajasta on piirretty siten, että jatkaminen ei ole mielekäästä tai mahdollista	ei-VSE eli pisteiden kertyminen päättyy
Merkittävät virheet - virheitä akselin jakovälissä, mutta jatkaminen on mielekäästä ja mahdollista	VSE , jos osuus on erikseen pisteytetty, kyseisen pisteytetyn osuuden menetys tai -2 p.
Puutteita tai virheitä: - akselit väärinpäin verrattuna tehtävänantoon - akselien otsikoinnissa puutteita - kulmakerroin on määritetty liian epätarkasti - graafinen esitys on tehty huolimattomasti tai epätarkasti - yksi mittapiste väärässä paikassa, mutta jatkaminen on mielekäästä ja mahdollista	VSE -1 p./virhe tai pisteytysohjeen mukaan

Orgaaniset tehtävät

Esimerkkejä erilaisista vaihtoehtoisista rakennekaavojen esittämistavoista:	
 <chem>CH3CH2CH2OH</chem>	
Karkeat virheet - tehtävän kannalta keskeisessä osassa rakennekaavaa on virhe - esim. tarkasteltavasta funktionaalisesta ryhmästä puuttuu vety - atomista lähtee väärä määrä sidoksia (ei koske yksittäistä vedyn puuttumista hiiliketjusta) - esim. propanoni, jossa 5 sidosta hiilestä - esim. jos annettu rakennekaavan sijaan molekyylikaava tai annettu kaava ei ole yksiselitteinen, esim. C_4H_9OH voi tarkoittaa eri alkoholeja - virheet tehtävän kannalta keskeisten käsitteiden hallinnassa - virheellinen kiraliakeskus tunnistettu	ei-VSE eli pisteiden kertyminen päättyy

<p>Merkittävät virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennekaavasta (muut kuin viivakaavat) puuttuvat kaikki vedyt hiilistä - oikea funktionaalinen ryhmä on väärässä paikassa siten, että tehtävän jatkaminen on mahdollista - rakenne ei ole yksiselitteinen, mutta tehtävän jatkaminen on mahdollista esim. C_4H_9OH 	<p>VSE</p> <p>jos osuus on erikseen pisteytetty, kyseisen pisteytetyn osuuden menetys tai -2 p.</p>
<p>Pienet virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennekaavasta puuttuu yksittäinen tai yksittäisiä vetyjä hiilistä (muut kuin viivakaavat) - orgaaniseen suolaan on merkitty kovalenttinen sidos ionien välille - orgaanisessa rakennekaavassa funktionaalinen ryhmä on merkitty sitoutumaan väärinpäin esim. $OHCH_2CH_3$ - kaavasta puuttuu varaus esim. $R-NH_3$ tai $R-COO$ - tehtävän kannalta epäoleellisessa kohdassa yhdisteen hiilirungossa on yksi hiili liikaa tai liian vähän tai hiilirunko ei ole yksiselitteinen esim. C_3H_7-sivuryhmä - nimessä hiiliatomien numerointi on väärin 	<p>VSE</p> <p>-1 p./virhetyyppi</p>
<p>Mitättömät virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - nimessä väliviivan puuttuminen - nimessä sivuryhmät väärässä järjestyksessä 	<p>-0 p. eli ei pistevähennyksiä</p>

Muita esimerkkejä

<p>Ristiriita</p> <ul style="list-style-type: none"> -tehtävään on annettu oikea ja väärä vastaus (ei koske kopiointivirheitä) -esim. tarkkelys koostuu glukoosista ja fruktoosista -tehtävästä ei ilmene oikea vastaus -esim. vedessä on vetysidos vedyn ja hapen välillä (viitataan kovalenttiseen vai vetysidokseen) 	<p>0 p. kyseisestä osuudesta eli kaikkien pisteiden menetys</p>
<p>Pienet puutteet ja virheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - tehtävässä pyydetyn reaktioyhtälön kertoimet ovat monikertaiset tai murtoluvut - tehtävässä pyydetystä epäorgaanisesta reaktioyhtälöstä puuttuu olomuoto tai olomuodot - atomien tai yhdisteiden inhimillistäminen (atomi haluaa), jos virhe on oleellinen tehtävänannon kannalta - oikean vastauksen lisäksi tehtävänantoon liittyvässä asiassa on virheellinen kuvaus esim. lumen ja jään rakenne selitetty oikein, mutta vedessä "ei ole vetovoimia" - kemiallisessa kaavassa virheellisesti isoja tai pieniä kirjaimia, esim. CL 	<p>-1 p. / virhetyyppi</p>

Mitättömät puutteet ja virheet <ul style="list-style-type: none">- yksittäinen kirjoitusvirhe käsitteessä- kielelliset epätarkkuudet, mutta asiasta saa selvää- hapettumis- tai pelkistymisosareaktioista puuttuu olomuodot- tehtävänantoon kuulumattomassa asiassa on virhe, esim. yhdiste nimetty väärin vaikka nimeämistä ei edellytetä- reaktioyhtälössä on kaksoisnuoli yksöisnuolen tilalla tai päinvastoin	-0 p./virhetyyppi
--	-------------------

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.)

1.3 Analyysiväällä 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 $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2(\text{s})$

Eräessä 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)

- CH₃CH₂OCH₂CH₃ (2 p.)

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

2. Hitsauskaasut (15 p.)

2.1 (12 p.)

Pullossa olevan hapen ainemäärä: (4 p.)

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

$$n(\text{O}_2) = pV/RT \quad (1 \text{ p.})$$

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

$$= 231,95 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

- Vastauksesta puuttuu yksikkö, muuten oikein, -1 p.

Pullossa olevan asetyleenin ainemäärä: (5 p.)

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

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

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

$$n(\text{asetyleeni}) = 5400 \text{ g} / 26,036 \text{ g/mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 207,41 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

- Vastauksesta puuttuu yksikkö, muuten oikein, -1 p.

Päätely: (3 p.)

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

(2 p.)

Koska happea on vain 231,95 mol eikä 248,89 mol, happi on siis rajoittava tekijä.

Happipullo tyhjenee ensin.

(1 p.)

TAI

Lasketaan määritettyjen ainemäärien suhde $n(\text{O}_2)/n(\text{asetyleeni})$, joka on noin 1,118:1,00, mistä voidaan päätellä happea olevan liian vähän

TAI

Lasketaan hapen määrää ja annettua suhdetta vastaava asetyleenin määrä (193,29 mol), joten asetyleeniä on suhteessa liikaa ja siten happi rajoittava tekijä.

- Osattu tulkita, että happipullo tyhjenee ensin.

- Jos suhdetta (1,20:1) ei huomioitu, max 9 p.

2.2 (3 p.)

Perusteltu yksi turvallisuusohje yhdelle kaasulle:

(3 p.)

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

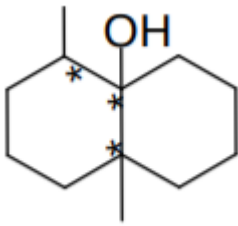
Lisääntynyt ilman happipitoisuus nopeuttaa palamisreaktiota ja voi aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran. Siksi tilassa on oltava riittävä ilmanvaihto.

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.)

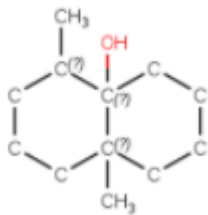
3.1 (3 p.)



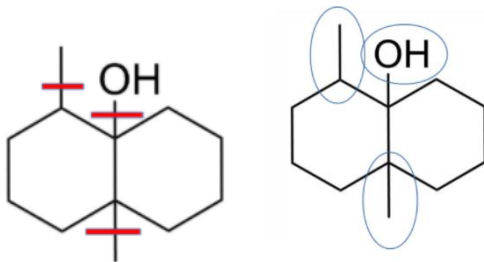
Merkitty rakennaavaan asymmetriset hiiliatomit: 3 x 1 p./asymmetriakeskus

(3 p.)

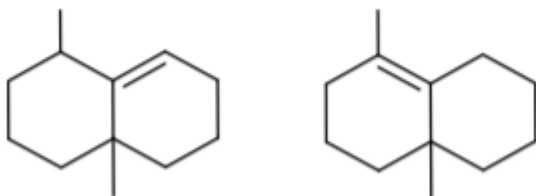
- Tähdien lisäksi hiilet voi merkitä muulla tavoin
 - Rakennaavojen erilaiset yksiselitteiset esitystavat hyväksytään
 - ylimääräisiä asymmetriakeskuksia, 0 p.
 - Jos vedyt puuttuvat rakennaavasta, poikkeuksellisesti tässä kohdassa hyväksytään, -0 p.
- esim.



- Esimerkkejä vääristä vastauksista:



3.2 (8 p.)



3 p./rakennaava

(6 p.)

- Rakennaavojen erilaiset yksiselitteiset esitystavat hyväksytään
- Vedyt puuttuvat rakennaavasta/rakennaavoista, - 2 p.

- Jos metyyliryhmiä puuttuu, 0 p./rakenne
- Jos ylimääräisiä reaktiotuotteita, väärä kumooa oikean

Rakenteet ovat toistensa paikkaisomeerejä, (1 p.)

koska funktionaalisen ryhmän eli hiiliatomien välisen kaksoissidoksen paikka hiilirungossa vaihtelee.

(1 p.)

- Muut isomerialajit, esim. metyyliryhmien sijainti cis/trans, eivät vastaa kysymykseen. Veden lohkeaminen ei muuta metyyliryhmien asemaa toisiinsa nähden. 0 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.)

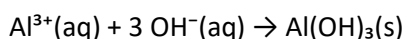
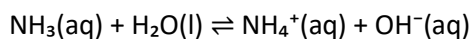
$V(\text{vesi}) = m / \rho = (1 \cdot 10^{12} \text{ g}) / (1,0 \text{ g/ml}) = 1 \cdot 10^{12} \text{ ml} = 1 \cdot 10^9 \text{ dm}^3$

Vastaus: Vettä pitäisi mitata $1 \cdot 10^9$ litraa (1,0 · 10⁹ litraa). (1 p.)

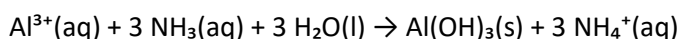
- Tehtävän ratkaiseminen solve-toiminnolla hyväksytään

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 p.)

Olomuotomerkinnot (1 p.)

Käyttämällä ylimäärä ammoniakkia voidaan varmistua siitä, että kaikki alumiini on reagoinut muodostaen alumiinihydroksidia. (1 p.)

Väriin muuttuminen keltaiseksi ilmaisee, että liuoksen pH nousee, kun hydroksidi-ioneja jää liuokseen. (1 p.)

4.2 (4 p.)

Metyylipunaisen värinmuutoksen 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.

Liuoksen väri on alussa punainen (1 p.)

Koska NH_4Cl :stä tuleva **ammoniumioni NH_4^+** on ammoniakkin vastinhappo, joten tämä tekee liuoksesta **happaman**. (1 p.)

(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./ Al^{3+} -ionin happovakio on suurempi kuin veden, joten se toimii vedessä happona).

Liuoksen väri on saostumisen jälkeen keltainen. (1 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. (1 p.)

4.3 (2 p.)

Muodostuu puskuriliuos / liuos jonka pH ei muutu kovin paljon, kun siihen lisätään pieni määrä emästä tai happoa. (1 p.)

Liuoksessa on emästä (ammoniakkia) ja sen vastinhappoa (ammoniumionia) (1 p.)
ja kun näiden konsentraatiot ovat samaa suuruusluokkaa.

4.4 (4 p.)

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

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

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

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

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

- *Ainemääräsuhde väärin, ei-VSE*

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

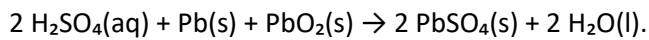
$$m\% = m(\text{Al}^{3+})/M(\text{Al}^{3+}) = 0,15199 \text{ g} / 1,253 \text{ g} = 12,130 \% = 12,13 \% \quad (12,1 \%) \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Alkuperäisen näytteen alumiinipitoisuus oli 12,13 massaprosenttia.

5. Lyijyakku (15 p.)

5.1 (4 p.)

Kun akusta otetaan virtaa, kokonaisreaktio on

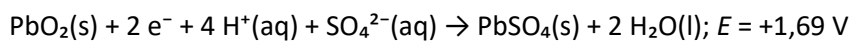


Elektrodireaktiot ovat seuraavat:

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.)

- *Reaktioyhtälöitä ei vaadita*

- *Laskettu $1,69 \text{ V} + (-0,36 \text{ V}) = 1,33 \text{ V}$, 0 p.*

Sähköparien lukumäärä: $12 \text{ V} / 2,05 \text{ V} = 5,8537$ (1 p.)

≈ 6

Vastaus: Sähköpareja on 6 kpl. (1 p.)

- *Laskettu lataamisen kokonaisreaktion potentiaali (-2,05 V), vastattu oikein, 2 p.*

5.2 (7 p.)

Kokonaisvaraus:

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

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

Elektronien kokonaisainemäärä:

$$n(\text{elektronit}) = Q/F = 990 \text{ C} / (96\,485 \text{ C/mol}) = 0,01026066 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

2 moolia elektroneja pelkistää 1 moolin PbO_2 :a, joten

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

- *Ainemääräsuhte väärin, karkea virhe – ei VSE*

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

Vastaus: Lyijydioksidia kuluu 1,2 g (1,23 g) (2 p.)

TAI:

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

$$m(\text{PbO}_2) = n \cdot M \quad \text{Tai } m = ItM/zF \quad (1 \text{ p.})$$

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

$$z = 2 \quad (3 \text{ p.})$$

- Jos väärä z, karkea virhe – ei VSE

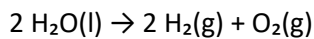
$$n(\text{PbO}_2) = 180 \text{ A} \cdot 5,5 \text{ s} / (2 \cdot 96485 \text{ As/mol}) = 0,00513033 \text{ mol}$$

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

$$= 1,2 \text{ g} \quad (1,23 \text{ g}) \quad (1 \text{ p.})$$

5.3 (4 p.)

Elektrolyysissä vesi hajoaa vedyksi ja hapeksi.

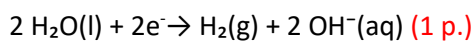
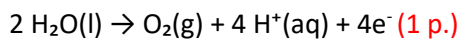


Lähtöaineet ja tuotteet (1 p.)

Kertoimet (1 sp.)

- Olomuotomerkintöjä puuttuu tai väärin - 1 p.

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



- Hyväksytään, jos kertoimet moninkertaiset tai esim. $6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{ H}_2(\text{g}) + 4 \text{ OH}^-(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}^+(\text{aq})$

Vapautuva vetykaasu on helposti syttyvää, (1 p.)

jolloin räjähdysvaara kasvaa. (1 p.)

- Mainittu paineen kasvaminen, kaasujen/akun räjähtäminen, mutta ei vetyä, 1 p.

6. Platinan liukeneminen kuningasveten (15 p.)

6.1 (7 p.)

Hapetusluvut:

Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapetusluvun muutos	Hapettuminen/ pelkistyminen
Pt	0	4	0 → 4, muutos +4	hapettuu
N	5	2	5 → 2, muutos -3	pelkistyy

Pt hapettuu, N pelkistyy (1 p.)

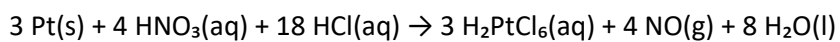
- Hyväksytään myös: HNO_3 pelkistyy

Pt:n hapetuslukujen muutos (1 p.)

N:n hapetuslukujen muutos (1 p.)

- Jos ylimääräisiä hapettuvia tai pelkistyviä, -1 p.

Reaktioyhtälö:



Lähtöaineet ja tuotteet (1 p.)

Kertoimet (2 sp.)

Olomuotomerkinnot (1 sp. edellisiin)

- Alaindeksitmerkinnät väärin, reaktioyhtälö, 0 p.

6.2 (8 p.)

Hapetusluvut:

Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapetusluvun muutos	Hapettuminen/ pelkistyminen
Pt	4	0	4 → 0, muutos -4	pelkistyy
N	-3	0 (N ₂)	-3 → 0, muutos +3	hapettuu

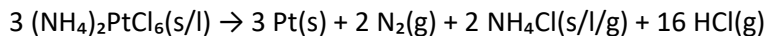
Pt pelkistyy N hapettuu (1 p.)

Pt:n hapetuslukujen muutos (1 p.)

N:n hapetuslukujen muutos (1 p.)

- Jos ylimääräisiä hapettuvia tai pelkistyviä, -1 p.

Reaktioyhtälö:



Lähtöaine ja tuotteet (2 p.)

Kertoimet (2 sp.)

Olomuotomerkinnot (1 sp. edellisiin)

- Alaindeksitmerkinnät väärin, reaktioyhtälö, 0 p.

- Tyypillinen virhe olomuodoissa: HCl(aq), HCl(l)

7. Sinkin tuotanto (15 p.)

7.1 (4 p.)



- Yksikin väärä reagenssi 0 p./kohta

- Yksikin väärä kerroin 0 p./kohta

- Moninkertaiset kertoimet, -1 p.

- Vääriä tai puuttuvia olomuotoja, -1 p.

7.2 (2 p.)



Reaktiossa muodostuu suuri määrä erittäin myrkyllistä/haitallista kaasumaista vetysulfidia H₂S. (1 p.)

Siksi teollisessa tuotannossa olisi turvallisuusriskejä.

TAI

Todettu, että reaktiossa syntyy rikkivetyä/vetysulfidia. (1 p.)

Todettu, että rikkivety on hengitettynä myrkyllinen/haitallinen. (1 p.)

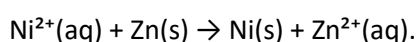
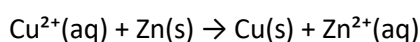
(reaktioyhtälöä ei pyydetty)

- *Muita kaasuja ei hyväksytä*
- *Väärä kumooa oikean*

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 nikkeliä: (1 p.)



Kupari on nikkeliä jalompi metalli, eli sillä on suurempi pelkistymispotentiaali. Siksi kupari saostuu ennen nikkeliä. (1 p.)

- *Reaktioyhtälöitä ei vaadita*
- *Viittaus jännitesarjaan tai pelkistyspotentiaaleihin kerran riittää.*

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. Siten rikkidioksidimolekyylien välillä on **dipoli-dipolisidoksia**.

Molekyylin polaarisuus perusteltu rakenteen avulla (1 p.)

Dipoli-dipolisidos molekyylien välillä (1 p.)

Rikkihappo on poolinen yhdiste, joka voi muodostaa **vetysidoksia** OH-ryhmän vetyatomin ja toisen rikkihappomolekyylin happiatomin välille.

Vetysidokset mainittu (1 p.)

Vetysidokset perusteltu OH-ryhmän avulla (1 p.)

Nämä **vetysidokset ovat kokonaisuutena vahvempia kuin dipoli-dipolisidokset**, jolloin rikkihapon kiehumispiste on korkeampi kuin rikkidioksidilla.

Rikkidioksidin dipoli-dipolisidosten ja rikkihapon vetysidosten vahvuuden vertailu (1 p.)

Molekyylien välisten sidoksen vahvuuden liittäminen kiehumispisteeseen (1 p.)

- *jos vetysidoksen tilalla puhutaan vahvemmissa dipoli-dipolisidoksista max 5 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

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

- *Jos ainemäärien suhde väärin, karkea virhe, ei-VSE*

$$pV = nRT$$

$$V = nRT / p \quad (1 \text{ ip.})$$

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

$$= 0,0244655 \text{ m}^3 \approx 24,5 \text{ dm}^3 = 24,5 \text{ l (24 l)} \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Klooria täytyy johtaa liuokseen 24,5 dm³.

8.2 (10 p.)

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

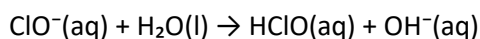
$$K_a \cdot K_b = K_w$$

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

Reaktioyhtälön kertoimista voidaan päätellä, että

$$c(\text{ClO}^-) = c(\text{KClO}) \quad (1 \text{ p.})$$

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



	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 p.)

- Jos tasapainotarkastelu väärin, esim. hydroksidi-ionin konsentraatioksi merkitty alussa 0,50 mol/l tai $[\text{HClO}] = 0,50 \text{ mol/l}$, karkea virhe, ei-VSE

$$K_b = [\text{HClO}] \cdot [\text{OH}^-] / [\text{ClO}^-] = x \cdot x / (0,50 - x) \quad (2 \text{ p.})$$

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

$$x = 4,13166 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l tai } -4,13508 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

Hylätään negatiivinen juuri, koska konsentraatio ei voi olla negatiivinen.

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 14,00 + \lg [\text{OH}^-] = 14,00 + \lg (4,13166 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}) \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 10,6161 \approx 10,616 \quad (10,62) \quad (1 \text{ p.})$$

Tai

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,008 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2 : [\text{OH}^-] = 2,439697 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] \approx 10,6127$$

Vastaus: Syntyneen liuoksen pH on 10,613 (10,61).

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

9. Sitruunahappokierron reaktioita (20 p.)

9.1 (9 p.)

Katkeavat sidokset: H-O (vesi) (2 p.)

ja C=C (fumaraatti) (1 p.)

Muodostuvat sidokset: (S)-malaatin C-C, C-O ja C-H (2 p.)

Periaate, että sidosten katkeaminen on endoterminen ja muodostuminen eksoterminen tapahtuma

(voi käydä ilmi laskusta) (1 p.)

$$\Delta H = (463+612-348-360-412) \text{ kJ/mol} \quad (1 \text{ p.})$$

= -45 kJ/mol (2 p.)

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

TAI

Fumaraatin sidokset katkeavat:

2 C-H, 2 C=O, 2 C-O, 2 C-C, 1 C=C (1 p.)

Veden sidokset katkeavat: 2 O-H (1 p.)

$(2 \cdot 412 + 2 \cdot 743 + 2 \cdot 360 + 2 \cdot 348 + 612 + 2 \cdot 463)$ kJ/mol

= $(4338 + 926)$ kJ/mol = 5264 kJ/mol (1 p.)

(S)-malaatin sidokset muodostuvat:

3 C-H, 2 C=O, 3 C-O, 3 C-C, 1 O-H (1 p.)

$(3 \cdot 412 + 2 \cdot 743 + 3 \cdot 360 + 3 \cdot 348 + 463)$ kJ/mol = 5309 kJ/mol (1 p.)

Periaate, että sidosten katkeaminen on endoterminen ja muodostuminen eksoterminen tapahtuma

(voi käydä ilmi laskusta) (1 p.)

$\Delta H = 5264$ kJ/mol - 5309 kJ/mol (1 p.)

= - 45 kJ/mol (2 p.)

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

- Jos vastaus -971 kJ/mol (kJ), silloin puuttuu vesimolekyylin O-H sidoksen katkeaminen. 4338 kJ/mol - 5309 kJ/mol = - 971 kJ/mol, max 4 p.

C - C	154	348
C = C	134	612

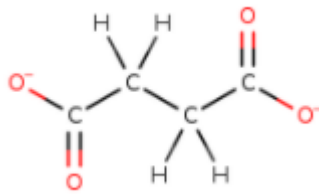
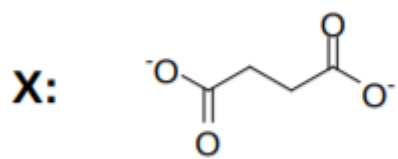
C - H	109	412
-------	-----	-----

C - O	143	360
-------	-----	-----

C = O	122	743
-------	-----	-----

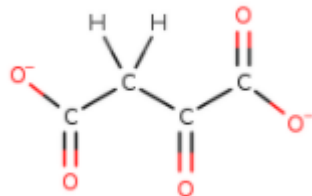
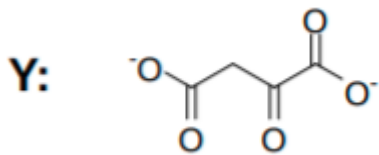
O - H	96	463
-------	----	-----

9.2 (6 p.)



tai

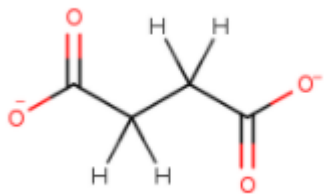
(3 p.)



tai

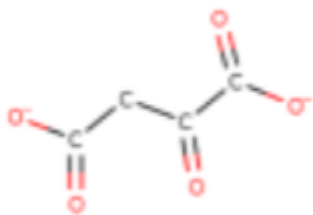
(3 p.)

- *Hyväksytään:*



- *Jos kaikki vedyt puuttuvat, -2 p.*

Esim.



- *Piirroksessa puutteita, mutta selitetty sanallisesti, - 1 p.*

9.3 (5 p.)

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

$$3,8 = (1 - x) / x$$

(1 p.)

$$x = 0,20833$$

$$\rightarrow 21 \% \text{ (20,8 \%)}$$

(1 p.)

TAI

$$3,8 = x / (1 - x) \quad (1 \text{ p.})$$

x on (S)-malaatti

$$X = 0,791667$$

Fumaraatista on jäljellä 100–79,1667

$$= 20,8333 = 21 \% (20,8 \%) \quad (1 \text{ p.})$$

TAI

	fumaraatti	(S)-malaatti
alku	a	0
tp	a - x	x

(1 p.)

Muodostetaan tasapainovakion lauseke, $K = [(S)\text{-malaatti}] / [\text{fumaraatti}] = 3,8$

ja ratkaistaan suhde x:a

$$x:(a - x) = 3,8$$

$$x:a = 0,7917$$

Joten fumaraatista on jäljellä 21 % (20,8 %) (1 p.)

Fumaraatista oli jäljellä dynaamisessa tasapainotilassa 21 %.

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

Y puolestaan reagoi sitraatiksi sitraattisyntaasin katalysoimassa reaktiossa.

Tämä reaktio on käytännössä palautumaton.

(1 p.)

Siten fumaraasin katalysoiman reaktion tasapainoasema siirtyy tuotteiden puolelle, kun lopputuote (S)-malaatti kuluu kierron seuraavissa reaktioissa.

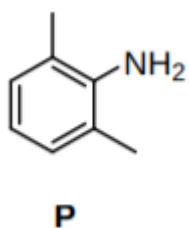
(1 p.)

Tämän seurauksena kaikki fumaraatti kuluu lopulta loppuun.

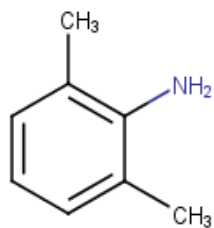
(1 p.)

10. Paikallispuudutteen valmistus (20 p.)

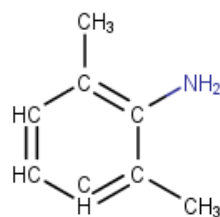
10.1 (4 p.)



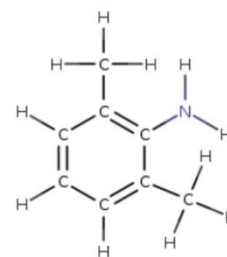
tai



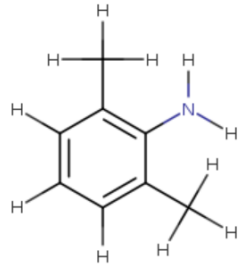
tai



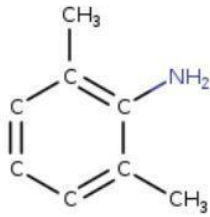
tai



(4 p.)



- *Hyväksytään*
 - *Vedyt puuttuvat rakennekaavalla esitetystä bentseenirenkaasta ja/tai metyyliryhmistä, - 2 p.*
- Esim.*



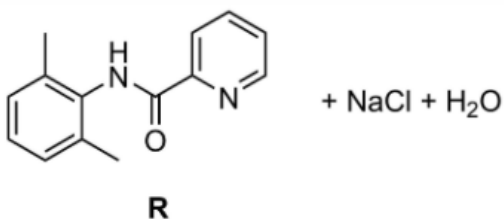
- *Vedyt puuttuvat aminoryhmästä, karkea virhe, ei-VSE, 0 p.*
- *Jos metyyliryhmiä puuttuu tai väärissä paikoissa tai väärinä funktionaalisia ryhmiä, 0 p.*

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.

- | | |
|--|--------|
| Veden poolisuus ja heptaanin poolittomuus | (1 p.) |
| Poolinen ja pooliton liukenevat huonosti toisiinsa/eivät liukene | (1 p.) |
| Selitetty molekyylien välisten sidosten avulla | (1 p.) |

Vaiheen I tuotteet:



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

Vaiheen I reaktiotuote NaCl liukenee parhaiten veteen, koska NaCl on ionirakenteinen yhdiste.

- Tuote R sisältää suuria **poolittomia osia** (1 p.)
 Tuote R liukenee paremmin **heptaaniin** (1 p.)
 NaCl liukenee veteen (1 p.)

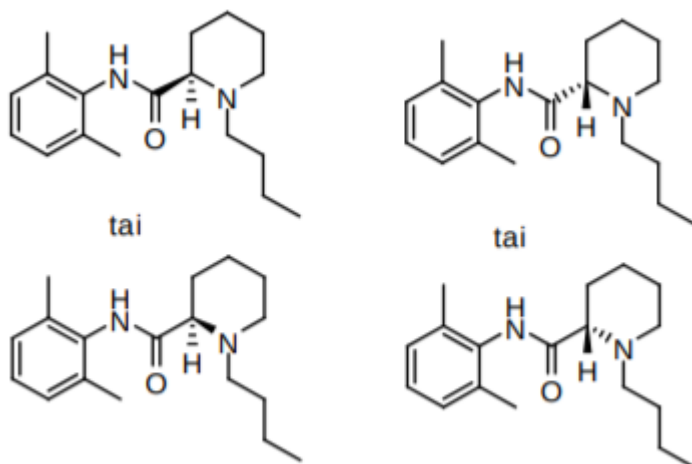
10.3 (4 p.)

- Yhdisteistä **R** ja **S** tulee **eri kohtiin** (kuin bupivakaiinilla) piikit tai täplät riippuen käytetystä kromatografiamenetelmästä/**tulee bupivakaiinin piikin tai täplän lisäksi muita** täpliä/aineilla eri retentioajat. (1 p.)
- Kromatografiassa aineet voidaan tunnistaa käyttämällä yhdisteitä **R** ja **S** vertailunäytteinä. (1 p.)
- ¹H NMR-spektroskopiassa yhdisteet voidaan tunnistaa **eri vety-ympäristössä sijaitsevien vetyjen** perusteella/eri kemiallisen siirtymän perusteella. (1 p.)

- ¹H NMR-spektroskopiassa yhdisteet voidaan tunnistaa vertailunäytteiden spektrien perusteella. / Epäpuhtauksien **R** ja **S** ja bupivakaiinin piikkien lukumäärä on erilainen/spektri on erilainen. (1 p.)
- Kerrottu NMR:n sijaan jostain muusta tutkimusmenetelmästä, esim. IR, MS, O p.

10.4 (6 p.)

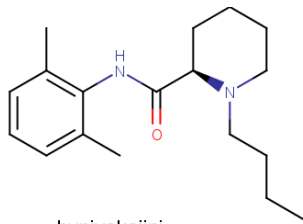
Hyväksyttäviä rakenteita ovat esimerkiksi:



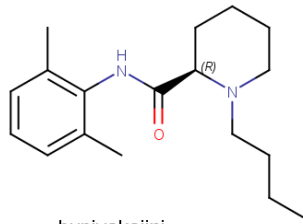
(3 p.)

Hyväksyttäviä ratkaisuja:

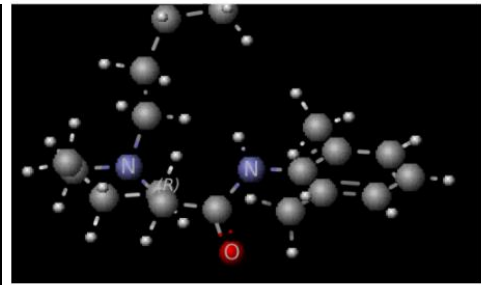
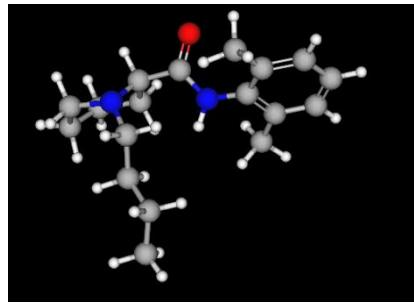
- Vety ei näy kiraliakeskuksessa, yksi sidos on Single Up/ Single Down



bupivakaiini
bupivakain

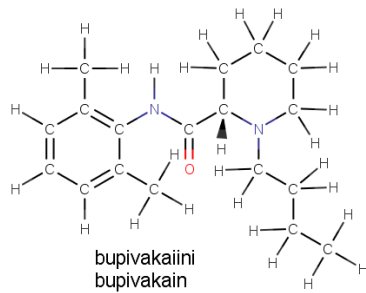


bupivakaiini
bupivakain

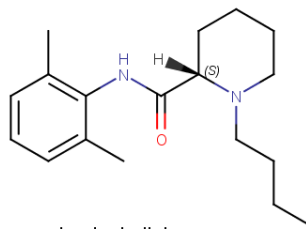


- *Pallotikkumalli, 0 p.*

- *Jos piirretty neljä sidosta, joista vain yksi on kolmiulotteinen, 1 p.*

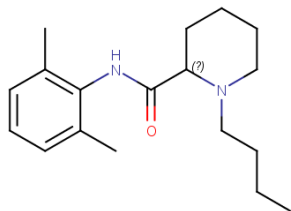


bupivakaiini
bupivakain

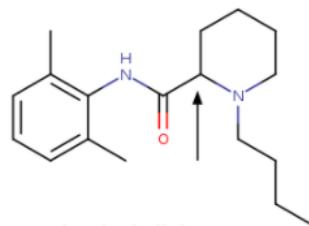


bupivakaiini
bupivakain

- *Ei kolmiulotteisuutta, vain viivakaava, jossa asymmetrinen hiili merkitty (?)/(R)/(S) - merkillä, 0 p.*



bupivakaiini
bupivakain



- *Vetyjä puuttuu rakennekaavasta, -2 p.*

- *Sanallinen selitys kolmiulotteisuudesta, 0 p.*

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

Stereoisomerian laji on peilikuvaisomeria/optinen isomeria/enantiomeria.

(1 p.)

- *Muut stereoisomerilajit, 0 p.*

Ne voivat sitoutua reseptoriin/**kohdeproteiiniin** eri tavoin, **TAI**

Vain toinen isomeeri voi sitoutua reseptoriin/kohdeproteiiniin/Isomeerit sitoutuvat eri reseptoreihin.

(1 p.)

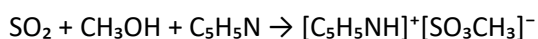
koska reseptorin/kohdeproteiinin sitoutumiskohdalla on täsmällinen kolmiulotteinen rakenne ja molekyylin eri enantiomeerit eivät sovi reseptoriin yhtä hyvin.

(1 p.)

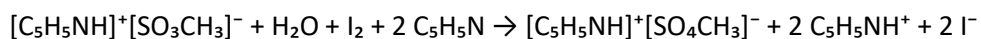
11. Vesipitoisuuden määrittäminen (20 p.)

11.1 (17 p.)

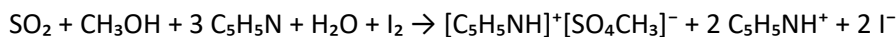
Liuoksen valmistuksen yhteydessä tapahtuu reaktio:



Titratessa tapahtuu reaktio:



Kokonaisreaktio:



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

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

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

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

- Ainemäärät kaikille kolmelle oikein. (1 p.)
- Ymmärretty tehtävän periaate eli lähdetty muodostamaan kokonaisreaktiota tai sanallisesti todettu, että ensimmäisessä reaktiossa syntyvä $[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}]^+[\text{SO}_4\text{CH}_3]^-$ reagoi jälkimmäisessä reaktiossa.

(2 p.)

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.

- Muodostettu kokonaisreaktio ja perusteltu rajoittava reagenssi oikein tai perusteltu rajoittava reagenssi oikein yksi reaktioyhtälö kerrallaan.

(2 p.)

Titrausliuoksen jodikonsentraatio

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

Millilitraa kohden

$$n(I_2) = c \cdot V = 0,20016 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Reaktioyhtälöstä nähdään, että

$$n(H_2O) = n(I_2) = 0,20016 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

$$m(H_2O) = n \cdot M = 0,20016 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 3,6060 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 3,61 \text{ mg}$$

Todettu $n(H_2O) = n(I_2)$ (2 p.)

Laskettu $m(H_2O)$ (1 p.)

Laskettu vesipitoisuus yksikössä g/l (2 p.)

Laskettu vesipitoisuus yksikössä mg/ml (2 p.)

TAI

$$n(I_2) = n(H_2O) = 1,000788022 \text{ mol (2 p.)}$$

$$m(H_2O) = nM = 18,030197 \text{ g} = 18030,197 \text{ mg (1 p.)}$$

$$18030,197 \text{ mg}/5000 \text{ ml} = 3,606039 \text{ mg/ml (4 p.)}$$

Vastaus: Titrausliuoksen vesiekvivalenttiarvo on 3,61 mg/ml.

A:n titraustulosten keskiarvo = 1,63 ml

B:n titraustulosten keskiarvo = 1,44 ml (2 x 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:

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

- Laskettu vesiekvivalenttiarvo x ka (1 p.)

- Muunnokset prosenteiksi (1 p.)

- Oikea pyöristys (1 p.)

Vastaus: Öljyn A vesipitoisuus oli 0,0588 % (0,059 %) ja öljyn B 0,0519 % (0,052 %).

11.2 (3 p.)

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

Ilmankosteus mainittu

(1 p.)

Todettu veden reagoivan lähtöaineiden kanssa

(2 p.)

- *Metanoli haihtuu liuoksesta, 1 p.*