



## KEMIAN KOE 15.9.2014 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Alla oleva vastausten piirteiden, sisältöjen ja pisteitysten luonnehdinta ei sido ylioppilastutkintolautakunnan arvostelua. Lopullisessa arvostelussa käytettävistä kriteereistä päättää tutkintoaineen sensorikunta.

Kemiassa arvioinnin kohteina ovat kemiallisen tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti. 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 pienimminkin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei vaadita. 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. Jos tehtävässä tarvitaan välituloksia, ne esitetään riittävällä tarkkuudella yksiköineen. Lopputulokset annetaan lähtöarvojen mukaisella tarkkuudella yksiköineen, ja johtopäätökset perustellaan.

Kuvaajat piirretään huolellisesti ja riittävän kokoisina. Millimetripaperin käyttö on suositeltavaa, mutta ei pakollista. Kuvaajaan merkitään akselien nimet ja yksiköt. Mittauspisteisiin sovitetaan asianmukainen suora tai yhtenäinen kaareva viiva. Kuvaajaan merkitään johtopäätösten kannalta olennaiset kohdat, kuten ekvivalenttikohta titrauskäyrässä tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

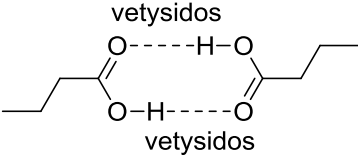
Essee- ja selittävässä vastauksissa tekstiä yleensä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Hyvä vastaus on jäsenelty ja sisällöltään johdonmukainen. Keskeisten seikkojen painottaminen on tärkeämpää kuin hajanaisten yksityiskohtien esittäminen. Jokeritehtävässä korkeimmat pistemäärät edellyttävät kykyä tietojen soveltamiseen myös laajemmissa yhteyksissä.

Kemian kokeessa kaikki funktio-, graafiset ja symboliset laskimet ovat sallittuja. Symbolisen laskimen avulla tehdyt ratkaisut hyväksytään, kunhan ratkaisusta käy ilmi, mihin tilanteeseen ja yhtälöihin ratkaisu symboleineen perustuu. Laskinta voi käyttää myös yhtälön ratkaisemiseen tai kuvaajasta selvitettävien arvojen määrittämiseen.

Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella, ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi.

1.		ioni- sidon	metalli- sidon	kovalenttinen sidon	vetysidos tai dipoli- dipolisidos	dispersiovoimat (van der Waalsin sidon)	
	vesi			x (½ p.)	x (½ p.)	x (½ p.)	2 p.
	natriumkloridi	x					1 p.
	kulta		x				1 p.
	timantti			x			1 p.
	heksaani			x (½ p.)		x (½ p.)	1 p.
<i>Ylimääräiset dispersiovoimat hyväksytään. Ylimääräiset muut sidokset: 0 p. kyseisestä aineesta.</i>							

2.a)	<p>1,00 litra 65-massaprosenttista HNO<sub>3</sub>-liuosta:  <math>massa = \rho(\text{liuos}) \cdot V(\text{liuos})</math>  <math>m = 1,39 \text{ kg/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 1,39 \text{ kg},</math></p> <p>josta <math>m(\text{HNO}_3) = 0,65 \cdot 1,39 \text{ kg} = 0,904 \text{ kg}.</math></p> $c(\text{HNO}_3)_{65\%} = \frac{m}{MV} = \frac{0,904 \cdot 10^3 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol} \cdot 1,00 \text{ l}} = 14,3 \text{ mol/l} \approx 14 \text{ mol/l}$ <p>Kaupallisen typpihappoliuoksen konsentraatio on 14 mol/l.</p>	<p>⅓ p.</p> <p>⅓ p.</p> <p>⅓ p.</p>
2.b)	<p>Ainemäärä säilyy laimennettaessa  <math>n = c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2</math>  <math>0,15 \text{ mol/l} \cdot 0,25 \text{ l} = 14,3 \text{ mol/l} \cdot V,</math></p> <p>jolloin <math>V = 2,6 \text{ ml}.</math></p> <p>Kaupallista typpihappoliuosta tarvitaan 2,6 ml.</p>	<p>1 p.</p> <p>1 p.</p>
2.c)	<p>Väkevää typpihappoa käsiteltäessä on käytettävä <b>suojalaseja</b>, laboratoriotakkia ja hapon kestäviä <b>suojakäsineitä</b>.</p> <p>Liuos valmistetaan <b>vetokaapissa</b>, sillä typpihappohöyryjen hengittäminen on vaarallista.</p> <p>Roiskumisvaaran vuoksi laimennus tulee aloittaa kaatamalla mittapulloon <b>ensin tislattua vettä, sen jälkeen typpihappo</b> ja lopuksi mittapullo täytetään tislattulla vedellä merkkiin.</p>	<p>⅓ p.</p> <p>⅓ p.</p> <p>⅓ p.</p>

3.a)	<p>butaanihappo tai voihappo</p> <p>2-metyylipropaanihappo</p> <p>metyylipropanaatti tai propionihapon metyyliesteri</p> <p>etyyliasettaatti, etyylietanaatti tai etikahapon etyyliesteri</p> <p>propyyliformiaatti, propyylietanaatti tai metaanihapon propyyliesteri</p> <p>isopropyyliformiaatti, isopropyylietanaatti tai metaanihapon isopropyyliesteri</p> <p><i>Isopropyylin tilalla hyväksytään myös 2-propyyli tai metyylietyyli. Samaa rakennekaavaa toistetaan eri yhdisteinä: enintään 2 p.</i></p>	<p>6 x ⅔ p.</p>
3.b)	<p>Butaanihappo ja 2-metyylibutaanihappo voivat muodostaa itsensä kanssa vetysidoksia. (Estereiden välillä ei voi esiintyä vetysidoksia, sillä vety ei ole sitoutuneena happeen.)</p> <p>Esimerkiksi:</p> <div style="text-align: center;">  <p>vetysidos</p> <p>vetysidos</p> <p>butaanihappo</p> </div>	<p>1 p.</p> <p>1 p.</p> <p><i>Dimeerin muodostuminen yhdellä vetysidoksella hyväksytään.</i></p>



5.a)	Sidosenergia on 436 kJ/mol. Vetymoolin dissosioitumiseen tarvitaan 436 kJ.	1 p.
5.b)	kaksoissidos – sigmasidos = $\pi$ -sidos; (612 – 348) kJ/mol = 264 kJ/mol	1 p.
5.c)	$\Delta H^\circ$ sidosenergioiden avulla: $\Sigma(\text{katkeavat sidokset}) - \Sigma(\text{muodostuvat sidokset}) =$ (1 · 612 + 4 · 412 + 1 · 436)kJ/mol – (6 · 412 + 348)kJ/mol = –124 kJ/mol  $\Delta H^\circ$ muodostumislämpöjen avulla: (–84,7)kJ/mol – (52,3 + 0)kJ/mol = –137 kJ/mol	1 p.  1 p.
5.d)	$\Delta H^\circ$ -arvojen ero (13 kJ/mol) johtuu siitä, että annetut sidosenergiat yleensä ovat <b>keskiarvoja</b> samantyyppisten sidosten energioista. Esimerkiksi eteenissä kaksoissidoksen sidosenergia ei ole aivan sama kuin propeenissa.  Muodostumislämmöt määritetään <b>kokeellisesti</b> esim. kalorimetrisillä menetelmillä ja ovat siten <b>luotettavampia</b> .	1 p.  1 p.

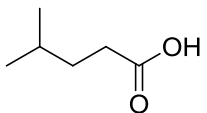
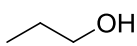
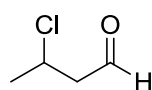
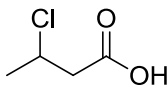
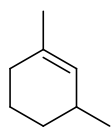
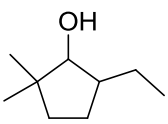
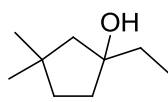
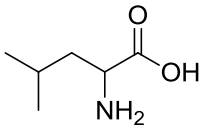
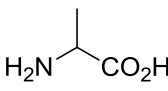

6.a)	Reaktiossa vapautuu hiilidioksidikaasua.	1 p.
6.b)	<p>Reaktio saavuttaa päätepisteensä.          TAI          Reaktiota ei enää tapahdu merkittävässä määrin.          TAI          Suolahappo (rajoittava tekijä) on kulutettu loppuun.</p> <p><i>Reaktio on saavuttanut tasapainoaseman: 0 p.</i></p>	1 p.
6.c)	<p>Vastauksessa on selitetty jokin ero ja yhtäläisyys.</p> <p>Yhtäläisyydet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sama alkupiste kuvaajissa</li> <li>- molemmissa kuvaajissa massa pienenee ajan funktiona, kunnes saavuttaa vakioarvon</li> </ul> <p>Erot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kuvaaja <b>2</b> on jyrkempi</li> <li>- sen päätepiste on alempana ja myöhemmin</li> </ul> <p>Kokeessa <b>2</b> vapautuu enemmän hiilidioksidia ja reaktionopeus on alussa suurempi.</p> <p>Suolahapon <b>konsentraatio vaikuttaa reaktionopeuteen</b>. Suolahapon <b>konsentraatio</b> (samalla tilavuudella) <b>vaikuttaa reaktion päätepisteeseen</b>, koska tällöin suolahapon ainemäärä muuttuu. Marmorin oli ylimäärin, ja suolahappo on rajoittava tekijä.</p> <p>Erot kuvaajissa voivat johtua erilaisesta suolahapon konsentraatiosta. (Kuvaajan <b>1</b> koejärjestelyssä on laimeampi suolahappoliuos.)</p> <p>Lämpötila muuttaa reaktionopeutta, mutta ei reaktion päätepistettä.</p> <p>Erot kuvaajissa eivät voi johtua erilaisista lämpötiloista.</p> <p><i>Perusteluja Le Châtelier'n periaatteen avulla ei hyväksytä.</i></p>	<p><math>\frac{2}{3}</math> p.</p> <p><math>\frac{1}{3}</math> p.</p> <p><math>1\frac{1}{3}</math> p.</p> <p><math>\frac{1}{3}</math> p.</p> <p><math>\frac{2}{3}</math> p.</p> <p><math>\frac{1}{3}</math> p.</p>

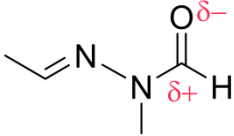
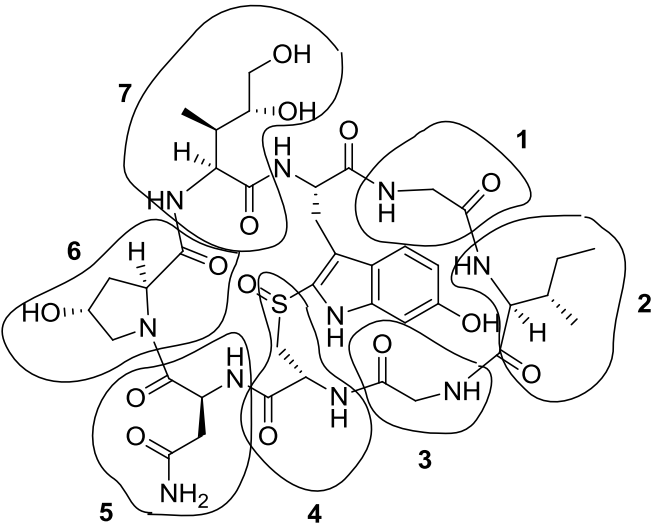
7.	<p>Kaasujen tilanyhtälö</p> $p_T V = n_T RT$ $n_T = n(\text{H}_2) + n(\text{N}_2) + n(\text{NH}_3)$ <p>Tarkasteluhetkellä</p> $n_T = \frac{6,74 \text{ bar} \cdot 0,500 \text{ l} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}}{0,0831 \text{ bar} \cdot \text{l} \cdot 307 \text{ K}} = 132,10 \text{ mmol}$	1 p.
	<p>Koska</p> $n_T < (50,0 \text{ mmol} + 50,0 \text{ mmol} + 50,0 \text{ mmol}) = 150,0 \text{ mmol}$ , tapahtuu reaktio, jossa vedyn ja typen välisessä reaktiossa muodostuu ammoniakkia: $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ <p>Ainemäärien suhteiden perusteella voidaan kirjoittaa</p> $n(\text{N}_2) = 50,0 \text{ mmol} - x$ $n(\text{H}_2) = 50,0 \text{ mmol} - 3x$ $n(\text{NH}_3) = 50,0 \text{ mmol} + 2x$	1 p.  2 p.
	<p>Laskemalla yhteen saadaan</p> $n(\text{N}_2) + n(\text{H}_2) + n(\text{NH}_3) = 150,0 \text{ mmol} - 2x = 132,10 \text{ mmol}$ $x = 8,9500 \text{ mmol}$ <p>Täten kysytyt ainemäärät ovat:</p> $n(\text{N}_2) = 50,0 \text{ mmol} - 8,9500 \text{ mmol} \approx 41,1 \text{ mmol}$ $n(\text{H}_2) = 50,0 \text{ mmol} - (3 \cdot 8,9500 \text{ mmol}) \approx 23,2 \text{ mmol}$ $n(\text{NH}_3) = 50,0 \text{ mmol} + (2 \cdot 8,9500 \text{ mmol}) \approx 67,9 \text{ mmol}$	1 p.  1 p.



8.a)	$\text{SiO}_2(\text{s}) + 4 \text{HF}(\text{aq}) \rightarrow \text{SiF}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1 p.
8.b)	$\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq tai l})$ <i>Myös <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> hyväksytään.</i>	1 p.
8.c)	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	1 p.
	$\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s tai l}) + \text{CO}_2(\text{g})$	1 p.
8.d)	$4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g tai l})$	1 p.
	$2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$	$\frac{1}{3}$ p.
	$3 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$	$\frac{1}{3}$ p.
	<i>Virheelliset tai puuttuvat olomuodot: <math>-\frac{1}{2}</math> p./kohta Kaksoisnuolia ei edellytetä.</i>	

9.	<p>Puskuriliuos valmistetaan sekoittamalla ammoniumkloridi- ja ammoniakkiliuoksia.</p> <p>Ammoniumkloridin vesiliuoksessa on voimassa happo-emästasapaino</p> $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ $K_a = 5,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l.}$ <p>Ammoniumioni on hyvin heikko happo, ja sen protolysoituessa muodostuvan ammoniakkin määrä on merkityksetön liuokseen lisätyn ammoniakkin rinnalla. Muodostuvasa puskuriliuoksessa tasapainokonsentraatiot voidaan tällöin korvata lähtökonsentraatioilla: <math>[\text{NH}_3] = [\text{NH}_3]_0</math> ja <math>[\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_4^+]_0</math>.</p> <p>Kun yhdistetään <math>V_a</math> ml 0,10 M ammoniumkloridia ja <math>V_b</math> ml 0,10 M ammoniakkia, saadaan</p> $[\text{NH}_4^+] = V_a \cdot 0,10 \text{ M} / (V_a + V_b) \text{ ja } [\text{NH}_3] = V_b \cdot 0,10 \text{ M} / (V_a + V_b)$ <p>Kun pH = 9,00,  <math>[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l.}</math></p>	<p>1 p.</p> <p>1 p.</p> <p>½ p.</p>
	<p>Happovakion yhtälöstä</p> $K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$ <p>saadaan <math>[\text{NH}_4^+] = 1,79 \cdot [\text{NH}_3]</math>.  <math>V_a = 1,79 \cdot V_b</math></p> <p>Kun puskuriliuosta valmistettiin 50 ml,  <math>V_a + V_b = 50 \text{ ml.}</math>  <b><math>V_a = 32 \text{ ml ja } V_b = 18 \text{ ml}</math></b></p> <p><i>Sama tulos saadaan vaihtoehtoisesti lähtemällä ammoniakkin happo-emästasapainosta</i></p> $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ <p>ja käyttämällä laskuissa ammoniakkin emäsvakion arvoa <math>K_b = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}</math></p> <p><i>Lasku voidaan tehdä myös käyttämällä Henderson-Hasselbalchin yhtälöä:</i></p> $\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{emäs}]}{[\text{happo}]}$	<p>⅔ p.</p> <p>1 p.</p> <p>1 p.</p>
	<p>Puskuriliuos valmistetaan mittaamalla byretillä 32 ml ammoniumkloridia ja 18 ml ammoniakkia ja yhdistämällä liuokset. Myös mittalasi, täyspipetti tai mittapipetti hyväksytään.</p> <p><i>Vastaus hyväksytään myös, jos ammoniumkloridi- ja ammoniakkiliuoksen suhde on laskettu oikein ja liuos on laimennettu vedellä tilavuuteen 50 ml.</i></p>	<p>1 p.</p>

10.	<p><b>A</b> </p> <p><b>B</b> </p> <p><b>C</b>  tai </p> <p><b>D</b> </p> <p><b>E</b>  tai </p> <p><b>F</b> </p> <p><b>G</b> </p> <p><b>H</b> </p>	<p>A ja B 1 p.</p> <p>C 1 p.</p> <p>D 1 p.</p> <p>E 1 p.</p> <p>F ja G 1 p.</p> <p>H 1 p.</p>
<i>Rakennekaavojen eri esitystavat hyväksytään.</i>		

11.a)	<p>Käsittelyn jälkeen korvasienessä ei ole enää merkittäviä määriä myrkyllisiä yhdisteitä.</p> <p>Käsittelyssä käytetään väljää vettä ja huuhdellaan sieniä. Myrky <b>liukenee</b> veteen. Gyromitriini on vesiliukoinen, sillä molekyyli on <b>poolinen</b>.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Työskentelytilan tuulettamisesta pitää huolehtia, koska gyromitriiniä <b>haihtuu</b> käsittelyn yhteydessä. Gyromitriini on <b>pienehkö molekyyli</b>. (Pienillä molekyyleillä on heikot dispersiovoimat.)</p> <p><i>Poolisuuden tilalla hyväksytään myös pohdinta gyromitriinin emäsominaisuuksista.</i></p>	<p>½ p.</p> <p>½ p.</p> <p>¾ p.</p> <p>¾ p.</p>
11.b)	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Rakenteessa keskellä ilman ympyröintiä on hydroksitryptofaani, ja siihen on liittynyt hapettunut kysteiini <b>4</b>.</p> <p>Rakenteessa esiintyy: <b>1</b> glysiini, <b>2</b> isoleusiini, <b>3</b> glysiini, <b>4</b> kysteiini, <b>5</b> asparagiini, <b>6</b> hydroksiprolini ja <b>7</b> dihydroksi-isoleusiini.</p> <p>Muut aminohapot, <b>glysiini, proliini, isoleusiini</b> ja <b>asparagiini</b>, käyvät ilmi vastauksesta.</p> <p><i>Aminohappojen merkitsemistä alfa-amanitiinin rakennekaavaan tai aminohappojohdannaisten nimiä ei edellytetä.</i></p> <p><i>Erilaisia aminohappoja on vastauksessa enemmän kuin neljä: -1 p. / ylimääräinen aminohappo.</i></p>	<p>4 x 1 p.</p>

11.c)	<p>Lyijy on <b>raskasmetalli</b>. Raskasmetalleilla on haitallisia vaikutuksia sekä ympäristöön että terveyteen. Lyijy vaikuttaa lähes kaikkiin kehon kudoksiin aiheuttaen esimerkiksi munuais- tai sikiövaurioita.</p> <p>Vastauksessa selitetään yksi syy (kaksi syytä) paikallisesti kohonneeseen lyijypitoisuuteen</p> <p>Esimerkiksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ampuma-alueilla lyijyhautit</li> <li>- teiden varsilla aiemmin käytetystä bensiinin lisäaineesta (tetraetyylilyijy)</li> <li>- lyijymalmiesiintymä</li> <li>- ympäristövahinko lyijyä käyttävästä teollisuudesta</li> </ul> <p>Cesium-137 on keinotekoinen pitkäikäinen <b>radioaktiivinen</b> atomi. Radioaktiivisesta aineesta tulee ionisoivaa säteilyä, joka lisää riskiä sairastua <b>syöpään</b>.</p> <p>Suomessa se on peräisin pääasiassa <b>Tšernobylin</b> ydinvoimalaonnettomuudesta (1986).</p> <p>(Suomessa maataloustuotteissa pitoisuudet ovat erittäin pienet, mutta muutamissa sienilajeissa cesiumia esiintyy vielä paikoitellen melko suurinakin pitoisuuksina. Pitoisuudet vaihtelevat huomattavasti mm. laskeuman leviämisaikojen ja sienilajien ominaisuuksien mukaan.)</p>	<p>⅓ p.</p> <p>⅓ p. (1 p.)</p> <p>1 p.</p> <p>⅓ p.</p>
-------	---	--

12.a)	Tutkimus 1: Metalli-ionien yhteiskonsentraatio Tutkimus 2: Kloridi-ionin konsentraatio Tutkimus 3: Ca <sup>2+</sup> - ja Mg <sup>2+</sup> -ionien yhteiskonsentraatio Tutkimus 4: Kalsiumionin konsentraatio	2/3 p. 1/3 p. 2/3 p. 1/3 p.
12.b)	$5 (\text{COOH})_2(\text{aq}) + 2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 6 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) \rightarrow$ $2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 10 \text{CO}_2 (\text{g}) + 14 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ <p>Reaktioyhtälön ionit ja yhdisteet ovat oikein.          Vastauksessa varaustasapaino ja kertoimet ovat oikein.</p> <p><i>Myös vetyioni tai oksalaatti-ioni hyväksytään reaktioyhtälössä.          Olomuotoja ei tässä tehtävässä edellytetä.</i></p>	1 p. 1 p.

12.c)	<p>Tutkimus 1:  Kationinvaihtimessa metalli-ionit vaihtuvat H<sup>+</sup>-ioneiksi  <math>n(\text{H}^+) = n(\text{Na}^+) + 2 \cdot n(\text{Ca}^{2+}) + 2 \cdot n(\text{Mg}^{2+})</math>  <math>n(\text{H}^+) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) = 0,500 \text{ mol/l} \cdot 11,76 \cdot 10^{-3} \text{ l}</math>  Metalli-ionien yhteiskonsentraatio  <math>c(\text{Na}^+) + 2 \cdot c(\text{Ca}^{2+}) + 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+}) = 0,588 \text{ mol/l}</math></p>	1 p.
	<p>Tutkimus 2:  Happamassa liuoksessa saostuu vain AgCl:  <math>\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})</math>.  Laimennetussa liuoksessa (1:10)  <math>n(\text{Cl}^-) = V(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Ag}^+) = 0,086 \text{ mol/l} \cdot 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,53406 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math>  Merivedessä: <math>c(\text{Cl}^-) \approx \mathbf{0,53 \text{ mol/l}}</math>.</p>	⅓ p.
	<p>Tutkimus 3:  <math>\text{EDTA}^{4-}(\text{aq}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow [\text{Ca}(\text{EDTA})]^{2-}(\text{aq})</math>  <math>\text{EDTA}^{4-}(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow [\text{Mg}(\text{EDTA})]^{2-}(\text{aq})</math>  <math>n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+}) = 0,05 \text{ mol/l} \cdot 12,60 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math>  <math>c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+}) = 0,063 \text{ mol/l}</math></p>	⅓ p.
	<p>Tutkimus 4:  Oksalaatti saostaa Ca<sup>2+</sup>-ionit reaktioyhtälön  <math>\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + (\text{COO}^-)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{COO})_2(\text{s})</math> mukaisesti.  Titrauksessa  <math>5 (\text{COOH})_2(\text{aq}) + 2 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 6 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow</math>  <math>2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 10 \text{CO}_2(\text{g}) + 14 \text{H}_2\text{O}(\text{l})</math>  <math>n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{COO}^-)_2 = \frac{5}{2} \cdot n(\text{MnO}_4^-)</math>  100 ml:n näytteessä <math>n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{5}{2} \cdot 0,020 \cdot 24,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math>  Merivedessä: <math>c(\text{Ca}^{2+}) = \mathbf{0,012 \text{ mol/l}}</math>.</p>	⅓ p.
	$c(\text{Mg}^{2+}) = [c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+})] - c(\text{Ca}^{2+}) =$ $0,063 \text{ mol/l} - 0,012 \text{ mol/l} = 0,051 \text{ mol/l}$ Merivedessä: $c(\text{Mg}^{2+}) = \mathbf{0,051 \text{ mol/l}}$ .	⅓ p.
	$c(\text{Na}^+) = [c(\text{Na}^+) + 2 \cdot c(\text{Ca}^{2+}) + 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+})] - 2 \cdot [c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Mg}^{2+})] =$ $0,588 \text{ mol/l} - 2 \cdot 0,063 \text{ mol/l} = 0,462 \text{ mol/l}$ Merivedessä: $c(\text{Na}^+) = \mathbf{0,462 \text{ mol/l}}$ .	⅓ p.
	<p>Lasketaan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> konsentraatio, kun tiedetään metalli- ja kloridi-ionien konsentraatiot.  Varausneutraalisuus:  <math>c(\text{Na}^+) + 2 \cdot c(\text{Ca}^{2+}) + 2 \cdot c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{Cl}^-) + 2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-})</math>  <math>0,588 \text{ mol/l} = c(\text{Cl}^-) + 2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-})</math>  <math>2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = (0,588 - 0,534) \text{ mol/l} = 0,054 \text{ mol/l}</math>  <math>c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,027 \text{ mol/l}</math>.  Merivedessä: <math>c(\text{SO}_4^{2-}) = \mathbf{0,027 \text{ mol/l}}</math>.</p>	⅓ p.  ⅓ p.
	<p><i>Vastauksen periaate on oikein, mutta kertoimet virheellisiä: enintään 3 p.</i>  <i>Vastaukset hyväksytään kahden tai kolmen numeron tarkkuudella.</i></p>	