



KEMIAN KOE 21.9.2018

HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

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

Ylioppilastutkinnon kokeessa selvitetään ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelman mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttaneet lukiokoulutuksen tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyuden. Kemiassa 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 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, 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 tai pisteiden yhdistäminen riittää. 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 selittävässä vastauksissa tekstiä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Käsiteltäviä ilmiöitä kuvataan makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla. Vastauksesta ilmenee tehtävään liittyvän aineiston hyödyntäminen, soveltaminen, analysointi ja arvioiminen tehtävänannon mukaisesti. Hyvä vastaus on jäsennelty ja sisällöltään johdonmukainen.

Vastaus arvostellaan tehtäväkohtaisten kriteerien mukaisesti. Lähtökohtana ovat vastauksen ansiot, joista kertyy pisteitä. Jos kokelaan vastaus on jakautunut eri tavalla kuin tehtävänannossa on oletettu, muissa kohdissa olevat ansiot, virheet ja ristiriitaisuudet otetaan

pisteitysjaon asettamien rajoitusten puitteissa huomioon arvostelussa. 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.

OSA I

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta (20 p.)

- 1.1. 19 protonia, 21 neutronia ja 19 elektronia (2 p.)
- 1.2. tislaamalla (2 p.)
- 1.3. 30,0 ml (2 p.)
- 1.4. 3,48 g (2 p.)
- 1.5. hapetusreaktio (2 p.)
- 1.6. 0,923:1 (2 p.)
- 1.7. 0,0572 mol/dm³ (2 p.)
- 1.8. sinkillä (2 p.)
- 1.9. $K = \frac{[\text{H}_2]^3[\text{CO}]}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}$ (2 p.)
- 1.10. lisätään 3 mol vetyä ja jäädytetään seos 350 °C lämpötilaan (2 p.)

OSA II

2. Jodi ravintoaineena (15 p.)

2.1. (11 p.)

$$n(\text{HI}) = m/M = 481 \text{ g} / 127,908 \text{ g/mol} = 3,76052 \text{ mol}$$

$$n(\text{KHCO}_3) = n(\text{KHCO}_3) = 318 \text{ g} / 100,118 \text{ g/mol} = 3,17625 \text{ mol} \quad (3 \text{ p.})$$

KHCO₃ on rajoittava tekijä. (6 p.)

Tällöin

$$m(\text{KI}) = 3,17625 \text{ mol} \cdot 166,0 \text{ g/mol} = 527,258 \text{ g} \approx 527 \text{ g}$$

Kaliumjodidia voidaan valmistaa 527 g. (2 p.)

2.2. (4 p.)

$m(\text{jodi}) = \text{osuus suoloista} \cdot \text{suolojen massa}$

$$150 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot x \text{ g} \quad (3 \text{ p.})$$

$$x = 88,235 \text{ g} \approx 88 \text{ g}$$

Suolaa pitäisi syödä **88 g**. (1 p.)

3. Tulehduskipulääkkeet (15 p.)

3.1. (6 p.)

Prostaglandiini E2:ssa on karboksyyli(happo)ryhmä, ketoniryhmä, hydroksiryhmä, alkenyyli-ryhmä/C=C-kaksoissidos. (6 p.)

3.2. (7 p.)

Prostaglandiini E2:lla voi esiintyä:

- *cis-trans*-isomeriaa C=C-kaksoissidosten suhteen ja *cis-trans*-isomeriaa renkaan substituenttien suhteen (2 p.)

- enantiomeriaa / optista isomeriaa, koska molekyylissä on asymmetrisiä hiiliatomeja (merkitty kuvaan tähdellä tai perusteltu sanallisesti). (2 p.)

Naprokseenissa voi esiintyä enantiomeriaa/optista isomeriaa, koska molekyylissä on asymmetrinen hiiliatomi. Asymmetrinen hiili on merkitty kuvaan tähdellä tai perusteltu sanallisesti. Kummassakin esiintyy konformaatioisomeriaa. (3 p.)

3.3. (2 p.)

Lääkeaine **sitoutuu** elimistössä proteiiniin tai reseptoriin, jolla on **tietty kolmiulotteinen rakenne**. Vain **oikean muotoinen stereoisomeeri** voi sitoutua tehokkaasti. Vääränmuotoisilla stereoisomeereilla voi olla myös haitallisia vaikutuksia. (2 p.)

4. Kemialliset reaktiot (15 p.)

Vastauksessa kuvaillaan videoissa tapahtuvia reaktiota makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla.

4.1. (5 p.)

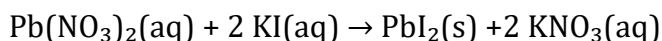
Reaktio on kiivas. Reaktiossa muodostuu vaahtopatsas. Reaktiossa vapautuva kaasu aiheuttaa vaahtopatsaan muodostumisen. (3 p.)



4.2. (5 p.)

Lähtöaineliuokset ovat värittömiä. Sekoitettaessa muodostuu keltainen saostuma. Se on niukaliuokista lyijy(II)jodidia. Lyijy(II)nitraatti, kaliumjodidi ja kaliumnitraatti liukenevat runsaasti veteen.

(3 p.)

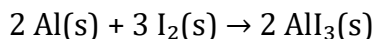


(2 p.)

4.3. (5 p.)

Reaktio on kiivas. Seos liekehtii. Reaktiossa muodostuu violettiä kaasua. Jodi sublimoituu reaktiossa vapautuvan energian johdosta.

(3 p.)



(2 p.)

5. *Kemiallisen reaktion nopeus (15 p.)*

5.1. (9 p.)

Vastauksessa on mainittu jokin menetelmä, jolla reaktion hetkellinen nopeus voidaan määrittää.

(2 p.)

Esimerkkejä:

- Vapautuvan hiilidioksidin tilavuuden mittaaminen
- Kalsiumkarbonaatin massan mittaaminen
- Vetykloridihapon konsentraation määrittäminen mittaamalla pH-arvoja

Vastauksessa on selitetty tarkemmin, miten seurattavaa suuretta mitataan.

(2 p.)

Esimerkkejä:

- Vapautuva hiilidioksidi kerätään vedellä täytettyyn mittalasiin.
- Kalsiumkarbonaatin massa voidaan mitata epäsuorasti pitämällä reaktioastia vaa'an päällä reaktion aikana.
- pH mitataan pH-mittarilla.

Tarvittavaa mittausdataa kerätään säännöllisin väliajoin reaktion aikana. Tehtävässä on piirretty määrittystavalle skemaattinen kuvaaja tai selitetty sanallisesti, millainen kuvaaja tarvitaan.

(2 p.)

Esimerkkejä:

- Hiilidioksidin tilavuudesta piirretään kuvaaja $V_{\text{hiilidioksidi}}(t)$.
- Massan seurannasta piirretään kuvaaja $m(t)$.
- Happamuuden seurannasta piirretään kuvaaja $\text{pH}(t)$.

Reaktion hetkellinen nopeus hetkenä t saadaan piirtämällä mittauspisteiden kautta kulkeva (jatkuva) käyrä ja määrittämällä käyrän tangentin kulmakerroin kohdalla t . Tämä voi ilmetä piirretystä kuvasta, tai asiaa voi selittää sanallisesti.

(2 p.)

5.2. (6 p.)

Vastauksessa on esitetty kolme tekijää ja niiden perustelut:

(6 p.)

Kemiallisen reaktion edellytyksenä on, että reagoivat hiukkaset törmäävät toisiinsa riittävällä nopeudella ja oikeasta suunnasta.

Katalyytti alentaa reaktion aktivaatioenergiaa ja siten nopeuttaa tasapainotilan saavuttamista.

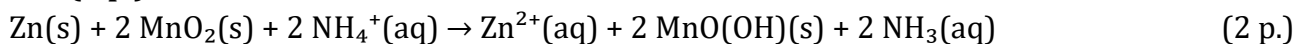
Lämpötilan nostaminen nopeuttaa reaktiota, sillä tällöin reaktioseoksessa on enemmän nopeita hiukkasia, joilla on riittävästi kineettistä energiaa, jolloin hiukkaset törmäävät riittävän voimakkaasti.

Lähtöaineiden konsentraation lisääminen nopeuttaa **liuoksessa** reaktiota, sillä reaktioon johtavia törmäyksiä tapahtuu enemmän aikayksikköä kohden. Tässä tapauksessa HCl:n konsentraation nostaminen nopeuttaa reaktiota.

Heterogeenissä reaktioissa lähtöaineen hiukkaskoon pienentäminen nopeuttaa reaktiota, sillä tällöin reaktiopinta-ala kasvaa. Tässä tapauksessa kiinteän CaCO₃:n jauhaminen nopeuttaa reaktiota.

6. Leclanchén parin toiminta (15 p.)

6.1. (6 p.)

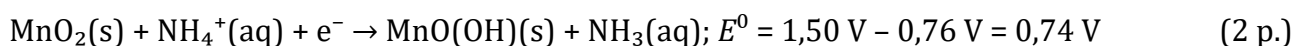


sinkki hapettuu, hapetuslukumuutokset: Zn: **0** → Zn²⁺ **+II** (2 p.)

mangaani pelkistyy, hapetuslukumuutokset: MnO₂: **+IV** → MnO(OH) **+III** (2 p.)

6.2. (3 p.)

Taulukosta:



6.3. (4 p.)

$$Q = It = nzF$$

$$z = 1 \quad (2 \text{ p.})$$

$$Q = \frac{m}{M} \cdot z \cdot F = \frac{2,0 \text{ g}}{86,94 \text{ g/mol}} \cdot 1 \cdot 96\,485 \frac{\text{A}\cdot\text{s}}{\text{mol}} = 2219,6 \text{ As} \approx 2200 \text{ As}$$

Saatu sähkömäärä on 2200 As. (2 p.)

6.4. (2 p.)

Ulosvuotava neste on elektrolyyttinestettä, joka sisältää syövyttäviä aineita. Ammoniumionit voivat toimia happoina. Elektrolyyttineste myös johtaa sähköä ja voi aiheuttaa oikosulun sähkölaitteeseen. (2 p.)

7. Aineiden ominaisuudet (15 p.)

7.1. (3 p.)

Etanoli ja vesi ovat poolisia nesteitä, joiden molekyylit voivat muodostaa vetysidoksia keskenään ja toistensa kanssa. Etanoli ja vesi liukenevat toisiinsa täydellisesti.

Bensiinin hiilivetymolekyylit ovat poolittomia, ja niiden välillä vaikuttavat vain dispersiovoimat. Hiilivetymolekyylit eivät pääse tunkeutumaan vesimolekyylien väliin, koska niiden välillä on suhteellisen voimakkaita vetysidoksia. (3 p.)

7.2. (3 p.)

Poolittomien typpimolekyylien väliset dispersiovoimat ovat heikompia kuin (heikosti) poolisten typpimonoksidimolekyylien väliset dipoli-dipolisidokset.

Typpiomonoksidimolekyyli on kooltaan vähän suurempi ($M(\text{NO}) = 30,02 \text{ g/mol}$) kuin typpimolekyyli ($M(\text{N}_2) = 28,02 \text{ g/mol}$). Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta typpidimonoksidin kiehumispiste on korkeampi kuin tyvellä. (3 p.)

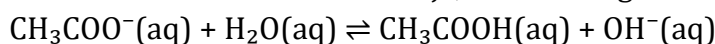
7.3. (6 p.)

Glysiini on aminohappo, joten se voi esiintyä kahtaisionina ja suolamuodossa (sisäinen suola). Kahtaisionien välille muodostuu vahvoja ionisidoksia, ja siksi glysiini on huoneen lämpötilassa kiinteää.

Glysiinin metyyliesterimolekyylien välillä sen sijaan on vetysidoksia, ja siksi huoneen lämpötilassa glysiinin metyyliesteri on nestemäistä. (6 p.)

7.4. (3 p.)

Natriumasetaatin liuetessa veteen, liuokseen muodostuu natrium- ja asetaatti-ioneja. Asetaatti-ionit ovat emäksisiä ioneja, sillä ne reagoivat veden kanssa (protolysoituvat):



$\text{OH}^-(\text{aq})$ -ioni tekee liuoksesta emäksisen.

Natriumkloridin liuetessa veteen liuokseen syntyy natrium- ja kloridi-ioneja, jotka eivät reagoi veden kanssa, ja liuos on siten neutraali. (3 p.)

8. Happoliuokset (15 p.)

8.1. (6 p.)

Hapon HX vesiliuoksen $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/l} = 10^{-1,0} \text{ mol/l} = 0,100 \text{ mol/l}$.

Koska hapon konsentraatio $c(\text{HX}) = 0,100 \text{ M} = [\text{H}^+]$, HX on vahva happo, joka protolysoituu lähes täydellisesti:



HX voi tällöin olla esimerkiksi HCl, HNO_3 , HI, HBr tai HClO_4 .

Laimennuksen jälkeen:

$$c(\text{HX}) = (0,100 \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ ml}) / 10,00 \text{ ml} = 0,0100 \text{ mol/l} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,0100 = 2,00$$

Laimennetun happoliuoksen pH on **2,00**. (3 p.)

8.2. (9 p.)

Koska hapon HY vesiliuoksessa $[\text{H}^+] = 10^{-2,87} = 1,349 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} < 0,100 \text{ M}$,

HY on heikko happo. (2 p.)

HY:n happovakio:

$$K_a = \frac{[Y^-][H_3O^+]}{[HY]}$$

Tasapainotilanteen tarkastelu (taulukkoa ei vaadita):

	HY(aq)	+ H ₂ O(aq)	⇌	Y ⁻ (aq)	+ H ₃ O ⁺ (aq)
Alussa (mol/l)	0,100			0	0
Tasapainossa (mol/l)	0,100 - x			x	x = 1,349 · 10 ⁻³ mol/l

$$K_a = x^2 / (0,100 - x) = (1,349 \cdot 10^{-3})^2 / (0,100 - 1,349 \cdot 10^{-3}) = 1,845 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

Happovakion perusteella HY on CH₃COOH. (1 p.)

HY-liuoksen pH laimennuksen jälkeen (taulukkoa ei vaadita):

	HY(aq)	+ H ₂ O(aq)	⇌	Y ⁻ (aq)	+ H ₃ O ⁺ (aq)
Alussa (mol/l)	0,0100			0	0
Tasapainossa (mol/l)	0,0100 - x			x	x

$$K_a = x^2 / (0,0100 - x) = 1,845 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

$$x^2 + 1,845 \cdot 10^{-5} x - 1,845 \cdot 10^{-7} = 0$$

$$(x_1 = -0,000438859) \text{ ja } x_2 = 0,000420409 = [H_3O^+] = [H^+]$$

$$\text{pH} = -\lg[H^+] = -\lg 0,000420 = 3,377 \approx 3,38$$

Laimennetun happoliuoksen pH on **3,38**. (2 p.)

OSA III

9. Nitraatit ja nitriitit elintarvikkeissa (20p.)

9.1. (5 p.)

Nitraattia esiintyy kasvikunnan tuotteissa luonnostaan. Vain pieni osa nitraattialtistuksesta johtuu lisäaineena käytetyistä nitraateista. Nitraatteja käytetään lisäaineena muun muassa juustoissa ja lihavalmisteissa.

Nitriittejä käytetään lihavalmisteissa estämässä ruokamyrkytyksiä aiheuttavien bakteerien kasvua. Osa nitriiteistä muuttuu nitraateiksi.

Nitraatteja ja nitriittejä käytetään säilöntäaineina. Molemmat aiheuttavat haittavaikutuksia elimistössä. Siksi niille on määritetty päivittäinen enimmäissaanti. Nitraateilla ja nitriiteillä on myös hyötyvaikutuksia esimerkiksi verenpaineen säätelyssä. (5 p.)

9.2. (15 p.)

Vastauksessa tunnistetaan ADI-arvojen, henkilön massan ja mitattujen arvojen merkitys arvion tekemisessä. Laskennallisia tuloksia käytetään arvion tukena. Kasvisten ja lihavalmisteen käytöstä tehdään oleellisia johtopäätöksiä.

Esimerkiksi:

Arvion pohjana voidaan käyttää nitraatin ADI-arvoa 3,7 mg / henkilön painokilo ja nitriitin ADI-arvoa 0,07 mg / henkilön painokilo. Henkilön massa vaikuttaa merkittävästi turvallisen käytön määriin. Esimerkkilaskelmissa on käytetty lapsen massana 15 kg ja aikuisen massana 80 kg. Näistä saadaan suuntaa-antavia tuloksia.

ADI-arvo kuvaa hyväksyttävää päivittäistä enimmäissaantia. Arvosta ei ilmene, miten lyhytaikainen tai pitkäaikainen altistus aiheuttaa terveysvaikutuksia. Lihavalmisteen ja kasvisten käyttö vaihtelee kuitenkin päivittäin. Esimerkiksi makkaroita ei nautita päivittäin, mutta yksittäisen päivän osalta turvallinen käyttö ylittyy helposti. Eri tuotteiden yhteismäärä vaikuttaa myös kokonaisaltistukseen.

Aineistossa C ja D ilmoitetut arvot ovat elintarvikkeista mitattuja keskiarvoja. Turvallista käyttöä varten pitäisi tietää myös vaihteluväli. Kasvisten nitraattipitoisuudet voivat vaihdella kasvuolosuhteista johtuen. Lihavalmistisiin lisätty nitriitti muuttuu ajan kuluessa nitraatiksi, mikä vaikuttaa pitkään säilytettävien lihavalmisteen nitriittimääriin. (5 p.)

Syötävien kasvisten määrä, jonka jälkeen nitraatin ADI-arvon mukainen määrä ylittyy

	Peruna (kg)	Porkkana (kg)	Punajuuri (kg)	Kurkku (kg)	Tomaatti (kg)
Lapsen (15 kg) syömänä	0,694	0,288	0,037	0,295	1,207
Aikuisen (80 kg) syömänä	3,700	1,534	0,195	1,574	6,435

Kasviksista punajuuri sisältää eniten nitraatteja. Muut kasvikset sisältävät niitä huomattavasti vähemmän.

Jo pieni päivittäinen annos punajuurta voi aiheuttaa liian suuren nitraattialtistuksen lapselle. Myös aikuinen voi saada liikaa nitraatteja punajuuresta, sillä laskelman mukainen 200 g vastaa vain yhden kookkaan punajuuren massaa. Myös kurkun 300 g:n päiväannos voi olla mahdollinen, mutta muista kasviksista ei normaalisti aiheudu nitraattimäärän ylitystä. (5 p.)

Syötävien lihavalmisteiden määrä, kun nitriitin ADI-arvo ylittyy:

Lihavalmistetyyppi	Lapsen (15 kg) syömänä		Aikuisen (80 kg) syömänä	
	keskiarvo	enimmillään	keskiarvo	enimmillään
Ruokamakkara (kg)	0,053	0,014	0,281	0,077
Kinkkuleikkele (kg)	0,070	0,024	0,371	0,128
Kestomakkara (kg)	< 0,105	< 0,105	< 0,560	< 0,560

Lihavalmisteiden nitriittimäärät vaihtelevat. Enimmäisarvot ovat huomattavasti suurempia kuin mitatut keskiarvot. Lihavalmisteiden nitraatti ei aiheuta vaaraa, sillä nitraatin ADI-arvo on moninkertainen nitriitin ADI-arvoon verrattuna. Kestomakkaran nitriittipitoisuutta ei pystytty mittaamaan, sillä pitoisuus oli niin pieni.

Kaikkien taulukossa olevien lihavalmisteiden turvallisen käytön rajat ylittyvät helposti lapsilla. Yhdestä makkarasta tai parista kinkkuleikkeleestä voi saada usean päivän turvallisen käytön määrät. Evira onkin antanut käyttörajoitussuositukset alle kouluikäisiä lapsia varten makkaroiden, nakkien ja leikkeleiden käytöstä.

Aikuisillakin päivittäisen turvallisen käytön raja ylittyy helposti, jos makkarat sisältävät mitatun maksimimäärän nitriittejä. Vaikka käyttöä arvioitaisiin vain keskiarvojen perusteella, turvallisen käytön määrä voi ruokamakkarassa ylittyä, jos aterialla syödään monta makkaraa.

(5 p.)

10. Tuliset chilipaprikat (20 p.)

10.1. (8 p.)

Reaktio 1: Aldehydiryhmä reagoi, ja aminoryhmä muodostuu. (2 p.)

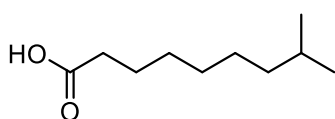
Reaktio 2: Esteriryhmä reagoi, karboksyylihapon suola muodostuu, ja lopulta karboksyylihapo muodostuu. (3 p.)

Reaktio 3: Aminoryhmä ja karboksyylihapporyhmä reagoivat, ja amidiryhmä muodostuu. (3 p.)

10.2. (7 p.)

Reaktiossa reagoi alkenyyliryhmä/C=C-kaksoissidos. (2 p.)

8-metyylinonaanihappo



F

(5 p.)

10.3. (5 p.)

Tulisuutta aiheuttavat molekyylit, dihydrokapsaisiini ja kapsaisiini, ovat suhteellisen poolittomia. Niissä on pitkä pooliton hiilivetyosa, joten ne liukenevat paremmin maidon tai jogurtin sisältämään rasvaan kuin veteen. Ne voivat myös sitoutua maidon tai jogurtin proteiineihin vetysidoksin ja dispersiovoimin. (5 p.)

11. Veteen liunneen hapen pitoisuuden määrittäminen (20 p.)

11.1. (12 p.)

Jodin määrä jodinäytteessä:

$$n(\text{KIO}_3) = c \cdot V = 0,00200 \text{ mol/l} \cdot 0,010000 \text{ l} = 0,0000200 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = 3 \cdot n(\text{IO}_3^-) = 3 \cdot 0,0000200 \text{ mol} = 0,0000600 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Natriumtiosulfaattiliuoksen tarkka konsentraatio reaktion IV mukaisesti:

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2 \cdot n(\text{I}_2) = 2 \cdot 0,0000600 \text{ mol} = 0,000120 \text{ mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,000120 \text{ mol}/0,01197 \text{ l} = 0,010025 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

Vesinäytteen titraus:

$$n(\text{I}_2) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/2 = (c \cdot V)/2 = (0,010025 \text{ M} \cdot 0,0121 \text{ l})/2 = 0,000060651 \text{ mol} \quad (3 \text{ p.})$$

$$n(\text{Mn}(\text{OH})_3) = 2 \cdot n(\text{I}_2) = 2 \cdot 0,000060651 \text{ mol} = 0,0001213 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{Mn}(\text{OH})_3)/4 = 0,0001213 \text{ mol}/4 = 0,000030326 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,000030326 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 0,000970 \text{ g}$$

Vesinäytteen happipitoisuus oli $0,000970 \text{ g}/0,075 \text{ l} = 0,01293 \text{ g/l} = 12,9 \text{ mg/l}$. (5 p.)

TAI ILMAN VÄLITULOKSIA

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2 \cdot n(\text{I}_2)$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Mn}(\text{OH})_3)$$

$$n(\text{Mn}(\text{OH})_3) = 4 \cdot n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{4} \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \cdot n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{O}_2)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 0,010025 \text{ M} \cdot 0,0121 \text{ ml} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 0,000970 \text{ g},$$

josta happipitoisuus on $12,9 \text{ g/mol}$.

Reaktiossa II oli virhe. Ensimmäisen reaktionuolen tulisi olla "+"-merkki. Jos kokelas tästä joutu-
en ei ole voinut ratkaista tehtävää loppuun, voidaan huomioida osoitettu osaaminen seuraavasti:

- Laskettu $n(\text{Mn}(\text{OH})_3)$ oikein (2 p.)

- Laskettu oikein $n(\text{O}_2)$ ja $m(\text{O}_2)$ (3 p.)

TAI

- Kokelas on todennut, että reaktioyhtälössä (II) on virhe, ja selittänyt miten massa laskettai-
siin ainemäärän avulla. (3 p.)

11.2. (8 p.)

Kun näytteen lämpötila kohoaa, hapen liukoisuus veteen pienenee. Tällöin happea poistuu
avonaisessa astiassa olevasta vesinäytteestä ja liuenneen hapen pitoisuudeksi saadaan todellista
pienempi arvo. (2 p.)

FeCl₃-jäämän Fe³⁺-ionit hapettavat jodidia (I⁻) jodiksi (I₂). Tällöin jodin määrä näytteessä
kasvaa ja natriumtiosulfaattiliuosta kuluu titrauksessa enemmän, jolloin liuenneen hapen pi-
toisuudeksi saadaan todellista suurempi arvo. (3 p.)

Muita virhelähteitä: (3 p.)

- Ilmaa pääsee näytteeseen.
- Jodi voi haihtua (näyte)liuoksesta titrauksen aikana.
- Reagensseihin (reaktiot I ja III) voi olla liuennut happea.
- Reagenssien tai näytteen epäpuhtaudet voivat pelkistää jodia jodidiksi tai hapettaa jodidia jodiksi.
- Ei tehdä rinnakkaismäärittäyksiä, vaan tutkitaan vain yksi näyte.