

Ke preli K2025 Pisteytysohje

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

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

Sisälllys

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

Vastaa tehtävään 1.

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

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

Vastaa neljään tehtävään.

- | | | |
|--|--------------------------|-------|
| 2. Suklaan metyyliksantiinit teobromiini ja kofeiini | Aineisto | 15 p. |
| 3. Kuparisulfaattipitoisuuden määrittäminen | Aineisto | 15 p. |
| 4. Kodin kemiaa | | 15 p. |
| 5. Hapetuslukuja ja sähkökemian | | 15 p. |
| 6. Kalsiumhydroksidin titraus | | 15 p. |
| 7. Ilotulitteiden kemia | | 15 p. |
| 8. Vesi | | 15 p. |

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

- | | | |
|---|--------------------------|-------|
| 9. Rajapintakondensaatio | Aineisto | 20 p. |
| 10. Aineiden rakenteita | Aineisto | 20 p. |
| 11. Typpidioksidin hajoaminen | Aineisto | 20 p. |

Koe yhteensä 120 p.

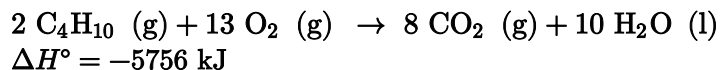
Osa 1: 20 pisteen tehtävä

 Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta 20 p.

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

1.1 Butaani palaa seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti



Kuinka paljon energiaa vapautuu kun poltetaan 1,72 mol butaania? 2 p.

PERUSTELU

Butaanin ainemäärä ja palamisentalpia ovat suoraan verrannolliset

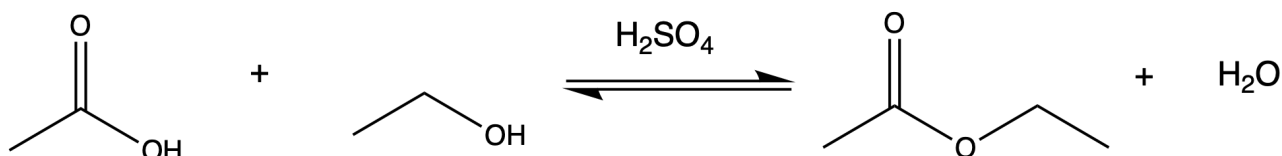
$$\frac{2 \text{ mol}}{1,72 \text{ mol}} = -\frac{5756 \text{ kJ}}{x}$$

$$x = -\frac{5756 \text{ kJ} \cdot 1,72 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = -4950 \text{ kJ}$$

Energiaa vapautuu -4950 kJ .

- ☐ -4950 kJ
- ☐ -9900 kJ
- ☐ -11512 kJ
- ☐ -3876 kJ

1.2 Mikä reaktiotyyppi on kyseessä? 2 p.

**PERUSTELU**

Kyseessä ei ole hydrolyysi, koska lukusuuntana on oletus vasemmalta oikealle.

Kyseessä on siis esteröitymisreaktio.

- ☐ Esteröityminen
- ☐ Hydrolyysireaktio
- ☐ Additioreaktio
- ☐ Substituutio

1.3 Mikä seuraavista väittämistä ei pidä paikkansa? 2 p.

PERUSTELU

Väite "Katalyytti ei osallistu reaktioon" ei pidä paikkansa.

- ☐ Katalyytti ei osallistu reaktioon.
- ☐ Katalyytti ei kulu reaktiossa.
- ☐ Katalyytti pienentää aktivoitumisenergiaa.
- ☐ Katalyytti nopeuttaa reaktiota kumpaankin suuntaan.

1.4 Mikä seuraavista pareista ei voi muodostaa puskuriliuosta? 2 p.

PERUSTELU

Puskuriliuoksen muodostavat heikko happo ja sen suola tai heikko emäs ja sen suola. Natriumkloridi ja natriumasetaatti eivät täytä tätä ehtoa, eli nämä kaksi eivät voi muodostaa puskuriliuosta.

Natriumkloridi ja natriumasetaatti

- ☐ Natriumkloridi ja natriumasetaatti
- ☐ Etikkahappo ja natriumasetaatti
- ☐ Ammoniakki ja ammoniumkloridi
- ☐ Hiilihappo ja natriumvetykarbonaatti

1.5 Missä seuraavista luetteloista aineet on järjestetty kiehumispisteen mukaan kasvavaan järjestykseen? **2 p.**

PERUSTELU

Kaikki ovat poolittomia alkuainemolekyyliä, joten kiehumispisteen määräävät dispersiovoimat. Dispersiovoimat ovat sitä vahvemmat, mitä enemmän elektroneja molekyylissä on.

F_2, Cl_2, Br_2, I_2 .

- ☐ F_2, Cl_2, Br_2, I_2
- ☐ Cl_2, Br_2, I_2, F_2
- ☐ Br_2, I_2, F_2, Cl_2
- ☐ I_2, F_2, Cl_2, Br_2

1.6 Mikä seuraavista aineista liukenee paremmin bensiiniin kuin veteen? **2 p.**

PERUSTELU

Bromi on pooliton molekyyli ja liukenee helpommin poolittomiin liuottimiin, kuten bensiiniin.

Kalsiumnitraatti on poolinen ioniyhdiste, joka liukenee hyvin poolisiin liuottimiin, kuten veteen.

HBr on poolinen molekyyli ja happo, joka ionisoituu vedessä. Se liukenee hyvin poolisiin liuottimiin, kuten veteen.

Taloussokeri on poolinen molekyyli sen lukuisten hydroksyyli ryhmien vuoksi. Se liukenee hyvin poolisiin liuottimiin, kuten veteen.

Br_2

- ☐ Br_2
- ☐ $Ca(NO_3)_2$
- ☐ HBr
- ☐ Taloussokeri

1.7 Kultanäytteessä on $4,73 \cdot 10^{20}$ atomia. Mikä on näytteen massa? **2 p.**

PERUSTELU

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{NM}{N_A}$$

$$m = \frac{4,73 \cdot 10^{20} \cdot 196,97 \frac{g}{mol}}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}} = 0,15471... g$$

0,155 g

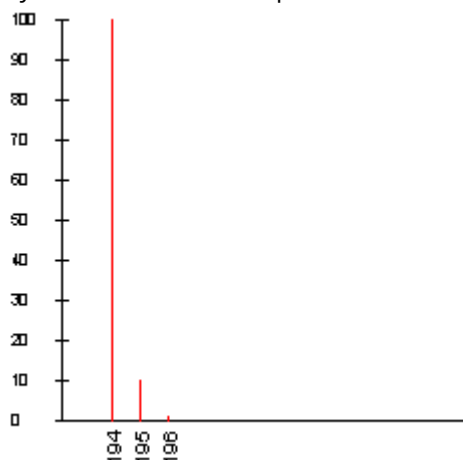
- ☐ 0,155 g
- ☐ 0,785 mg

- ☐ 1,55 g
- ☐ 197 mg

1.8 Mikä on yhdisteen molekyylikaava, kun siinä on hiiltä 49,48 %, vetyä 5,19 %, typpeä 28,85 % ja happea 16,48 %.

2 p.

Kyseisen aineen massaspektri on



PERUSTELU

Olkoon yhdisteen massa 100 g.

	$m - \%$	$m \text{ (g)}$	$M \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)$	$n = \frac{m}{M} \text{ (mol)}$	: pienimmällä	$\approx$
C	49,48	49,48	12,01	$\frac{49,48}{12,01} = 4,1199...$	$\frac{4,1199...}{1,03} = 3,9999...$	4
H	5,19	5,19	1,008	$= 5,1488...$	$= 4,9988...$	5
N	28,85	28,85	14,01	$= 2,0592...$	$= 1,9992...$	2
O	16,48	16,48	16,00	$= 1,03$	$= 1$	1

Suhdekaava



$$(4 \cdot 12,01 + 5 \cdot 1,008 + 2 \cdot 14,01 + 16,00) x = 194$$

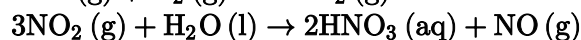
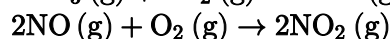
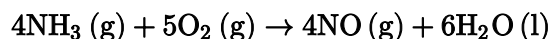
$$97,1x = 194 \quad |: 97,1$$

$$x = 1,9979... \approx 2$$

Molekyylikaava on $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$

- ☐ $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$
- ☐ $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$
- ☐ $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_6\text{O}_3$
- ☐ $\text{ON}_2\text{C}_4\text{H}_5$

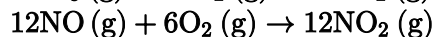
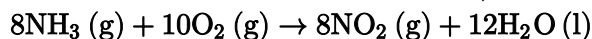
1.9 Ostwaldin menetelmällä valmistetaan ammoniakista typpihappoa seuraavasti:

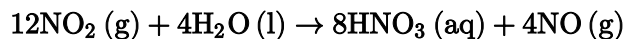


Mikä seuraavista väittämistä pitää paikkaansa? 2 p.

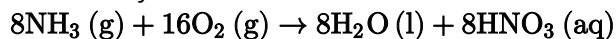
PERUSTELU

- kerrotaan ensimmäinen reaktio kahdella, toinen kuudella ja kolmas neljällä



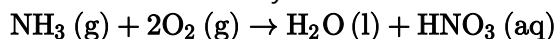


- lasketaan yhteen



- jaetaan kahdeksalla

Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on



- ☐ Neljä moolia ammoniakkia tuottaa kaksi moolia typpihappoa.
- ☐ Reaktiossa syntyy sivutuotteena viisi moolia vettä.
- ☐ Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on $\text{NH}_3 (\text{g}) + 2\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{HNO}_3 (\text{aq})$
- ☐ Kokonaisreaktion reaktioyhtälö on $8\text{NH}_3 (\text{g}) + 16\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 8\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 8\text{HNO}_3 (\text{aq})$.

1.10 Mikä seuraavista alkuaineiden oksideihin liittyvistä väittämistä EI pidä paikkaansa. **2 p.**

Vastaus: Rikin ja typen oksidit nostavat sadeveden pH arvoa.

- ☐ Rikin ja typen oksidit nostavat sadeveden pH arvoa.
- ☐ Useimmat metallioksidit reagoivat veden kanssa muodostaen hydroksidi-ioneja.
- ☐ Metallioksideissa on yleensä ionisidos ja epämetallioksideissa kovalenttinen sidos.
- ☐ Amfoteeriset oksidit voivat reagoida sekä hapon että emäksen kanssa.

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Suklaan metyyliksantiinit teobromiini ja kofeiini 15 p.

Aineisto

2.A Teksti ja kuva: Suklaan metyyliksantiinit

Tutustu aineistosivulla olevaan materiaaliin ja vastaa seuraaviin kysymyksiin.

2.1 Kuinka monta grammaa teobromiinia on 100 gramman levyssä suklaata, kun valmistaja ilmoittaa suklaan kaakaopitoisuudeksi 70 %? **3 p.**

RATKAISU

Suklaassa on raakakaakaota 70 % eli

$$0,70 \cdot 100 \text{ g} = 70 \text{ g}$$

Raakakaakaossa on teobromiinia 1,89 %, joten teobromiinin massaksi saadaan

$$0,0189 \cdot 70 \text{ g} = 1,323 \text{ g} \approx 1,3 \text{ g}$$

PISTEYTYS

- osattu prosenttilaskennan periaate (1 p.)
- raakakaakaon osuus huomioitu (1 p.)
- saatu oikea teobromiinipitoisuus, yksikkö vaaditaan (1 p.)

2.2 Mitä tarkoittaa LD50 arvo? 2 p.**RATKAISU**

LD50 arvolla kuvataan aineen myrkyllisyyttä.

Arvo tarkoittaa annosta, jolla puolet koe-eläimistä kuolee kokeen aikana.

Annos annetaan yleensä milligrammoina elopainokiloa kohden.

PISTEYTYS

- myrkyllisyys (1 p.)

- määrittely (1 p.)

2.3 Viisikiloinen koira on syönyt 170 gramman levyn maitosuklaata. Onko syytä huoleen? Perustele. 4 p.**RATKAISU**

Maitosuklaan teobrominipitoisuus on 0,15 %, joten syödyssä suklaalevyssä on teobromiinia

$$m(\text{teobromiini}) = 0,0015 \cdot 170 \text{ g} = 0,255 \text{ g} = 255 \text{ mg}$$

Kofeiinipitoisuus on 0,02 %, joten

$$m(\text{kofeiini}) = 0,0002 \cdot 170 \text{ g} = 0,034 \text{ g} = 34 \text{ mg}$$

Koira on syönyt metyyliksantiineja yhteensä 289 mg.

Koiran syömä määrä elopainokiloa kohden

$$\frac{289 \text{ mg}}{5 \text{ kg}} = 57,8 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

Kun tätä verrataan LD50 arvoon 100 mg/kg, ei ehkä olla hengenvaarassa, mutta koiralle tulee vakavia oireita, joten on syytä huoleen.

PISTEYTYS

- laskettu oikein metyyliksantiinien määrä (2 p.)

(jos huomioitu vain teobromiini max 1 p.)

- laskettu annos elopainokiloa kohden (1 p.)

- ymmärretty perustellusti olla huolissaan (1 p.)

2.4 Teobromiini on vähäisissä määrin vesiliukoinen. Laske liuoksen konsentraatio yksikössä mmol/l, kun 1,0 litraan vettä on huoneenlämmössä liuennut 330 mg teobromiinia. 3 p.**RATKAISU**

Teobromiinin moolimassa

$$M(\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2) = (7 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 + 4 \cdot 14,01 + 2 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 180,174 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

(MarvinSketchistä katsottuna 180,167)

$$n = \frac{m}{M} \quad c = \frac{n}{V} \Rightarrow c = \frac{m}{MV}$$

$$c = \frac{330 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{180,174 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,0 \text{ l}} = 1,83156... \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,8 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}$$

PISTEYTYS

- moolimassa (1 p.)
- konsentraation ratkaisun periaate (1 p.)
- oikea vastaus oikealla tarkkuudella (1 p.)

2.5 Tehtävän metyyliksantiinit luokitellaan aromaattisiin yhdisteisiin mm. niissä esiintyvän viisiatomisen heterosyklisen renkaan vuoksi. Mitä funktionaalisia ryhmiä niiden kuusiatomisessa renkaassa esiintyy? **3 p.**

RATKAISU

Kummassakin molekyylissä esiintyy typpiä atomien vieressä hiili, jossa on kaksoissidoksella happi. Tällaista funktionaalista ryhmää kutsutaan amidiryhmäksi (amidoryhmäksi).

PISTEYTYS

- oikea funktionaalinen ryhmä (3 p.)
 - vääristä ryhmistä - 1 p./ryhmä
- Jos mainittu hiili-hiili kaksoissidos, ei ansioita, ei virhettä.

3. Kuparisulfaattipitoisuuden määrittäminen 15 p.

Tuntemattoman kuparisulfaattiliuoksen pitoisuus halutaan tutkia spektrofotometrisesti.

3.1 Kiinteästä kuparisulfaatista $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ valmistetaan standardiliuossarja. Liuosten pitoisuuksiksi halutaan 0,10 M, 0,20 M, 0,30 M, 0,40 M ja 0,50 M.

Selitä tarkasti laskuineen, miten liuokset valmistetaan.

Käytettävissä ovat tavanomaiset laboratoriovälineet sisältäen 10 ml, 50 ml, 100 ml ja 200 ml mittapulloja sekä 1 ml, 2 ml, 10 ml, 20 ml ja 25 ml täyspipettejä. **7 p.**

RATKAISU

Merkitään huolellisesti liuosten pitoisuudet niiden valmistusastioihin.

Valmistetaan ensin väkevin 0,50 mol/l liuos kiinteästä kuparisulfaatista 200 ml mittapulloon.

Tarkasti, analyysivaakaa käyttäen punnittavan kuparisulfaatin määrä lasketaan seuraavasti

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = (63,55 + 32,07 + 4 \cdot 16,00 + 5 \cdot (2 \cdot 1,008 + 16,00)) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 249,70 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = cV \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = nM \quad \Rightarrow \quad m = cVM$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,200 \text{ l} \cdot 249,70 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 24,970 \text{ g}$$

Kaikki punnittu aine siirretään huolellisesti suppilon avulla mittapulloon. Punnitusastia huuhdellaan tislattulla vedellä ja huuhteluvesi kaadetaan myös mittapulloon. Mittapullo täytetään tislattulla vedellä lähes täyteen. Liuosta sekoitetaan, kunnes kaikki kiinteä aine on liennut. Tämän jälkeen mittapullo täytetään tislattulla vedellä huolellisesti merkkiviivaan saakka siten, että nestepinnan alin kohta on merkkiviivalla. (Voidaan myös liuottaa ensin punnitusastiassa)

Muut liuokset valmistetaan laimentamalla 0,50 mol/l liuosta.

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1}$$

0,40 M liuos valmistetaan 0,50 mol/l liuksesta 50 ml mittapulloon

Lasketaan pipetoitavan liuoksen määrä

$$V = \frac{0,40 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 50 \text{ ml}}{0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 40 \text{ ml}$$

Pipetoidaan kahdesti 20 ml täyspipetillä väkevämpää liuosta mittapulloon. Liuos imetään pipettiin pumpetilla merkkiviivaan saakka ja annetaan valua omalla painollaan ulos pipetistä. Pullo täytetään merkkiviivaan saakka tislattulla vedellä ja liuos sekoitetaan.

0,30 M liuos valmistetaan 0,50 mol/l liuksesta 50 ml mittapulloon

$$V = \frac{0,30 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 50 \text{ ml}}{0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 30 \text{ ml}$$

0,20 M liuos valmistetaan 0,50 mol/l liuksesta 50 ml mittapulloon

$$V = \frac{0,20 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 50 \text{ ml}}{0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 20 \text{ ml}$$

0,10 M liuos valmistetaan 0,50 mol/l liuksesta 50 ml mittapulloon

$$V = \frac{0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 50 \text{ ml}}{0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 10 \text{ ml}$$

Yhteensä väkevää liuosta kului (40+30+20+10) ml eli 100 ml

PISTEYTYS

- punnittavan kuparisulfaatin massa (1 p.)
- liuoksen valmistamisen periaate (2 p.)
jokin merkityksellinen vaihe selittämättä max 1 p.
periaate oleellisesti virheellinen 0 p.
- laimeampien liuosten valmistaminen laimentamalla, ei kiinteästä aineesta
ensimmäisen laimennoksen laskeminen (2 p.)
loput laimennoslaskut (1 p.)
laimentamisen periaatteen selittäminen (1 p.)

Huom!

- Laimennokset voidaan tehdä monella eri tavalla. Tarkasta, että liuokset riittävät opiskelijan esittämiin laimennoksiin ja niitä jää vielä jäljelle (vähintään 10 ml) mittauksia varten. Jos eivät riitä - 2 p.
- Jos kaikki liuokset valmistettu kiinteästä aineesta max 4 p.

3.2 Mitä tarkoittaa standardiliuos ja mihin standardiliuoksia tarvitaan tässä tutkimuksessa? 3 p.

RATKAISU

Standardiliuos on liuos, jossa on tunnettu pitoisuus tiettyä ainetta. Tässä tutkimuksessa niistä mitattujen

absorbanssien avulla piirretään standardisuora, jonka avulla tuntemattoman näytteen pitoisuus voidaan selvittää sen absorbanssin avulla.

PISTEYTYS

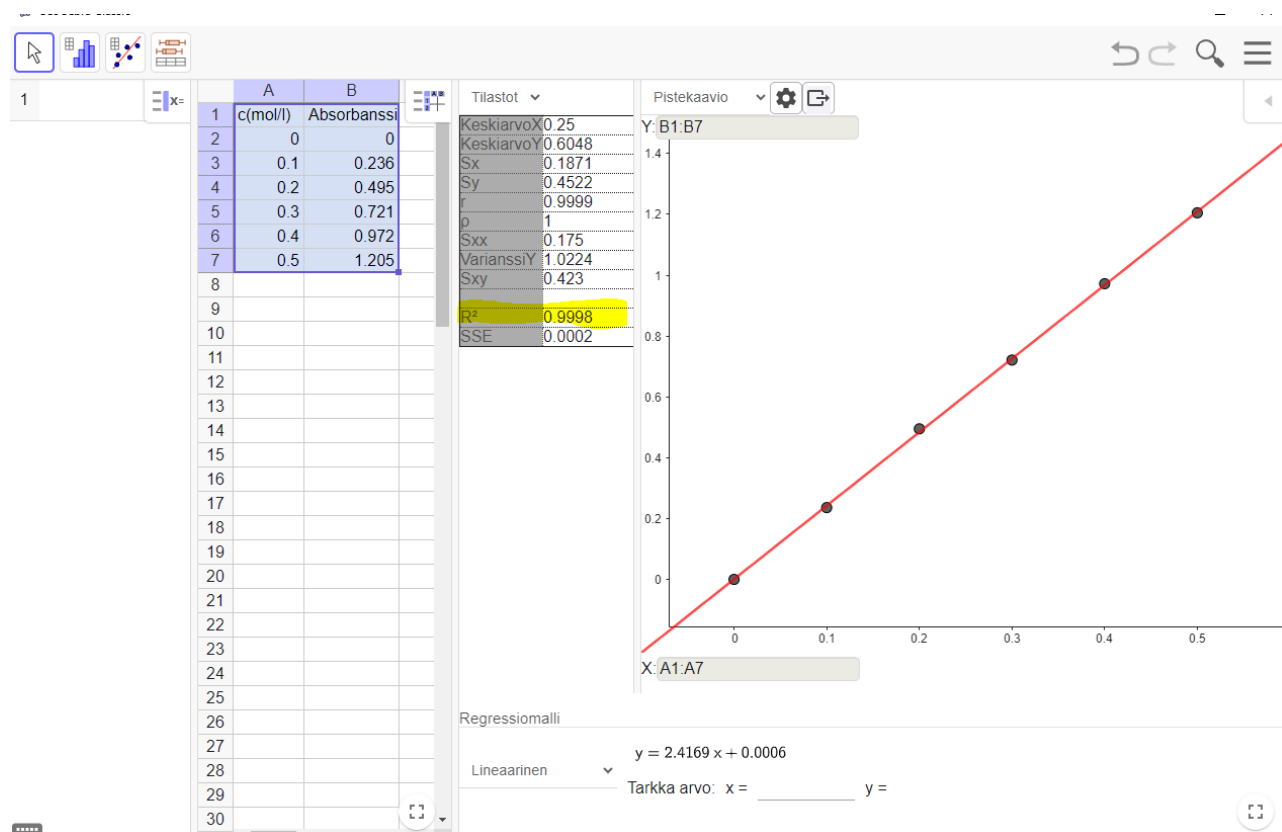
- standardiliuos selitetty (1 p.)
- standardisuoran laatiminen (1 p.)
- tuntemattoman näytteen määrittäminen (1 p.)

3.3 Selvitä tuntemattoman näytteen konsentraatio aineistosivulla annettujen mittaustulosten perusteella ja arvioi mittauksen onnistumista. **5 p.**

RATKAISU

Laaditaan kuvaaja jotakin ohjelmistoa käyttäen.

Sovitetaan pistejoukkoon suora ja määritetään suoran yhtälö.



Kuvasta voidaan päätellä, että standardisuoran laatiminen tehtyjen mittausten perusteella on onnistunut. Pisteet osuvat hyvin suoralle. Toisaalta samaa kertoo (keltaisella merkitty) korrelaatiokerroin, joka on hyvin lähellä yhtä.

Standardisuoran yhtälön perusteella voidaan laskea tuntemattoman näytteen konsentraatio.

$$A = 2,4169c + 0,0006$$

$$0,528 = 2,4169c + 0,0006$$

1 RatkaiseNumeerisesti($0.528 = 2.4169c + 0.0006, c$)
 $\rightarrow \{c = 0.21821\}$

2

Tuntemattoman näytteen konsentraatio on

$$c = 0,21821 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 0,22 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Muodostuvan suoran yhtälö ja siten saatu numeerinen ratkaisu voivat vaihdella riippuen käytetystä ohjelmasta.

PISTEYTYYS

- jollakin ohjelmistolla laadittu kuva, johon sovitettu suora (2 p.)
Jos sovitettu jotain muuta kuin suora, pisteiden kertyminen päättyy. ei-VSE.
- perusteltu onnistuminen, korrelaatiokertoimen mainitsemista ei vaadita (1 p.)
- etsitty tuntemattoman näytteen konsentraatio graafisesti ohjelmiston avulla (tapa käy ilmi vastauksesta) TAI laskettu konsentraatio suoran yhtälön avulla (1 p.)
- saatu oikea vastaus oikealla tarkkuudella (1 p.)

Aineisto

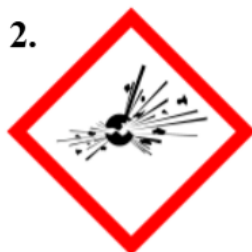
3.3.A Mittaustulokset

4. Kodin kemiaa 15 p.

On tärkeää tunnistaa yleisten kotona käytettävien kemikaalien koostumus, jotta osaa käsitellä niitä turvallisesti. Kemikaalit voivat reagoida keskenään tai ympäristön kanssa aiheuttaen vaaratilanteita.

Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

4.1 Nimeä kodin kemikaaleista löytyvät varoitusmerkit. 2 p.



RATKAISU

1. kuva: hapettava aine
2. kuva: räjähtävä
3. kuva: vakava terveysvaara
4. kuva: paineen alainen kaasu

PISTEYTYS

- 2 oikein (1 p.) ja 4 oikein (2 p.)

- 4.2 Ulpu siivoaa kotona kylpyhuonetta ja päättää sekoittaa vessanpuhdistajaa, joka sisältää hapanta puhdistusainetta ja natriumhypokloriittia sisältävää valkaisuainetta, jotta hän saisi pesualtaan ja lattian mahdollisimman puhtaaksi. Hetken kuluttua hän alkaa haistaa voimakasta ja pistävää hajua, ja hänen silmiään alkaa kirvellä. Mikä reaktio tässä tilanteessa tapahtuu ja minkälaisia terveydellisiä vaaroja tilanteessa voi syntyä? **3 p.**

RATKAISU

Vessanpuhdistajan sisältämä happo reagoi valkaisuaineen kanssa. Valkaisuaine sisältää klooria, joten reaktiossa syntyy myrkyllistä kloorikaasua (Cl_2).

Kloorikaasu on erittäin ärsyttävää ja voi aiheuttaa vakavia hengitysteiden, silmien ja ihon oireita. Kloorikaasu on hengenvaarallista ja sen hengittäminen voi aiheuttaa vakavia terveysongelmia.

PISTEYTYS

- Tunnistettu, että valkuaisaine sisältää klooria (1 p.)
- Reaktiossa syntyy kloorikaasua (1 p.)
- Lueteltu kloorikaasun vaaroja (1 p.)

- 4.3 Aarni yrittää poistaa ruostetta vanhasta työkalusta käyttäen ruosteenpoistoainetta, joka sisältää vahvaa happoa (fosforihappo). Fosforihappo toimii ruosteenpoistoon, koska se muodostaa rautafosfaattikerroksen. Hän päättää tehostaa prosessia kietomalla työkalun alumiinifolioon, jotta kemikaali pysyisi työkalun pinnalla paremmin.

Mitä reaktiossa alumiinin kanssa tapahtuu, ja mikä vaara siitä voi aiheutua? **3 p.**

RATKAISU

Ruosteenpoistoaine sisältää vahvaa happoa, kuten fosforihappoa, joka reagoi alumiinin kanssa muodostaen vetykaasua (H_2). Tämä reaktio voi olla vaarallinen, koska vetykaasu on erittäin räjähtävää, erityisesti jos lähellä on avotulta tai kipinöitä. Lisäksi reaktio tuottaa lämpöä, mikä voi aiheuttaa kuumenemistä ja palovaaran.

PISTEYTYS

- Alumiini reagoi vahvan hapon kanssa muodostaen vetykaasua (1 p.)
- Vetykaasu on helposti räjähtävä (1 p.)
- Reaktio tuottaa lämpöä (1 p.)

- 4.4 Aliisa on maalannut pihakalusteita pellavaöljypohjaisella maalilla. Kun hän on valmis, hän jättää maalin tahraaman rätin kasaan terassin nurkkaan. Myöhemmin samana päivänä, Aliisa huomaa, että rätti on syttynyt tuleen ja juoksee sammuttamaan sitä.

Pellavaöljy voi syttyä itsestään hapettumisreaktion johdosta. Kun lämpötila nousee tarpeeksi korkeaksi, se voi

saavuttaa syttymispisteen ja aiheuttaa spontaanin palamisen.

Onko kyseessä eksoterminen vai endoterminen reaktio? Perustele. Miten pellavaöljyiset rievut tulee hävittää turvallisesti? Miten mahdollinen tulipalo kannattaa sammuttaa? Mitä tapahtui ja miten sammutus tulisi hoitaa?

4 p.

RATKAISU

Kyseessä on eksoterminen reaktio, koska reaktio vapauttaa lämpöä.

Rievut tulee hävittää joko polttamalla esimerkiksi metallisessa astiassa tai kuivattamalla paikassa, joka ei aiheuta tulipalon vaaraa.

Sammutus voidaan hoitaa esimerkiksi tukahduttamalla, sammutuspeitteellä tai vaahdolla. Sammutusta ei kannata hoitaa vedellä, koska kuivuttuaan rätti voi leimahtaa uudelleen.

PISTEYTYS

- Eksoterminen reaktio + perustelu (1 p.)
- Riepujen hävitys (1 p.)
- Sammutus tukahduttamalla esimerkiksi (1 p.)
- Sammutus ei vedellä (1 p.)

4.5 Tuoni työskentelee autotallissaan ja päättää puhdistaa metalliosia käyttämällä voimakasta viemärinpuhdistusainetta, joka sisältää natriumhydroksidia. Hänellä on kädessään ohuet kertakäyttöiset muovikäsineet. Tuoni alkaa kaatamaan puhdistusainetta metalliosien päälle ja käsittelee niitä käsin. Hetken kuluttua hän huomaa, että käsineet alkavat tuntua tahmeilta ja haurailta. Pian ne alkavat repeillä ja sulaa käsistä, ja Tuoni tuntee käsissään polttavaa tunnetta. Hän ottaa nopeasti käsineet pois ja huomaa ihollaan punoitusta ja ärsytystä.

Mikä toiminnassa oli väärin ja miksi muovikäsineet eivät tarjonneet riittävää suojaa?

3 p.

RATKAISU

Natriumhydroksidi on vahva emäs, joka on erittäin syövyttävä ja voi reagoida muovin kanssa, heikentäen sen rakennetta. Monet ohuet muovikäsineet eivät kestä voimakkaita kemikaaleja ja voivat syöpyä tai hajota nopeasti niiden vaikutuksesta. Tuoni olisi tarvinnut kemikaalikestävämmät käsineet, kuten nitrilikäsineet, jotka tarjoavat paremman suojan vahvoja emäksiä ja happoja vastaan.

PISTEYTYS

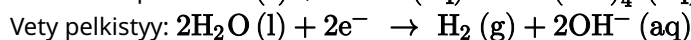
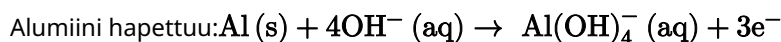
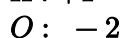
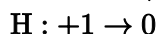
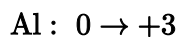
- Natriumhydroksidi on vahva emäs, joka on erittäin syövyttävä (1 p.)
- Voi reagoida muovin kanssa (1 p.)
- Nitrilikäsineet parempi valinta (1 p.)

5. Hapetuslukuja ja sähkökemiasia 15 p.

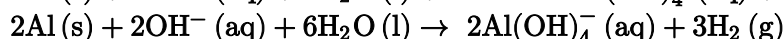
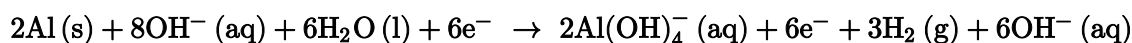
5.1 Alumiini syöpyy emäksisessä vesiliuoksessa muodostaen $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ (aq) -ioneja sekä vetykaasua. Esitä puolireaktiot sekä tasapainotettu reaktioyhtälö. Mikä alkuaine hapettuu ja mikä pelkistyy? 7 p.

RATKAISU

Määritetään ensin hapetusluvut kaikille reaktioon osallistuville aineille.



Kerrotaan ylempi yhtälö kahdella ja alempi kolmella, jotta elektronien määrä on sama. Osittaisreaktiot lasketaan puolittain yhteen ja samanlaiset termit supistetaan.

**PISTEYTYS**

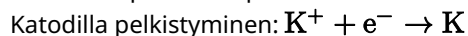
- Alumiinin hapetusluvut oikein (1 p.)
- Vedyn hapetusluvut oikein (1 p.)
- Alumiini hapettuu, vety pelkistyy (1 p.)
- Hapettumisen reaktio oikein tasapainotettu (1 p.)
- Pelkistymisen reaktio oikein tasapainotettu (1 p.)
- Lopullinen reaktio oikein (2 p.)
- (-1 p. jos olomuodot puuttuvat)

5.2 Kaliumfluoridia elektrolysoidaan 10,0 A virralla tunnin ajan. Kirjoita anodilla ja katodilla tapahtuvat reaktiot. Kummalla elektrodilla tapahtuu pelkistyminen ja kummalla hapettuminen?

Laske elektolyysissä tuotetun kaliumin massa sekä syntyvän fluorikaasun tilavuus (dm^3), kun kaasun lämpötila on 23 °C ja paine 101 kPa. 8 p.

RATKAISU

Reaktioyhtälö



Katodilla pelkistyvän kaliumin ainemäärä saadaan kaavasta $It = nzF$.

$$n(\text{K}) = \frac{It}{zF} = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{1 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 0,37311499... \text{ mol}$$

Tuotetun kaliumin massa on siis

$$m(\text{K}) = n(\text{K}) \cdot M(\text{K}) = 0,37311499... \text{ mol} \cdot 39,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 14,588796109... \approx 14,6 \text{ g}$$

Anodilla hapettuvan fluorin ainemäärä

$$n(\text{F}_2) = \frac{It}{zF} = \frac{10,0 \text{ A} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{2 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 0.1865574... \text{ mol}$$

Hyväksytään myös vaihtoehtoinen tapa laskea fluorin ainemäärä kaliumin ainemäärän ja kokonaisreaktion yhtälön kertoimien avulla.

Lasketaan fluorikaasun tilavuus

$$V(\text{F}_2) = \frac{n(\text{F}_2)RT}{p} = \frac{0.1865574 \dots \text{mol} \cdot 8,31446 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (23+273,15)\text{K}}{101 \cdot 10^3 \text{ Pa}}$$

$$= 4,54817 \dots \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4,5 \text{ dm}^3$$

PISTEYTYS

- Anodin reaktioyhtälö (1 p.)
 - Anodilla hapettuminen (1 p.)
 - Katodin reaktioyhtälö (1 p.)
 - Katodilla pelkistyminen (1 p.)
 - Kaliumin ainemäärä oikein (1 p.)
 - Kaliumin massa oikein (1 p.)
 - Fluorikaasun ainemäärä oikein (1 p.)
 - Fluorikaasun tilavuus oikein (1 p.)
- (Ei pisteitä fluorista, jos ainemäärää laskiessa z on väärä)

6. Kalsiumhydroksidin titraus 15 p.

Määritetään kalsiumhydroksidin konsentraatio kylläisessä liuoksessa titraamalla se **0,14 M** suolahappoliuoksella.

- 6.1** Kuvaile titrauksen suoritus laboratoriossa, kun sinulla on käytössäsi kiinteää kalsiumhydroksidia, suolahappoa, tislattua vettä sekä bromitymolisinistä indikaattoriksi. **5 p.**

RATKAISU

1. Valmistetaan ensin kylläinen kalsiumhydroksidiliuos Erlenmeyer-pulloon lisäämällä kiinteää kalsiumhydroksidia tislattuun veteen. Jatketaan lisäystä kunnes suolaa ei enää liukene.
2. Täytetään byretti suolahappoliuoksella
3. Pipetoidaan tyhjään Erlenmeyer-pulloon tunnettu määrä äsken valmistettua kylläistä kalsiumhydroksidiliuosta ja lisätään tislattua vettä sekä pH-indikaattoria. Tässä vaiheessa liuos on väriltään sinertävä.
4. Titrataan kylläinen kalsiumhydroksidiliuos suolahappoliuoksella, kunnes ekvivalenttikohda on saavutettu. Ekvivalenttikohda huomataan värimuutoksesta sinisestä keltaiseksi. Kirjataan muistiin suolahappoliuoksen kulutus ekvivalenttikohdassa.

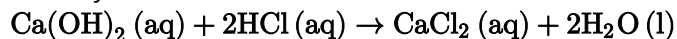
PISTEYTYS

- Kohta 1 (1 p.)
- Kohta 2 (1 p.)
- Kohta 3 (1 p.)
- Kohta 4. (2 p.)

Huom! Värimuutoksen kuvailu vaaditaan täysiin pisteisiin

6.2 Kirjoita neutraloitumisen reaktioyhtälö. 3 p.**RATKAISU**

Reaktioyhtälö:

**PISTEYTYS**

- Kaikki aineet oikein (1 p.)
- Kertoimet oikein (1 p.)
- Olomuodot oikein (1 p.)

Huom! Kerroin- ja olomuotopisteet saa vain, jos kaikki aineet ovat oikein.

6.3 Laske hydroksidi-ionien konsentraatio, kun suolahappoa tarvitaan 7,7 ml ekvivalenttipisteen saavuttamiseen ja kalsiumhydroksidiliuosta on käytetty 25 ml. 4 p.**RATKAISU**

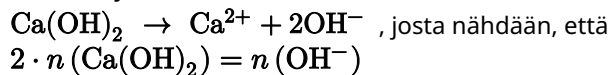
$$n = cV$$

Koska $n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ ja, koska liuenneen aineen moolimäärä ei muutu, saadaan $2 \cdot c(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$.

Ratkaistaan tästä kalsiumhydroksidin konsentraatio

$$c(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{2 \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{0,14 \text{ M} \cdot 7,7 \text{ ml}}{2 \cdot 25 \text{ ml}} = 0,02156 \text{ M}$$

Kalsiumhydroksidin ionireaktio on



$$\text{Saadaan } c(\text{OH}^-) = 2 \cdot 0,02156 \text{ M} = 0,04312 \text{ M} \approx 0,04 \text{ M}$$

Vaihtoehtoinen tapa laskea:

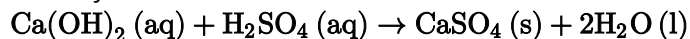
Jokainen OH^- -ioni neutraloi yhden suolahappomolekyylin, sama mooleina ja tätä kautta ratkaistu.**PISTEYTYS**

- Moolimäärä ei muutu (1 p.)
- Kalsiumhydroksidin konsentraatio (1 p.)
- Ainemäärien suhde (1 p.)
- Hydroksidi-ioni konsentraatio (1 p.)

6.4 Titrataan kalsiumhydroksidiliuosta suolahapon sijaan rikkihapolla. Mitkä asiat ovat nyt toisin titrauksen saavutettua ekvivalenssipisteensä? 3 p.**RATKAISU**

Reaktiossa muodostuu kalsiumkloridin sijaan kalsiumsulfaattia.

Reaktioyhtälö:



Koska sekä happo että emäs ovat nyt diproottisia saadaan neutraloitumispisteessä hapon ja emäksen määrasuhteiksi 1:1.

Kalsiumsulfaatti on happoihin ja veteen niukkaliuokoinen (MAOL taulukko: suolojen liukoisuus veteen), joten titrausliuokseen muodostuu saostuma

PISTEYTYS

- Reaktion aineet selitetty tai annettu reaktioyhtälö (1 p.)
- Hapon ja emäksen suhde on 1:1 (1 p.)
- Kalsiumsulfaatti on niukkaliuokoinen, muodostuu saostuma (1 p.)

Huom! Reaktioyhtälöstä voi saada pisteen myös olomuodolla (aq), mutta kolmas piste edellyttää saostuman sanallista kuvailua tai olomuotomerkintää (s) yhtälössä.

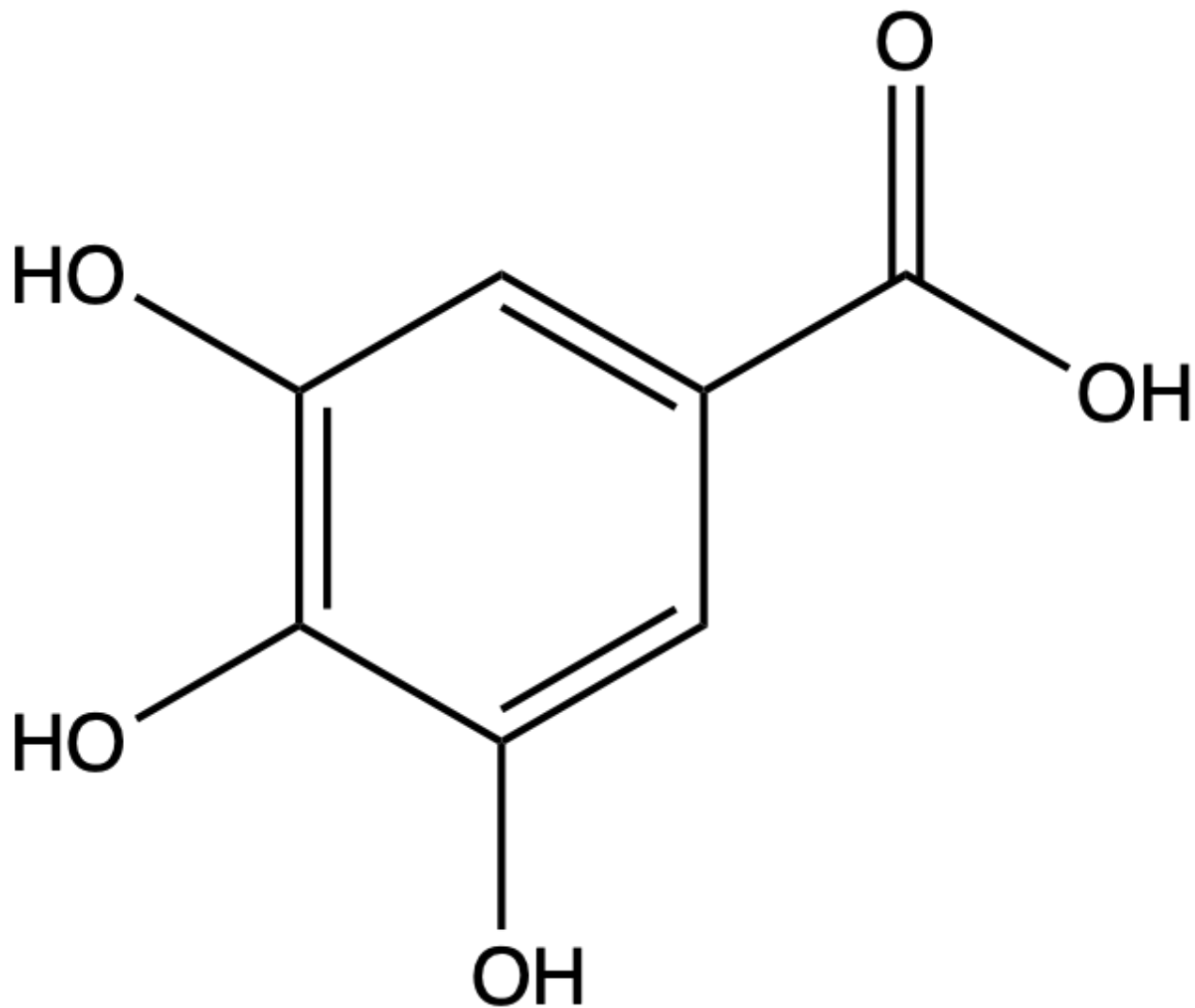
7. Ilotulitteiden kemia 15 p.

Markkinoilla on paljon erilaisia ilotulitteita, joiden erot vaihtelevat värien, koon ja äänien välillä. Osa ilotulitteista päästää vihellystä vastaavan äänen niiden lähtiessä taivasta kohti. Tämä vihellysääni johtuu aromaattisista orgaanisista yhdisteistä, kuten esimerkiksi gallushaposta (3,4,5-trihydroksibentsoehappo) tai pikriinihaposta (2,4,6-trinitrofenoli).

Orgaanista yhdistettä sekoitetaan hapettimeen (esim. kaliumkloraatti) ja pakataan tiiviisti putkeen. Aromaattisten yhdisteiden aiheuttamat pienet räjähdykset saavat aikaan palavan seoksen tuottamissa kaasuissa värähtelyjä. Tämä synnyttää putkeen seisovan aallon, joka tuottaa vihellysefektin.

7.1 Piirrä gallushappo sekä laske sen moolimassa. Mitä funktionaalisia ryhmiä löydät kyseisestä yhdisteestä? 6 p.

RATKAISU



Gallushappon molekyylikaava on $C_7H_6O_5$.

$$\text{Moolimassa: } (7 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 5 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (84,07 + 6,048 + 80,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 170,118 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Gallushapossa on funktionaalisina ryhminä karboksyyli ryhmä ja fenoliryhmä.

PISTEYTYS

- 3,4,5-trihydroksibentsoehappo piirretty oikein (3 p.)
- Moolimassa oikein (1 p.)
- Gallushapossa karboksyyli happo (1 p.) ja fenoli (1 p.)

Huom! Hydroksi + bentseeni 0 p. mutta hydroksidi + bentseeni tai muu selkeästi väärä vastaus kumoaa oikean ryhmän pisteen.

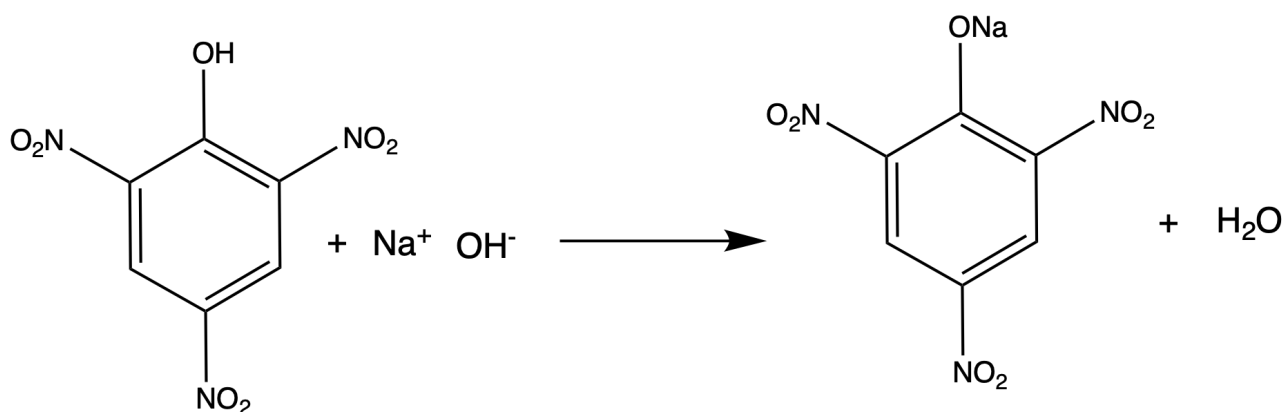
7.2 Mitä eri funktionaalisia ryhmiä löydät pikriinihaposta?

Laadi reaktioyhtälö pikriinihapon ja natriumhydroksidin väliselle reaktiolle. (Pikriinihapon nitroryhmien sijoittumisen tieto löytyy tehtävänannosta) **5 p.**

RATKAISU

Pikriinihapossa on kolme nitroryhmää ja fenoliryhmä (tai fenolinen hydroksiryhmä).

Kuva reaktiosta



Reaktiossa pikriinihappo reagoi natriumhydroksidin kanssa (neutraloitumisreaktio) muodostaen suolan ja vettä.

PISTEYTYS

- Fenoli (1 p.)
- 3 kpl nitro-ryhmiä (1 p.)
- Pikriinihappo piirretty oikein (1 p.)
- Reaktiotuote oikein (1 p.)
- Syntyy vettä (1 p.)

Huom! Hydroksi + bentseeni 0 p. mutta hydroksidi + bentseeni tai muu selkeästi väärä vastaus kumoaa oikean ryhmän pisteen.

7.3 Minkälaista isomeriaa löydät trinitrofenolista? Nimeä isomeerin tyyppi ja selitä se lyhyesti. Anna esimerkki yhdestä isomeeristä, sekä nimeä ja piirrä tämä isomeeri. **4 p.**

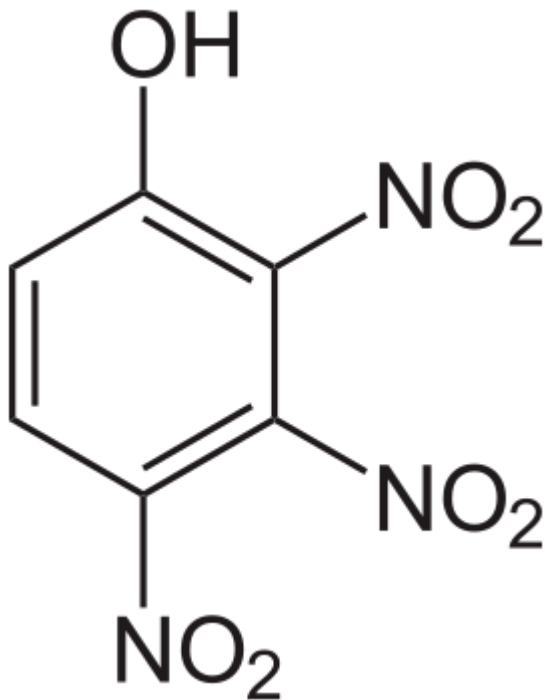
RATKAISU

Trinitrofenolissa voi esiintyä paikkaisomeriaa, jossa yhdisteillä on sama molekyylikaava, mutta ainakin yhden funktionaalisen ryhmän paikka on muuttunut.

PISTEYTYS

- Tunnistettu paikkaisomeria (1 p.)
- Selitetty paikkaisomeria (1 p.)
- Isomeeri piirretty oikein (1 p.)
- Isomeeri nimetty oikein (1 p.)

Esimerkkinä piirretty 2,3,4-trinitrofenoli



8. Vesi 15 p.

8.1 Selitä kemiallisesti perustellen, millainen on kiinteän veden rakenne ja mitä veden rakenteelle tapahtuu, kun vesi muuttuu kiinteästä nesteeksi ja nesteestä kaasuksi. 5 p.

RATKAISU

Kiinteässä vedessä pooliset vesimolekyylit muodostavat vetysidoksin harvan verkkomaisen kolmiuloitteisen rakenteen. Vetysidoksia on 4 kappaletta kussakin molekyylissä.

Veden olomuodon muutoksessa kiinteästä nesteeksi vetysidoksia katkeaa ja muodostuu jatkuvasti. Vesimolekyylit pääsevät kiinteään aineeseen verrattuna lähemmäs toisiaan. Vetysidoksia on 3-4 kappaletta molekyyliä kohti.

Nesteen muuttuessa kaasuksi loputkin vetysidokset katkeavat ja molekyylit irtoavat toisistaan kokonaan.

PISTEYTYS

- molekyylin poolisuus (1 p.)
- vetysidokset ja niiden määrät (1 p.)
- kiinteän olomuodon harva rakenne (1 p.)
- nesteen tiheä rakenne vetysidosten katkeamisen ja muodostumisen vuoksi (1 p.)
- kaasun toisistaan erkaantuneet molekyylit (1 p.)

Jos veden väitetään hajoavan alkuaineikseen, tehtävästä max 3 p.

8.2 Mikä on veden konsentraatio kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella, kun veden lämpötila on 26 °C? 4 p.

RATKAISU

MAOL: 26 °C veden tiheys 0,99679 g/ml = 996,79 g/l

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$c = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow c = \frac{m}{VM}$$

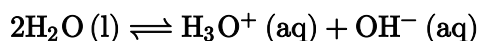
$$c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{996,79 \frac{\text{g}}{\text{l}}}{1 \text{ l} \cdot 18,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 55,32804... \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 55,3 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

PISTEYTYS

- löydetty veden tiheys (1 p.)
- veden moolimassa (1 p.)
- laskettu konsentraatio oikein (1 p.)
- oikea tarkkuus (1 p.)

8.3 Kirjoita veden autoprotolysireaktion reaktioyhtälö. Onko kyseessä endoterminen vai eksoterminen reaktio? Perustele. 6 p.

RATKAISU



Tälle tasapainovakion lauseke

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2},$$

josta saadaan veden ionitulo, kun veden konsentraatiota voidaan pitää vakiona.

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Veden ionitulon arvot kasvavat lämpötilan noustessa

Veden ionitulo

$t^{\circ}\text{C}$	$K_W \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2$	$\text{p}K_W$
0	$0,114 \cdot 10^{-14}$	14,94
5	$0,186 \cdot 10^{-14}$	14,73
10	$0,293 \cdot 10^{-14}$	14,53
15	$0,452 \cdot 10^{-14}$	14,34
20	$0,681 \cdot 10^{-14}$	14,17
25	$1,008 \cdot 10^{-14}$	14,00
30	$1,471 \cdot 10^{-14}$	13,83
35	$2,088 \cdot 10^{-14}$	13,68
40	$2,916 \cdot 10^{-14}$	13,53
45	$4,016 \cdot 10^{-14}$	13,40
50	$5,476 \cdot 10^{-14}$	13,26
100	$51,3 \cdot 10^{-14}$	12,30

joten reaktion tasapainoasema siirtyy tuotteiden suuntaan lämpötilaa nostettaessa. Näin ollen reaktio on endoterminen.

PISTEYTYS

- reaktioyhtälö (1 p.)
- veden ionitulon muodostaminen (2 p.)
- havaittu ionitulon kasvu lämpötilan kasvaessa (1 p.)
- todettu tasapainoaseman siirtyminen oikealle (1 p.)
- päätelty endotermiseksi (1 p.)

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

i Vastaa kahteen tehtävään.

9. Rajapintakondensaatio 20 p.

Aineisto

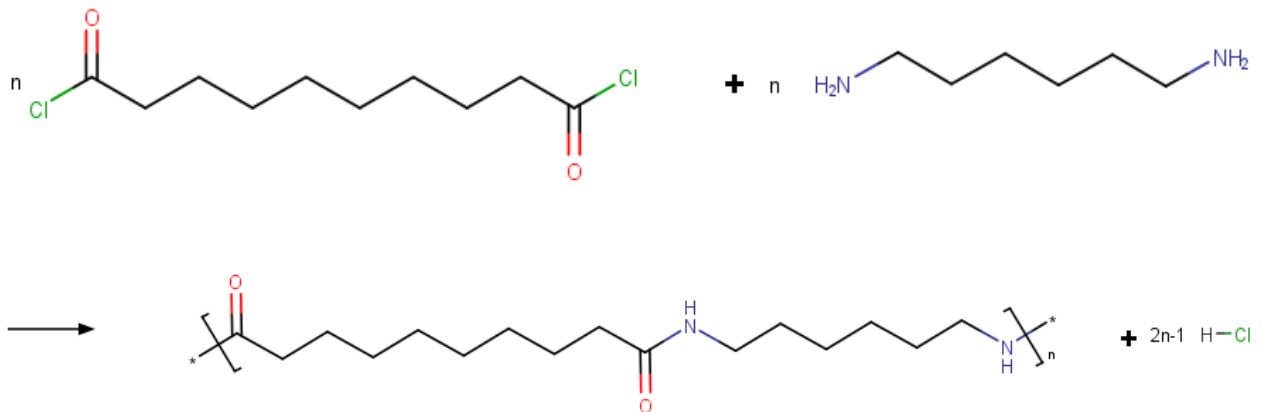
9.A [Video: Nylon 610 valmistaminen](#)

9.B [Teksti: Nylon 66 ja nylon 6](#)

9.1 Aineiston 9.A videolla on esitetty nylon 610 valmistaminen lähtöaineistaan.

Laadi polymeroitumisreaktion reaktioyhtälö rakennekaavoin. 6 p.

RATKAISU



PISTEYTYS

- lähtöaineet oikein (1 p.)
- lähtöaineiden kertoimet oikein (1 p.)
- päätuotteessa amidisidos oikein (1 p.)
- päätuote muutoin oikein (1 p.)
- sivutuote HCl oikein (1 p.)
- sivutuotteen kerroin oikein (1 p.)

9.2 Mitä rajapintakondensaatio videon perusteella tarkoittaa?

Mistä rajapinnasta on tässä kyse?

Miksi tällainen rajapinta syntyy? 6 p.

RATKAISU

Rajapintakondensaatio tarkoittaa tässä sitä, että polymeerin havaitaan syntyvän lähtöaineliuosten faasirajalla, josta sitä vedetään pinsetin avulla pois liuoksesta.

Kaksi toisiinsa liukenematonta nestettä muodostavat reaktioastiaan erilliset faasit, joiden välille jää silmin havaittava raja.

Nesteet eivät liukene toisiinsa, koska toisessa on liuottimena pooliton bensiini (ylempi kerros) ja toisessa liuottimena on poolinen vesi (alempi kerros).

PISTEYTYS

- kuvailtu reaktion tapahtuminen faasirajalla (2 p.)
- selitetty nesteiden jääminen kahdeksi kerrokseksi, joiden välillä on raja (2 p.)
- toisiinsa liukenemattomuus selitetty (2 p.)

9.3 Mihin yhdisteryhmään nailonpolymeerit luokitellaan? **1 p.**

RATKAISU

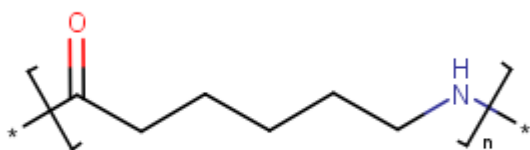
Polyamideihin.

PISTEYTYS

- oikea vastaus (1 p.)

9.4 Aineistossa 9.B on kerrottu nylon 6 ja nylon 66 polymeerien lähtöaineet.

Piirrä nylon 6 polymeerin rakennekaava. **3 p.**

RATKAISU**PISTEYTYS**

- rengas katkaistu amidisidoksen kohdalta (2 p.)
- rakennekaava muuten oikein (1 p.)

9.5 Selitä, mihin perustuu nylonpolymeerien nimeäminen liittämällä numeroita niiden nimiin. **4 p.**

RATKAISU

Nylon 610 lähtöaineissa on 6 hiiltä ja 10 hiiltä. Polymeerin toistuvassa yksikössä on siis 16 hiiltä.

Nylon 66 lähtöaineissa on vastaavasti 6 ja 6 hiiltä sekä polymeeriyksikössä näin ollen 12 hiiltä.

Nylon 6 lähtöaineessa on 6 hiiltä ja polymeerin perusyksikkö muodostuu kuudesta hiilestä.

PISTEYTYS

- oivallettu logiikka (2 p.)

- perusteltu kunkin polymeerin osalta (2 p.)

10. Aineiden rakenteita 20 p.**Aineisto**

10.A Kuva: NMR-pektrit

Vastaa seuraaviin hybridisaatiota koskeviin kysymyksiin.

10.1 Anna esimerkit molekyyleistä, joissa hiilen hybridisaatio on

1) sp

2) sp^2

3) sp^3 3 p.

Esimerkiksi:

1) sp - C_2H_2

Perustelu: Etyynissä on kolmoissidos, joka muodostuu yhdestä σ -sidoksesta ja kahdesta π -sidoksesta. Kummankin hiilen 2s-orbitaali ja yksi 2p-orbitaaleista muodostavat kaksi energialtaan samansuuruista sp -hybridiorbitaalia.

2) sp^2 - C_2H_4

Perustelu: Eteenissä on kaksoissidos, joka muodostuu yhdestä σ -sidoksesta ja yhdestä π -sidoksesta. 2s orbitaali ja kaksi 2p orbitaalia muuntuvat sp^2 -orbitaaliksi.

3) sp^3 - CH_4

Perustelu: Eteenissä on yksinkertainen kovalenttinen sidos, joka muodostuu yhdestä σ -sidoksesta. Yhdestä s orbitaalista ja kolmesta p orbitaalista muodostuu sp^3 hybridiorbitaalit.

PISTEYTYS

1 p. / kohta (yhteensä 3 p.)

Huom!

Jos opiskelijan esimerkissä on useampi hiili, joista vain osalla on oikea hybridisaatio 0 p.

10.2 Mikä on rikkiheksafluoridin hapetusluku? Minkä muotoisesta molekyylistä on kyse? Onko kyseessä pooliton vai poolinen yhdiste? Perustele. 5 p.

RATKAISU

Koska fluorin hapetusluku on -I, rikin hapetusluvun on oltava +VI.

Rikkiheksafluoridi on pooliton yhdiste. S-F -sidokset ovat poolisia sidoksia. Rikkiheksafluoridin molekyyli rakenne on oktaedrinen ja symmetrinen, mikä johtaa dipolimomentin kumoutumiseen.

PISTEYTYS

- Hapetusluku (1 p.)
 - Muoto mainittu, oktaedrisen termin mainitseminen ei pakollista. Selitys riittää (1 p.)
 - S-F -sidokset poolisia (1 p.)
 - Todettu, että molekyyli on pooliton ja perustelut (2 p.)
- Huom! Poolittomuus ilman perustelua 0 p.

10.3 Kuinka monta pii- ja sigmasidosta 2-metyyli-butadieenissa on? Mitkä ovat sidoskulmat? Perustele. **4 p.**

RATKAISU

2-metyyli-butadieeni sisältää 10 yksinkertaista sidosta ja 2 kaksoissidosta. Yksinkertainen sidos muodostuu yhdestä sigmasidoksesta. Kaksoissidos muodostuu yhdestä sigma- ja yhdestä piisidoksesta. Yhteensä sigma-sidoksia on siis 12 kpl ja piisidoksia 2 kpl.

Kaksoissidoksissa olevat hiiliatomit ovat sp^2 -hybridisoituneita, mikä johtaa 120-asteen sidoskulmiin. Yksinkertaisessa sidoksissa oleva hiiliatomi on sp^3 -hybridisoitunut, mikä johtaa 109,5-asteen sidoskulmiin.

PISTEYTYS

- Sigmasidosten määrä (1 p.)
- Piisidosten määrä (1 p.)
- Löydetty kaksi sidoskulmaa ja perusteltu molemmat (1 p. / kulma)

10.4 Tarkastellaan kahta tuntematonta aromaattista aldehydiä, joiden molekyylikaava on $C_9H_{10}O$. Aineistossa on esitetty molempien yhdisteiden NMR-spektrit.

Esitä yhdisteiden rakennekaavat ja merkitse mahdolliset asymmetriset hiiliatomit kuvaan. Nimeä yhdisteet. Mitkä ovat hiilen hybridisaatiot näissä yhdisteissä? **8 p.**

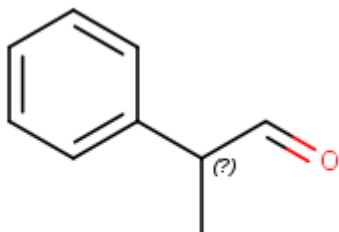
RATKAISU

Aldehydeissä funktionaalisena ryhmänä on $-CHO$. Koska kyseessä on aromaattinen yhdiste niin tiedetään, että molemmissa yhdisteissä on myös bentseenirenkas. Bentseenirenkaan jälkeen jäljelle jää kolme hiiltä, viisi vetyä sekä yksi happi.

NMR-spektrien perusteella havaitaan ero molekyylien rakenteissa.

Yhdiste A

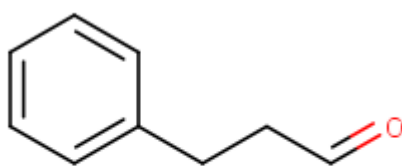
Kyseessä on 2-fenyylipropanaali. Yhdisteessä on asymmetrinen hiili keskellä molekyyliä, ensimmäisessä hiilessä joka lähtee bentseenirenkaasta - kuvassa merkitty (?).



Name: 2-phenylpropanal
Molecular weight: 134,18
Formula: $C_9H_{10}O$

Yhdiste B

Kyseessä on 3-fenyylipropanaali. Yhdisteessä ei ole asymmetrisiä hiiliä.



Name: 3-phenylpropanal
Molecular weight: 134,18
Formula: $C_9H_{10}O$

PISTEYTYYS

- Aromaattinen yhdiste sisältää bentseenirenkaan (1 p.)
- Bentseenirenkaan ulkopuolella kolme hiiltä, viisi vetyä ja happi (1 p.)

Yhdiste A

- Yhdiste piirretty (1 p.) ja nimetty (1 p.) oikein
- Asymmetrinen hiili löydetty (1 p.)

Yhdiste B

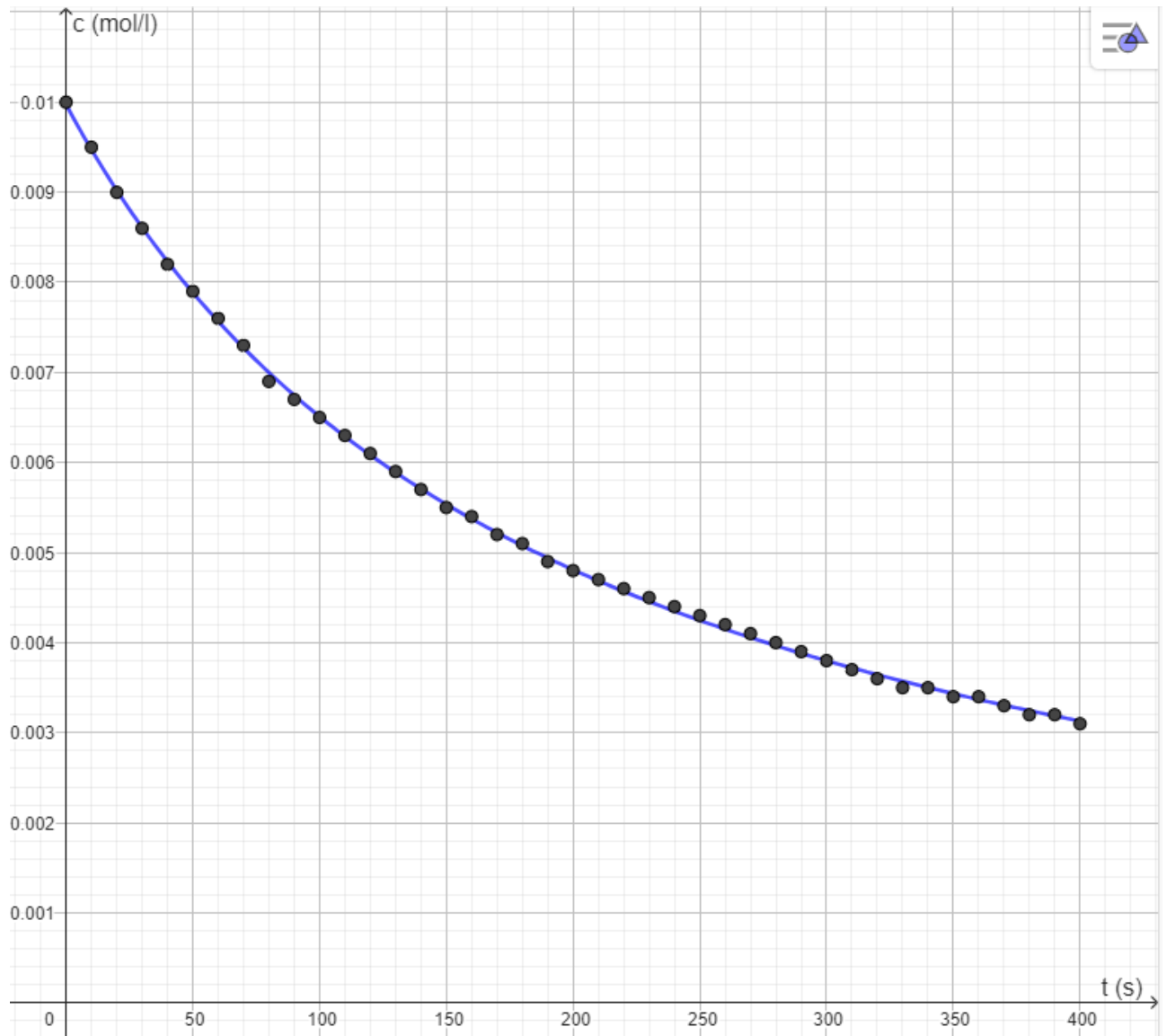
- Yhdiste piirretty (1 p.) ja nimetty (1 p.) oikein
- Todettu, että asymmetristä hiiltä ei ole (1 p.)

11. Typpidioksidin hajoaminen 20 p.**Aineisto****11.A Taulukko: Typpidioksidin pitoisuus ajan funktiona**

Laboratoriossa tutkittiin typpidioksidin hajoamista typpimonoksidiksi ja hapeksi. Mittaustulokset ovat aineistosivulla.

11.1 Laadi kuvaaja typpidioksidin konsentraation muuttumisesta ajan funktiona. 5 p.

RATKAISU



PISTEYTYS

- akselit oikein (1p.)
- akselit nimetty (nimi ja yksikkö) (2 p.)
- pisteet kuvaajalla (1 p.)
- sovitus tehty (1 p.)

11.2 Mikä on typpidioksidin keskimääräinen hajoamisnopeus tutkimuksen aikana? 4 p.

RATKAISU

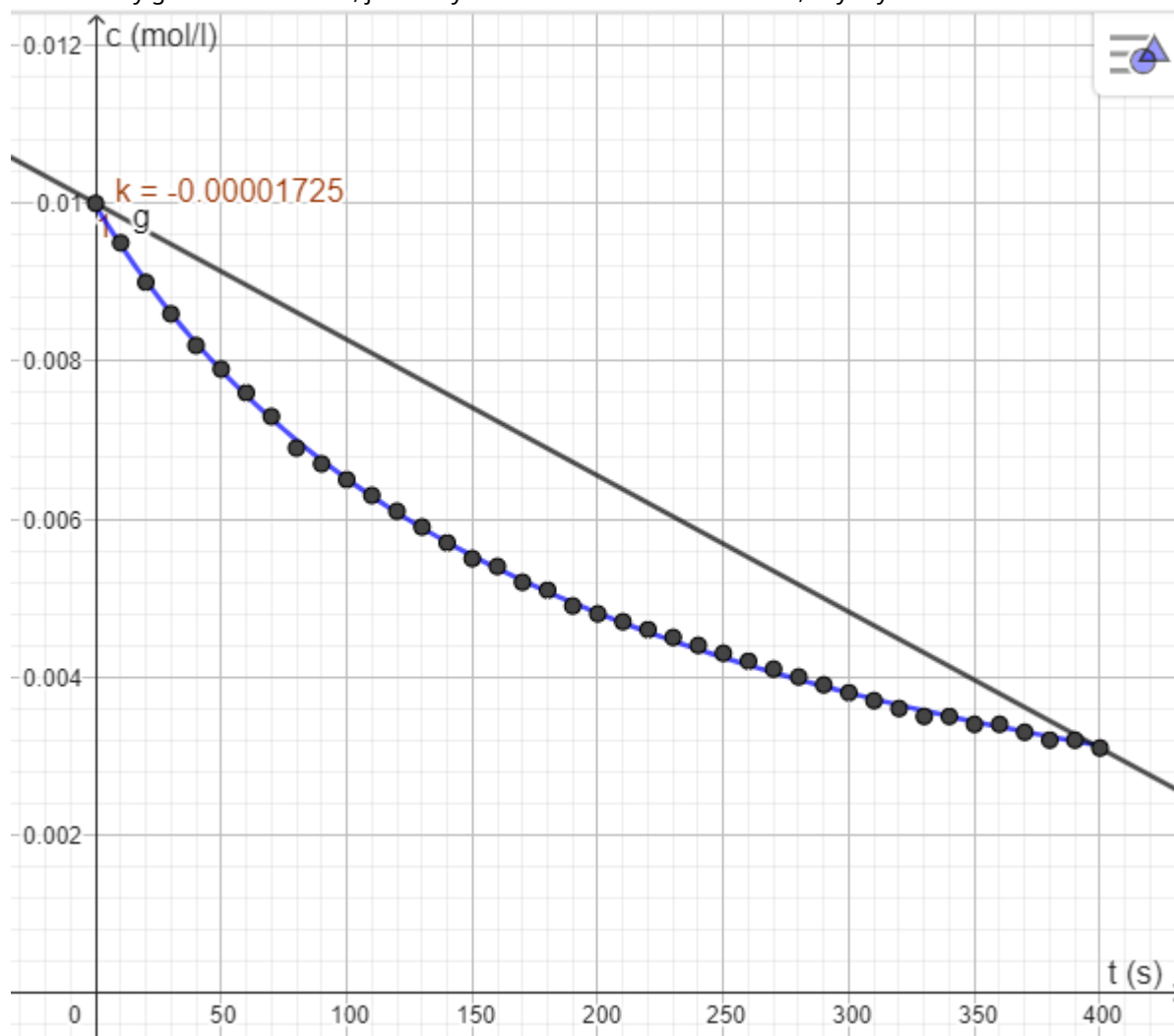
$$\begin{aligned}
 &= ((0, 0.01), (10, 0.0095), (20, 0.009), (30, 0.0085), (40, 0.008), (50, 0.0075), (60, 0.007), (70, 0.0065), (80, 0.006), (90, 0.0055), (100, 0.005), (110, 0.0045), (120, 0.004), (130, 0.0035), (140, 0.003), (150, 0.0025), (160, 0.002), (170, 0.0015), (180, 0.001), (190, 0.0005), (200, 0.0001)) \\
 f(x) &= \text{Jos}(0 \leq x \leq 400, \text{SovitaLogistinen}(l1)) \\
 &= \frac{-0.0003478379}{1 - 1.0348718871 e^{0.0001777216x}}, \quad (0 \leq x \leq 400) \\
 g &: \text{Suora}(A, Q_1)
 \end{aligned}$$

1	$f(0)$	$\approx$ 0.0099747367
2	$f(400)$	$\approx$ 0.0031303611

$$v = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = \frac{0,00313036 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - 0,00997473 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{400 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -1,711092 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{s}} \approx -1,7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{s}}$$

Typidioksidi hajoaa nopeudella $1,7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{s}}$

Oikein tehty graafinen ratkaisu, josta käy ilmi mistä lukema on katsottu, käy myös vastaukseksi.



PISTEYTYS

- valittu alku- ja loppuhetki tarkastelupisteiksi (1 p.)
- laskettu pisteiden välisen suoran kulmakerroin (2 p.)
- vastaus (tarkkuus ja yksikkö) (1 p.)

Jos esitetty vain lasku, on oltava negatiivinen arvo.

Jos annettu hajoamisnopeus, positiivinen arvo käy myös.

11.3 Määritä typpidioksidin pitoisuudelle puoliintumisaika $t_{\frac{1}{2}}$. 4 p.

RATKAISU

Puoliintumisaika tarkoittaa aikaa, jonka kuluessa pitoisuus on pienentynyt puoleen alkuperäisestä.

Alkuarvo on 0,0100 mol/l, joten halutaan tietää, millä ajan hetkellä pitoisuus on 0,0050 mol/l.

The screenshot shows a software interface for defining and solving functions. On the left, under the 'Funktio' tab, a function $f(x)$ is defined as:

$$f(x) = \text{Jos}(0 \leq x \leq 400, \text{SovitaLogistinen}(11\frac{1}{2}), -0.00035, \frac{1}{1 - 1.03487 e^{0.00018x}}), \quad (0 \leq x \leq 400)$$

Below this, under the 'Lista' tab, the function is listed. On the right, under the 'RatkaiseNumeerisesti' (Solve Numerically) tab, the equation $f(x) = 0.0050$ is entered, and the solution is shown as $\{x = 185.55315\}$.

Puoliintumisaika on siis 185,55315 s $\approx$ 190 s

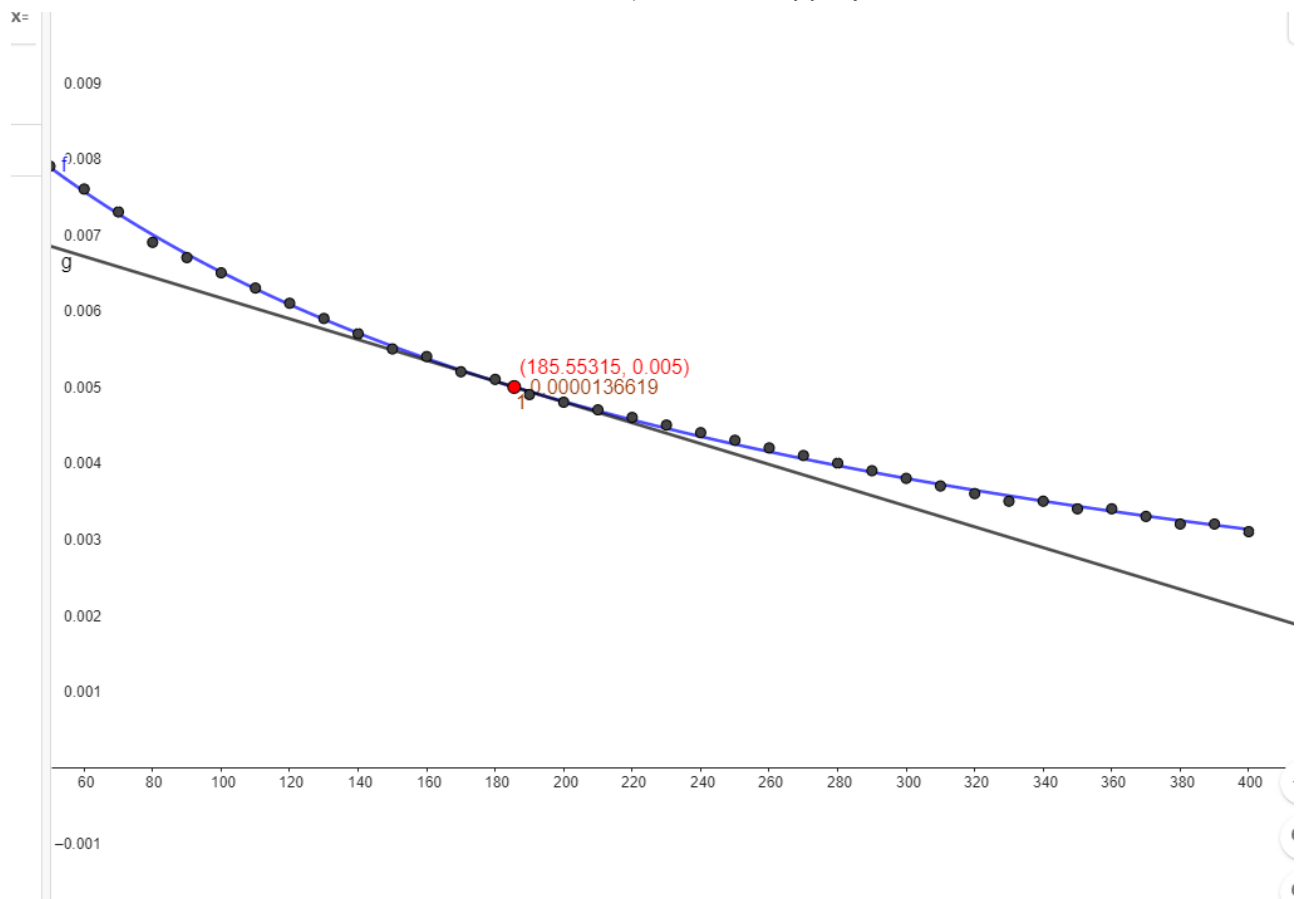
PISTEYTYS

- ymmärretty puoliintumisaika (1 p.)
- päätetty pitoisuus (1 p.)
- yhtälö ratkaisua varten (1 p.)
- oikea vastaus (tarkkuus, yksikkö) (1 p.)

11.4 Mikä on typpidioksidin hajoamisnopeus ajan hetkellä $t_{\frac{1}{2}}$? 4 p.

RATKAISU

Merkitään piste kuvaajalle pyydettyyn kohtaan ja piirretään siihen tangenttisuora. Tangenttisuoran kulmakerroin on hajoamisreaktionnopeus.



Hajoamisnopeudeksi saadaan $1,36619 \cdot 10^5 \frac{\text{mol}}{\text{l}\cdot\text{s}} \approx 1,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}\cdot\text{s}}$

tai

Hajoamisreaktionnopeus on $-1,36619 \cdot 10^5 \frac{\text{mol}}{\text{l}\cdot\text{s}} \approx -1,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}\cdot\text{s}}$

PISTEYTYS

- vastauksesta käy ilmi hetkellisen nopeuden määrittämisen periaate (2 p.)
- oikea hajoamisopeus (1 p.)
- oikea tarkkuus ja yksikkö (1 p.)

11.5 Typen oksidit päätyvät hengitysilmaan tyypillisesti liikenteen päästöistä. Mitä haittavaikutuksia typpidioksidilla on ihmiselle? **3 p.**

RATKAISU

mainittava kolme oikeaa vaikutusta - esimerkiksi seuraavia

- tunkeutuu syvälle hengityselimiin
- haittaa hengitysteiden kudoksissa niiden luonnollisia puhdistusmekanismeja
- haittaa hengitysteiden puolustusmekanismeja
- supistaa keuhkoputkia
- herkistää keuhkoputkia muille ärsykeille (siitepölyt / kylmä)
- vaurioittaa verisuonistoa
- lisää sydänkohtauksen riskiä

PISTEYTYS

- jokaisesta oikeasta (1 p.)
- (enitään 3 p.)

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.

Siirry tarkastelemaan vastauksiasi

Tarkastelun jälkeen voit vielä palata muokkaamaan vastauksia, tai päättää kokeen.

EE v.23.4.5