

MFKAn Preliminäärikokeen ratkaisut kevät 2019

2.

a)

$$V(\text{NaCl}) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l}$$

$$M(\text{NaCl}) = (22,99 + 35,45) \text{ g/mol} = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{V(\text{NaCl})} \rightarrow n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 0,15 \text{ mol/l} \cdot 0,500 \text{ l} = 0,075 \text{ mol}$$

2p

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} \rightarrow m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl})$$

$$= 0,075 \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g/mol} = 4,383 \text{ g} \approx \mathbf{4,4 \text{ g} (4,38 \text{ g})}$$

2p

Liuoksen valmistaminen:

Punnitaan vaa`alla tarkasti 4,4 g kiinteää natriumkloridia ja **liuotetaan** natriumkloridi **dekanterilasissa**. Kun kaikki natriumkloridi on liuennut, siirretään liuos **500 ml:n mittapulloon** ja täytetään mittapullo merkkiviivaan saakka tislattulla vedellä.

(Hyväksytään myös: liuotetaan valmiiksi mittapullossa noin puoleen vesimäärästä ja täytetään sitten tarkasti merkkiviivaan.)

Suljetaan pullo korkilla ja käännellään pulloa ylösalaisin muutamia kertoja. **Pullon kylkeen** (etikettiin) **merkinnät**: mistä liuksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimi.

4p

Veden tiheys on 1 kg/l, joten $m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ g}$

$$\text{massa-\%}(\text{NaCl}) = \frac{4,383 \text{ g}}{504,383 \text{ g}} \cdot 100 \% = 0,86898 \% \approx \mathbf{0,87 \% (0,869 \%)}$$

3p

(Jos jakanut 500 g:lla ja saanut vastauksen 0,88 %, niin 2p)

b) Osmoosi on ilmiö, jossa **vesi** virtaa **puoliläpäisevän kalvon** (esimerkiksi solukalvon) **läpi laimeammasta liuoksesta väkevämpään**, jolloin väkevyyserot pyrkivät tasoittumaan.

2p

Oppilas laittoi dialyysiletkun fysiologista liuosta väkevämpään liuokseen, jolloin **letkusta alkoi virtaamaan vettä 2,0-massa%-liuokseen ja letku meni kasaan / letkussa nesteen määrä väheni.**

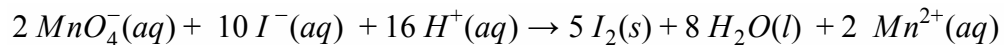
2p

3.

	hapetusluku alussa	hapetusluku lopussa	tapahtuva muutos	siirtyvien e ⁻ määrä yhtä atomia kohti
Mn	+VII	+II	pelkistyy	5
O	-II	-II	0	0
I	-I	0	hapettuu	1
H	+I	+I	0	0

Hapetusluvut oikein taulukossa tai muutoin selkeästi ilmaistuna

2p



2p

Tarkistanut reaktioyhtälön varaukset:

$$\text{vp } -2 - 10 + 16 = +4$$

$$\text{op } +4$$

Mangaani pelkistyy, koska hapetusluku muuttuu +VII:stä +II

Jodi hapettuu, koska hapetusluku muuttuu -I:stä 0:aan

3p

b)

$$c(\text{KMnO}_4) = 0,00100 \text{ mol / l}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = 15,2 \text{ ml} = 0,0152 \text{ l}$$

$$m(\text{KI}) = ?$$

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{V_{\text{KMnO}_4}}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4) = 0,00100 \text{ mol/l} \cdot 0,0152 \text{ l} = 1,52 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \quad 2\text{p}$$

$$\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{n(\text{I}^-)} = \frac{2}{10} \rightarrow n(\text{I}^-) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 5 \cdot 1,52 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 7,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \quad 2\text{p}$$

$$M(\text{KI}) = (39,10 + 126,90) \text{ g/mol} = 166 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{I}^-) = n(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{M(\text{KI})} \rightarrow m(\text{KI}) = n(\text{KI}) \cdot M(\text{KI}) = 7,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 166 \text{ g/mol} =$$

$$0,012616 \text{ g}$$

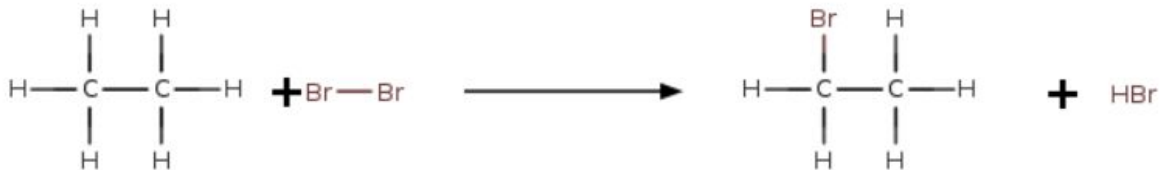
$$\approx \mathbf{12,6 \text{ mg}} \quad (\mathbf{13 \text{ mg}} \text{ tai } \mathbf{12,62 \text{ mg}})$$

2p

2p

4. Reaktioyhtälöt on voinut piirtää täydellisinä rakennekaavoina tai viivakaavoina.

a)



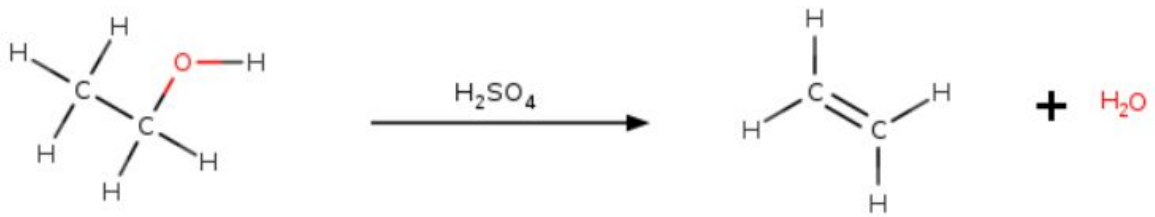
substituutioreaktio tai korvautumisreaktio

(2p reaktioyhtälö ja 1p reaktiotyyppi)

2+1p

(Versio, jossa 2kpl vetyä korvautuu bromiatomeilla, jolloin toissijainen tuote on vetymolekyylä. 1p)

b)

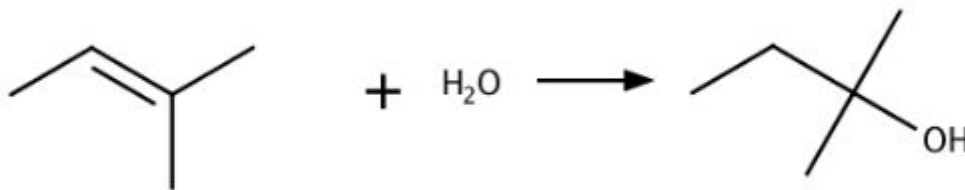


eliminaatioreaktio

2+1p

Vaihtoehtoisesti reaktio, jossa kaksi alkoholia reagoi kondensaatioreaktiolla ja syntyy dietyylieetteri ja vesi 2+1p.

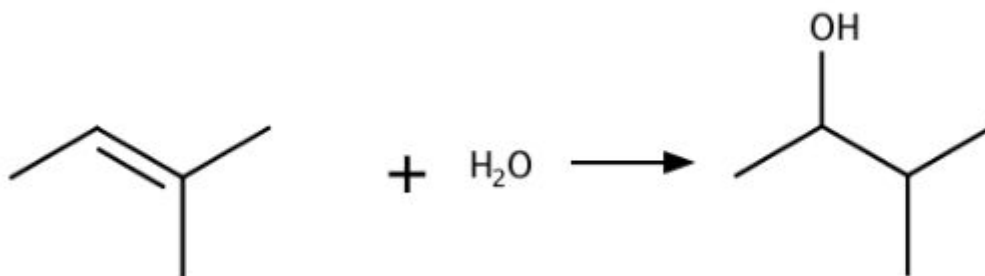
c)



Markovnikovin säännön mukainen

additioreaktio tai liittymisreaktio tai hydrataatio

2+1p

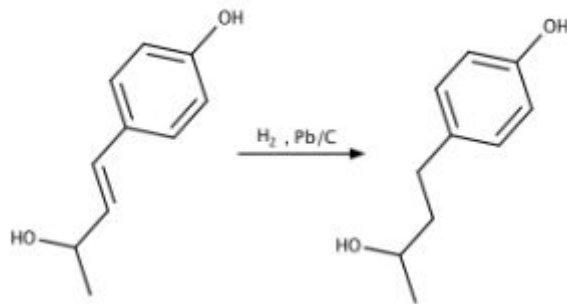


Ei Markovnikovin säännön mukaan

additioreaktio tai hydrataatio tai liittymisreaktio

1+1p

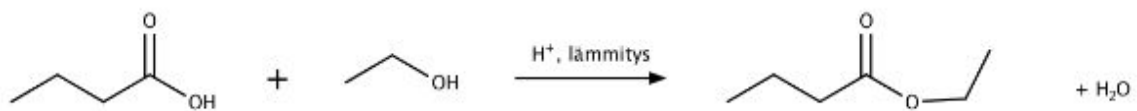
d)



additioreaktio tai liittymisreaktio

2+1p

e)



kondensaatioreaktio tai esteröinti-reaktio

2+1p

5. Sanallinen selitys tai reaktioyhtälö.

a) Natrium reagoi kiivaasti veden kanssa. Vedestä nousee **kaasua** ja vesi **värjäytyy pinkiksi**.

1p

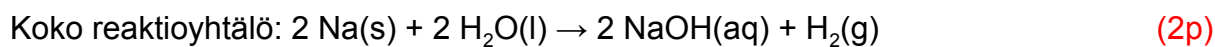
Voinut selittää ratkaisua useammilla eri tavalla:

Natrium on epäjalometalli ja hapettuu: $\text{Na(s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$

Vesi pelkistyy: $2 \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

2p

Tai



(Väärä yhdiste tai kerroin 0p, väärä tai puuttuva olomuoto 1p)

Tai

Vesi pelkistyy, epäjalometalli natrium hapettuu ja vapauttaa vedestä vetykaasua.

Fenoliftaleiini on indikaattori ja osoittaa värinmuutoksella liuoksen muuttuvan

emäksiseksi. (2p)

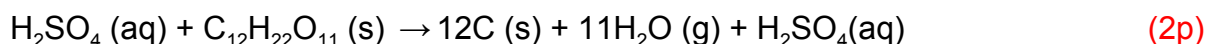
b)

Dekanterilasista nousee **höyryä** (vesihöyryä) ja **mustaa kiinteää ainetta** (hiiltä). 2p

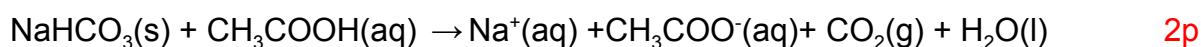
Väkevän rikkihapon reaktio veden kanssa on eksoterminen ja rikkihappo kykenee irrottamaan vettä hiilihydraateista. Reaktiossa syntyy vesihöyryä ja hiiltä. 2p

Tai

Rikkihappo + Tomusokeri \rightarrow Hiili + Vesi + Rikkihappo



c) Videolla laitetaan vetyperoksidin joukkoon kiinteää mangaanidioksida ja etikkahapon joukkoon kiinteää natriumvetykarbonaattia. **Dekanterilaseita suljetaan kannella / petrimaljalla. Dekanterilaseissa huomataan poreilua.** Sytytetään puutikki ja viedään se dekanterilaseihin. **Vetyperoksidia sisältävässä dekanterilasissa tikku roihauttaa palamaan ja etikkahappoa sisältävässä dekanterilasissa tikku sammuu.** 4p



Tai

Vetyperoksidi hajoaa katalyytin vaikutuksesta hapeksi ja vedeksi. Happi kiihdyttää palamista. (2p)

Happo vapauttaa natriumvetykarbonaatista hiilidioksidikaasua, joka sammuttaa liekin. (2p)

6.

a) Valitaan näytteen massaksi 100,0 grammaa. Se sisältää hiiltä 81,8 g, vetyä 6,1 g ja happea 12,1 g.

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{81,8 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 6,8110 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{6,1 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 6,0516 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{12,1 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 0,7563 \text{ mol}$$

2p

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{O})} = \frac{6,8110 \text{ mol}}{0,7563 \text{ mol}} \approx 9$$

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{O})} = \frac{6,0516 \text{ mol}}{0,7563 \text{ mol}} \approx 8$$

$$\frac{n(\text{O})}{n(\text{O})} = 1$$

Yhdisteen empiirinen eli suhdekaava on $(\text{C}_9\text{H}_8\text{O})_x$. 2p

Massaspektrometrillä saadun tulosten vaaka-akselilla toiseksi suurin piikki 132 vastaa yhdisteen suhteellisista molekyylimassaa. 2p

Hyväksytään myös piikillä 133 laskettu tulos.

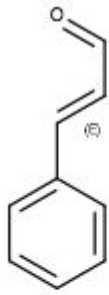
Ratkaistaan x yhtälöstä.

$$(9 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 + 16,00) \cdot x = 132 \text{ josta saadaan } x \approx 1 \quad 1p$$

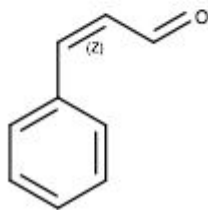
(Tai kokeilemalla; $x=1 \Rightarrow M(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}) = 132,154$, joka vastaa massaspektristä luettua arvoa. Muut x:n kokonaislukuarvot ovat aivan liian suuria.)

Yhdisteen molekyylikaava on $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$. 1p

b)



Tai



4p

Toinen kuva riittää, ei tarvitse merkitä kuvaan isomeeriä (E/Z).

C=C-kaksoissidos, karbonyyliryhmä tai aldehydi, bentseenirengas

3p

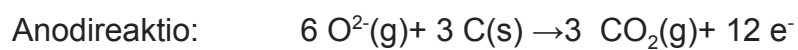
Väärästä funktionaalisesta ryhmästä -1p

7.

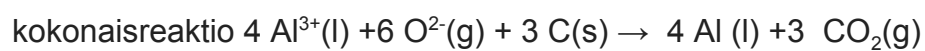
a) Elektrodit nimetty oltava oikein päin, sillä reaktiot on annettu tehtävänannossa.



1p



1p



2p

b) Jos z on väärin, on kyseessä karkea virhe, jolloin pisteiden kertyminen lakkaa osiosta b.

$$z = 3$$

1p

$$n(\text{Al}) = \frac{It}{zF} = \frac{30 \text{ A} \cdot 100 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{3 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 37,31 \text{ mol}$$

2p

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 37,31 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} = 1007 \text{ g}$$

2p

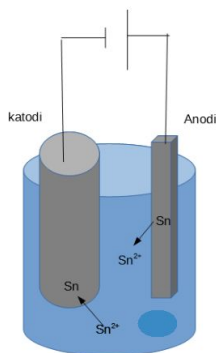
$$\frac{1007 \text{ g}}{11 \text{ g}} = 91,5 \text{ Alumiini riittää } \mathbf{91 \text{ kpl}} \text{ (90 kpl) säilyketölkkejä.}$$

1p

c)

Anodilla tinaelektrodi hapettuu ja liuokseen vapautuu tina-ioneja. Katodilla on päällystettävä säilyketölkki. Positiiviset ionit kulkeutuvat negatiiviselle katodille ja pelkistyvät tölkin pinnalle. Elektrolyyttiliuoksena voi olla esim. tina(II)fluoridiliuosta tai jokin muu tina-ionin vesiliuos. (Elektrolyytin pitää olla vesiliukoinen ja liukoisuuden voi tarkistaa taulukkokirjan s. 156)

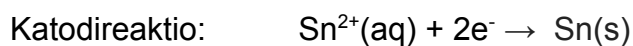
2p



3p

tai katodi- ja anodireaktioyhtälöt.

(3p)



8.

$$V(\text{astia}) = 2,0 \text{ dm}^3$$

Kaasujen paineet alussa:

$$pV = nRT \quad p(\text{NO}_2) = p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{nRT}{V} = \frac{0,20 \text{ mol} \cdot 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 373,15 \text{ K}}{2,0 \text{ dm}^3} = 3,103 \text{ bar}$$

2p

	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2 \text{NO}_2(\text{g})$
n (alussa) /mol	0,20		0,20
kaasujen osapaineet tp:ssä / bar	$3,103 - x$		$3,103 + 2x$

- Alkuarvot ok, ei tarvitse olla taulukoitu
- kaasujen osapaineet tp:ssä / bar suunta selvitetty alempana laskussa
- Jos toinen potenssi vakion lausekkeesta alla tai yllä olevan taulukon kerroin 2 puuttuu, on kyseessä stoikiometrian väärä tulkinta, joka on karkea virhe ja siten pisteiden kertyminen päättyy (ei-VSE)

1p

$$K_p = \frac{(p_i(\text{NO}_2))^2}{p_i(\text{N}_2\text{O}_4)} = 11,0 \text{ bar}$$

2p

Reaktion alussa laskettu tasapainovakio Q kaasujen osapaineiden avulla:

$$Q = \frac{(p_i(\text{NO}_2))^2}{p_i(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{(3,103 \text{ bar})^2}{3,103 \text{ bar}} = 3,103 \text{ bar} \neq 11,0 \text{ bar}$$

2p

Tasapainossa K_p on 11,0 bar. Reaktion alussa Q on huomattavasti pienempi eli osoittajan pitää lähteä kasvamaan ja nimittäjän pienemään, että saavutetaan tasapainotila. **Reaktion pitää lähteä etenemään oikealle.**

3p

$$K_p = \frac{(p_i(\text{NO}_2))^2}{p_i(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{(3,103 + 2x)^2}{3,103 - x} = 11,0 \quad 1\text{p}$$

Ratkaistaan laskimella

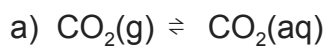
$$x = -6,759 \text{ tai } x = 0,9063$$

hylätään negatiivinen ratkaisu 2p

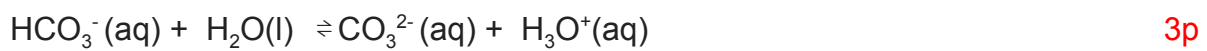
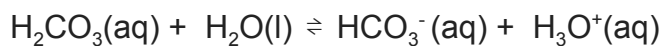
$$p(\text{NO}_2) = 3,103 \text{ bar} + 2x = 3,103 \text{ bar} + 2 \cdot 0,9063 \text{ bar} = 4,916 \text{ bar} \approx \mathbf{4,9 \text{ bar}}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = 3,103 \text{ bar} - x = 3,103 \text{ bar} - 0,9063 \text{ bar} = 2,196 \text{ bar} \approx \mathbf{2,2 \text{ bar}} \quad 2\text{p}$$

9.



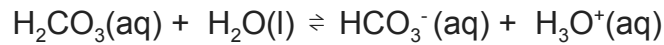
Meriveden pH laskee koska hiilihappo tuottaa **oksoniumioneja** veteen.



$$\text{b) } n(\text{CO}_2) = \frac{1,4 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,03181 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

$$n(\text{H}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) \quad 1\text{p}$$

$$c_a(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{n}{V} = \frac{0,03181 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,03181 \text{ mol/dm}^3 \quad 1\text{p}$$



	$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$	$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
c alussa /M	0,03181	0	0
c tasapainossa /M	$0,03181-x$	x	x

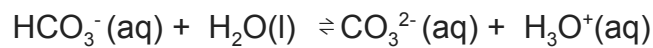
1p

$$K_{a1} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{x^2}{0,03181-x} = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

josta laskimella $x = 0,000118$

mol/l (negatiivinen ratkaisu $-1,185 \cdot 10^{-4}$ hylätään)

1p



	$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
c alussa /M	0,000118	0	0,000118
c tasapainossa /M	$0,000118-x$	x	$0,000118+x$

1p

$$K_{a2} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} = \frac{x(0,000118+x)}{0,000118-x} = 4,7 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$$

josta laskimella $x = 4,7 \cdot 10^{-11} \text{ mol/l}$

1p

(negatiivinen ratkaisu $-1,1807 \cdot 10^{-4}$ hylätään)

$$[H_3O^+] = (0,000118 + x)M = (0,000118 + 4,7 \cdot 10^{-11})M \approx 0,000118 M$$

1p

$$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg 0,000118 = 3,9281 \approx \mathbf{3,93}$$

1p

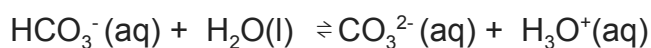
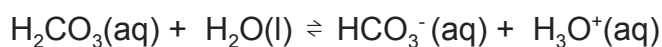
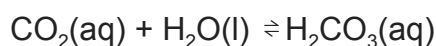
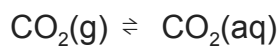
c) **Kaasut liukenevat järjestyksessä** (eniten liukeneva ensin): rikkidioksidi, hiilidioksidi, happi, metaani ja typpi. Hapen, metaanin ja typen liukoisuus lähes yhtä suurta.

1p

Typpi, happi, hiilidioksidi ja metaani ovat **poolittomia molekyylejä**. **Poolittomat aineet liukenevat huonosti pooliseen veteen**. Jos liuotettava aine koostuu pienikokoisista poolittomista molekyyleistä, ovat **molekyylien väliset dispersiovoimat niin heikkoja**, että vesimolekyylit pystyvät irrottamaan molekyylejä toisistaan, jolloin ainetta liukenee veteen jonkin verran.

2p

CO₂ liukenee helpommin kuin muut poolittomat molekyylit, koska hiilidioksidin liukenemisessa syntynyt hiilihappo jatkaa reagoimista veden kanssa a-kohdassa kirjoitettujen reaktioyhtälöiden mukaan. Siksi tasapaino siirtyy enemmän liuenneen muodon puolelle..



(a-kohdan reaktioyhtälöt, ei tarvitse kirjoittaa uudestaan)

1p

Rikkidioksidi on **poolinen** molekyyli, joka pystyy muodostamaan **vetysidoksia** vesimolekyylien kanssa. Siksi rikkidioksidi liukenee parhaiten kaasuista veteen.

1p

Kaasujen liukoisuus pienenee lämpötilan noustessa. Kun merivesi lämpenee, siihen liuenneiden kaasujen määrä vähenee. Ilmaston lämpeneminen ilmastonmuutoksen seurauksena voi nostaa myös vesistöjen lämpötilaa ja samalla heikentää kaasujen liukoisuutta.

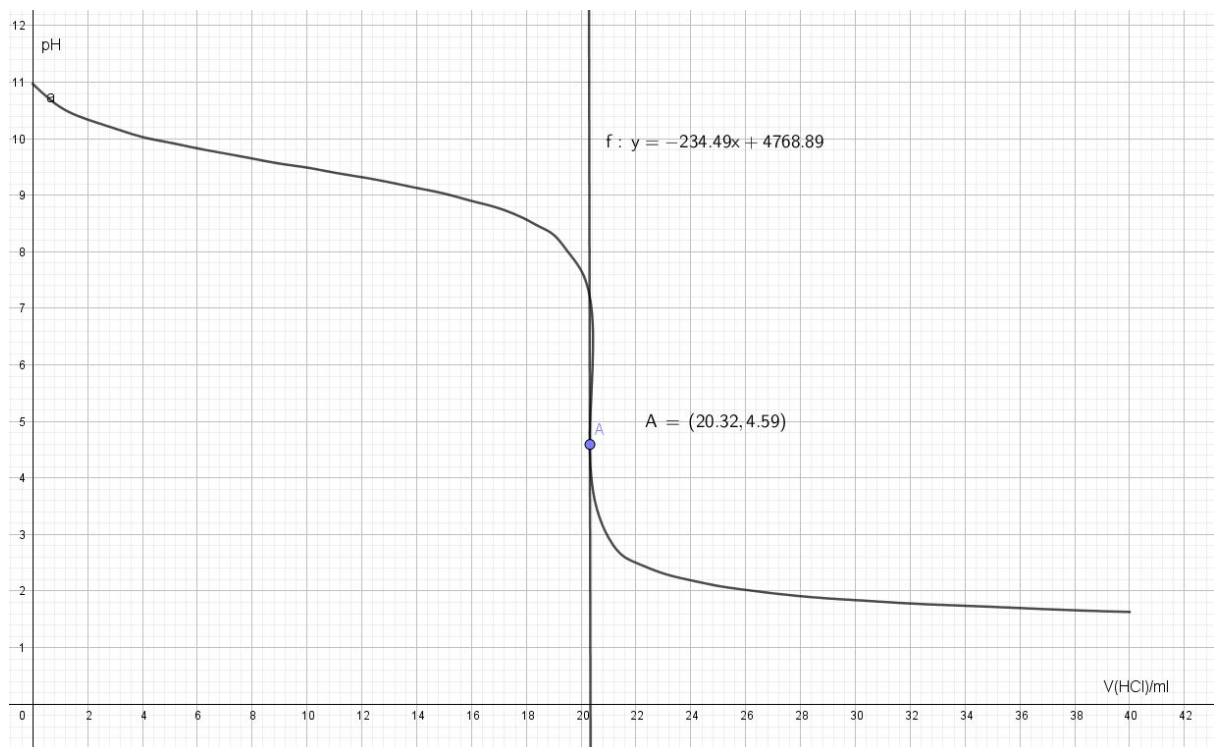
1p

10.

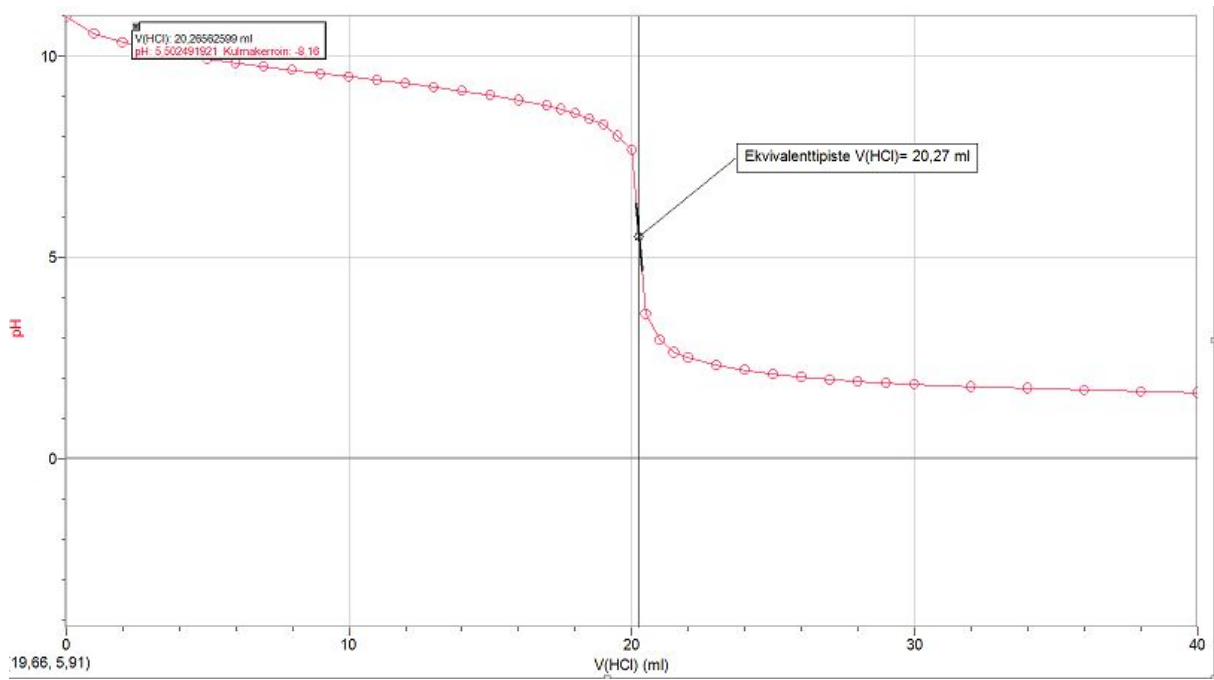
a)

Kuvaajat:

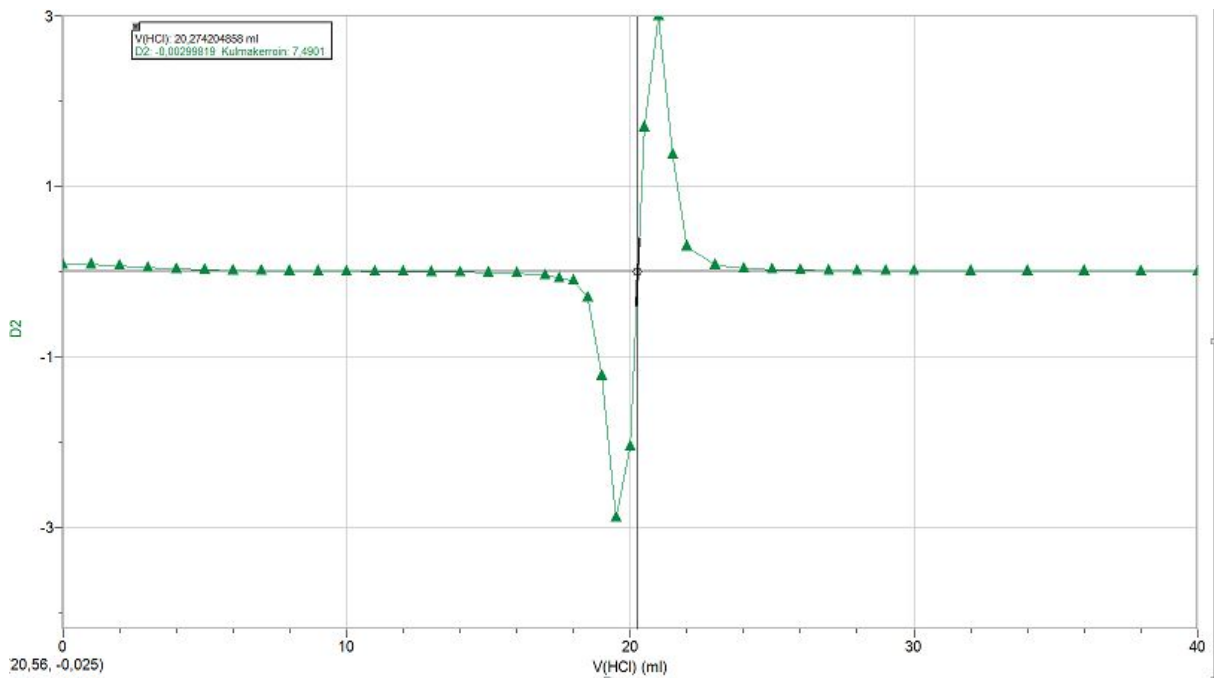
GeoGebralla: $V(\text{HCl})=20,32$ ml. (Kulmakerroin pienin mahdollinen)



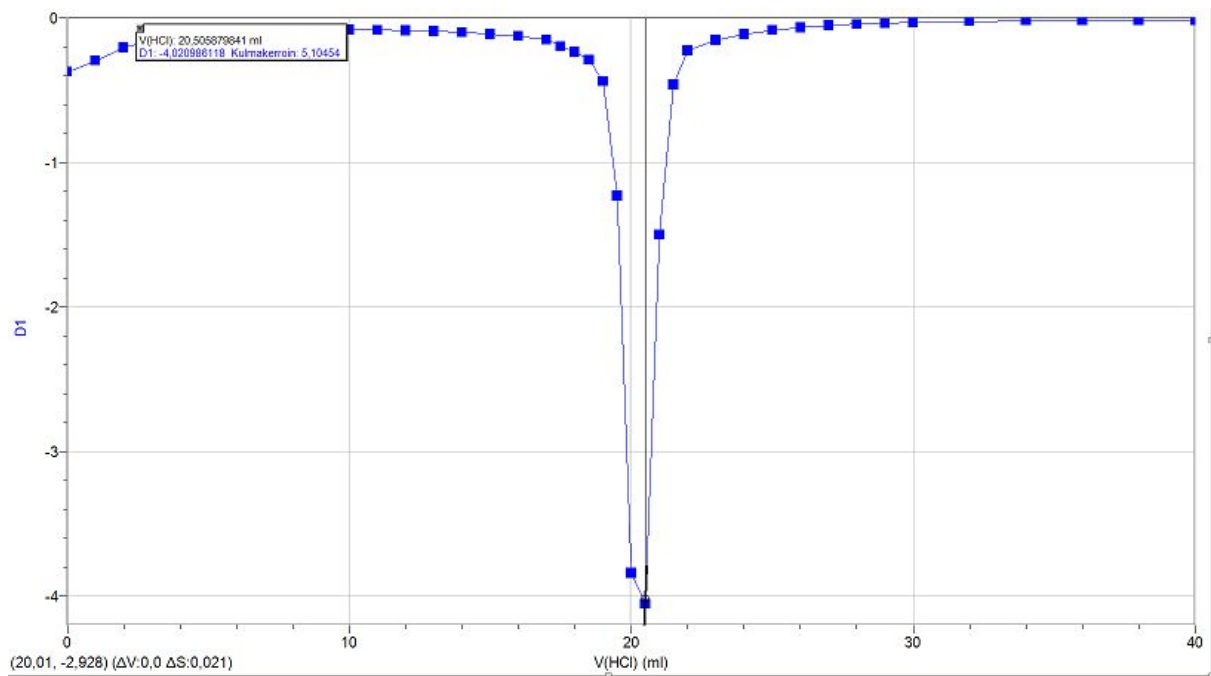
LoggerProlla: $V(\text{HCl})=20,27$ ml (silmämääräisesti puoleessa välissä jyrkintä kohtaa tai haetaan arvo 2.derivaatan avulla tarkemmin)



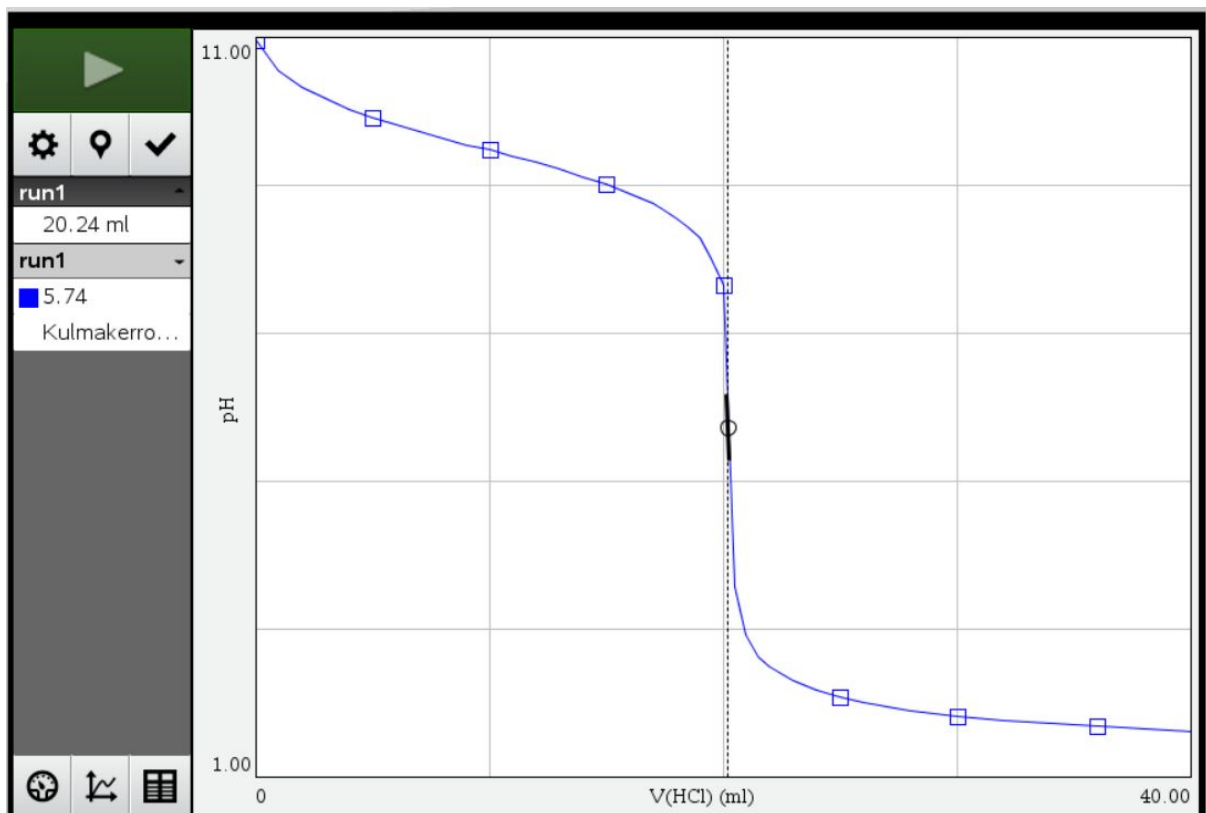
2.derivaatan avulla $V(\text{HCl}) = 20,27$ ml



1.derivaatan avulla: $V(\text{HCl}) = 20,50 \text{ ml}$



TI Nspirellä: $V(\text{HCl}) = 20,24 \text{ ml}$ (silmämääräisesti puolessa välissä jyrkintä kohtaa)



Kuvaajassa ekvivalenttipiste näkyvissä, akselit nimetty tai selostettu muuten 2p

Sopiva perustelu kuvaajaan:

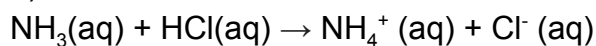
- ekvivalenttipiste löytyy kuvaajan jyrkimmästä kohdasta, jolloin tähän kohtaan piirretyn tangentin kulmakerroin on pienin.
- ekvivalenttikohdassa pH on happaman puolella, koska heikkoa emästä titrataan vahvalla hapolla
- ensimmäisen derivaatan kuvaajassa ekvivalenttikohta näkyy kuvaajan matalinpana kohtana eli derivaattafunktio saa pienimmän arvon kohdassa jossa alkuperäiseen funktioon piirretyn tangentin kulmakerroin on pienin.
- toisen derivaatan nollakohta kertoo ekvivalenttikohdan. Nollakohdassa ensimmäisen derivaattafunktion väheneminen vaihtuu kasvamiseksi.

2p

Ekvivalenttikohta $V(\text{HCl}) = 20,23 \text{ ml}$ (20,2 ml - 20,5 ml)

1p

b)



1p

$V(\text{HCl}) = 20,23 \text{ ml}$

$c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/l}$

$V(\text{NH}_3) = 50 \text{ ml}$

$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl})$

1p

$$n(\text{NH}_3) = 20,23 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 0,100 \text{ mol/l} = 2,023 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

1p

Alkuperäisessä liuoksessa $n(\text{NH}_3) = \frac{1000 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \cdot 2,023 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,04046 \text{ mol}$

1p

$$V(\text{NH}_3) = \frac{nRT}{p} = \frac{0,04046 \text{ mol} \cdot 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (25 + 273,15) \text{ K}}{1,013 \text{ bar}} = 0,990120 \text{ dm}^3 \approx 0,99 \text{ dm}^3$$

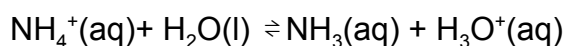
Vastaus: 0,99 dm³ (0,990 dm³) tai litroina

1p

c)

Kun ammoniakkiliuos on neutraloitunut, liuoksessa on ammoniumioneja NH_4^+ . Ammoniumioni on heikko happo, joka protolysoituu vesiliuoksessa. Ekvivalenttipisteessä syntyneet ammonium-ionit muodostavat veden kanssa oksoniumioneja, jotka tekevät liuoksesta happaman.

2p



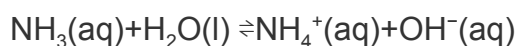
1p

Ekvivalenttipisteessä liuoksen pH-arvo on happaman puolella ja indikaattori, jonka väriinvahtumisalue osuu tälle pH-alueelle, on metyylipunainen (4,4–6,0).

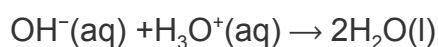
2p

d)

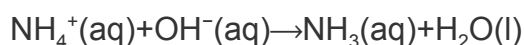
Liuoksessa vallitsee tasapainotila



Kun liuokseen lisätään happoa eli liuokseen tulee oksoniumioneja, hydroksidi-ionit neutraloivat nämä vedeksi.



Kun liuokseen lisätään emästä eli liuoksen hydroksidi-ionin konsentraatio kasvaa, ammoniumionit reagoivat näiden ionien kanssa.

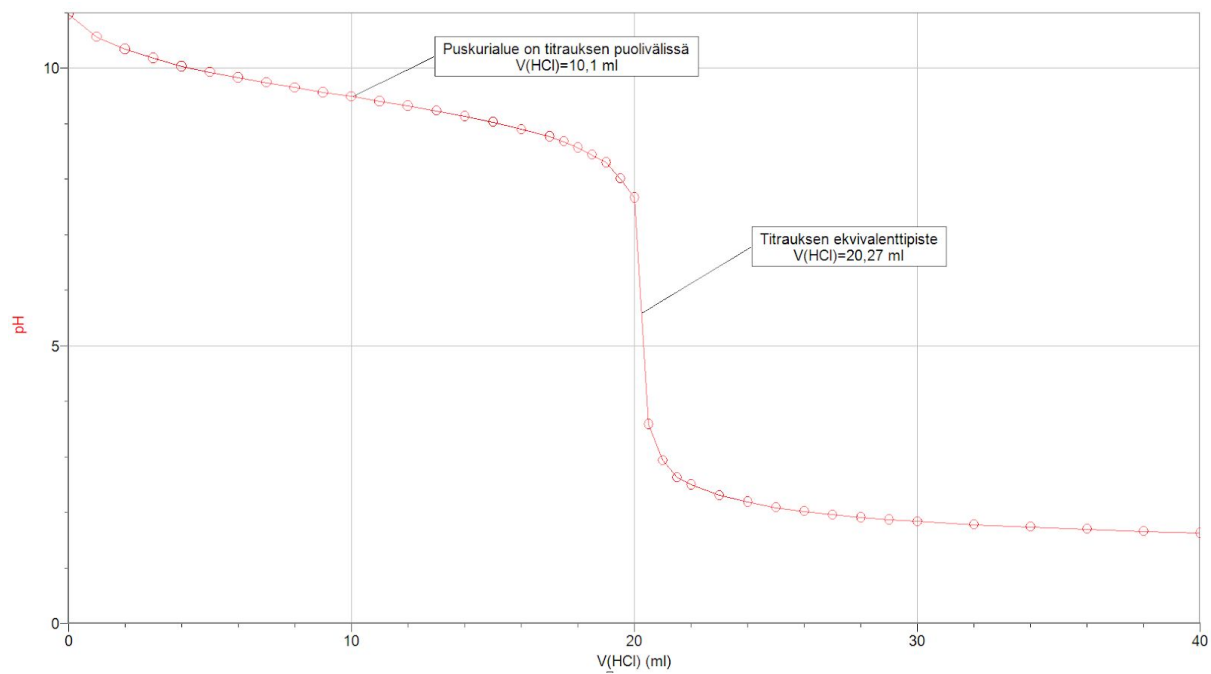


3p

Puskuriliuos pystyy vastustamaan parhaiten pH-muutoksia, jos liuoksessa happona ja emäksenä toimivien hiukkasten konsentraatiot ovat yhtä suuret.

Eli $c(\text{NH}_3) = c(\text{NH}_4^+)$. Sanotaan, että tällöin liuoksella on hyvä puskurikapasiteetti.

1p

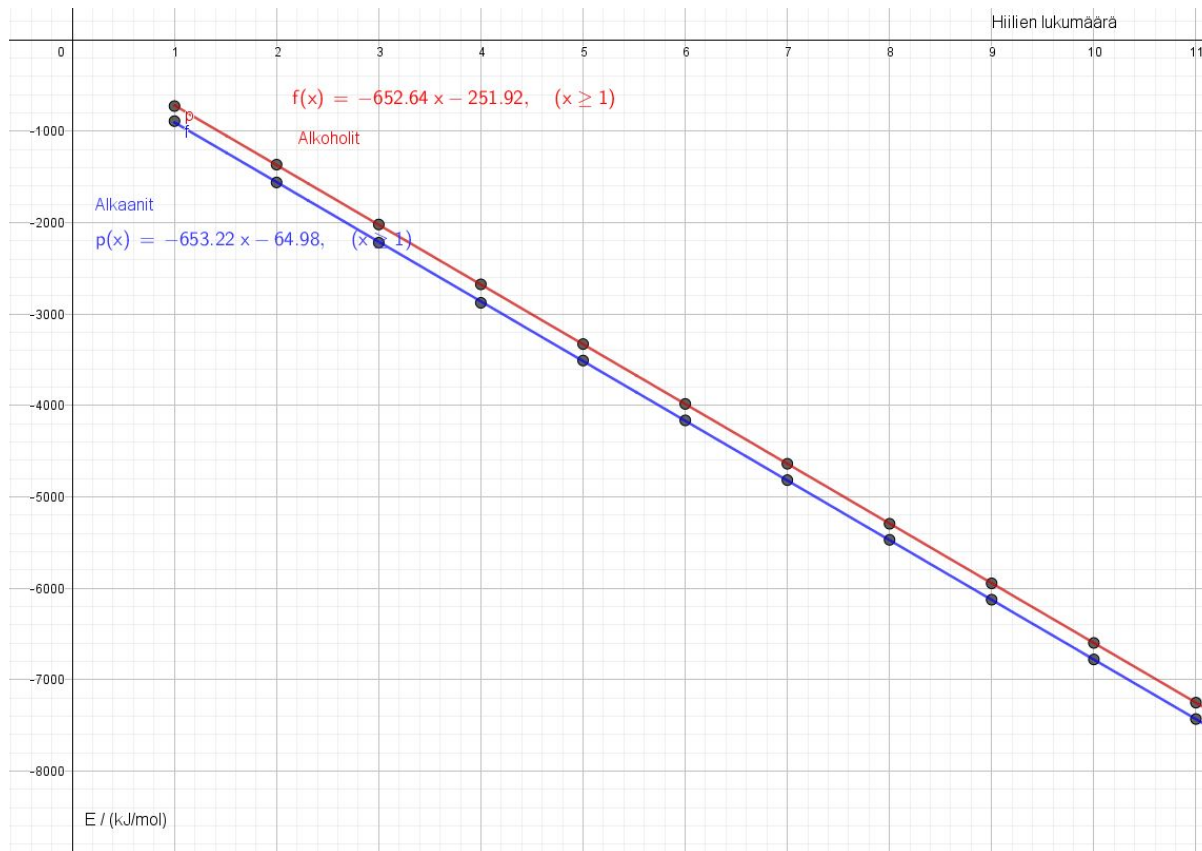


Merkinnät kuvassa, titrauksen alun ja ekvivalenttipisteen puolessa välissä puskurialue.

11.

a) Palamislämpö kuvaa sellaisen reaktion entalpiamuutosta, jossa yksi mooli ainetta reagoi täydellisesti hapen kanssa. 2p

b)



Akselit nimetty, suorat + osoitettu, kumpi on kumpi suora

4p

- Alkaaneilla korkein palamislämpö alkoholeilla matalin. Koska palamislämpö on eksotermisen, niin entalpien arvot ovat negatiivisia ja kuvaaja on laskeva suora.

1p

- Yhtälöstä nähdään, että kulmakerroin on suurinpiirtein sama (-653 kJ/mol).

Tästä voi päätellä että kun hiiliketjuun tulee yksi hiili (ja kaksi vetyä) lisää, niin sen vaikutus on alkaaneilla ja alkoholeilla sama. Yhden hiilen (eli yhden CH₂-ryhmän) lisääminen molekyyliin merkitsee aina palamislämmön kasvua noin 650 kJ:lla.

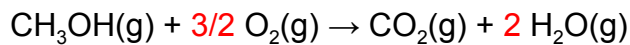
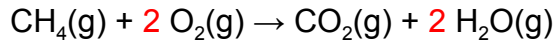
-Alkoholeissa on hydroksyyliiryhmä (OH-ryhmä), joten hapen ja vedyn sekä hapen ja hiilen välisten sidosten hajottamiset vaativat enemmän energiaa kuin hiilen ja vedyn välisen sidoksen alkaaneissa. Alkaanit vapauttavat siis enemmän energiaa palaessaan, koska niiden kovalenttisten sidosten hajottaminen vaatii vähemmän energiaa.

2p

Energiaa kuluu lisäksi heikkojen sidosten hajottamiseen. Metaani on kaasu, joten sen molekyylien välillä vaikuttaa vain **dispersiovoimia**. Metanoli molekyylien välillä on yksi **vetysidos**. Vetysidosten hajottaminen vaatii enemmän energiaa, joten nämä molekyylit tuottavat vähemmän energiaa. 1p

c)

Reaktioyhtälöt kirjoitettu laskua varten niin, että lähtöainetta on yksi mooli



Metaanin palaessa hajoaa 4 C-H- sidosta ja 2* O=O-sidos.

Metanolilla hajoaa 3 C-H-sidosta, O-H-sidos ja C-O-sidos sekä 3/2* O=O-sidos.

Nämä ovat laskettu taulukossa positiivisena arvoina, koska reaktio on endoterminen.

Metaanin palaessa muodostuu 2 C=O-sidoksia ja 2*2 O-H-sidoksia.

Metanolin palaessa muodostuu 2 C=O-sidoksia ja 2*2 O-H-sidoksia.

Nämä ovat laskettu taulukossa negatiivisina arvoina, koska reaktio on eksoterminen.

TAULUKOIMALLA:

	Sidos	Energia / kJ/mol	Metaanin sidokset	Metanolin sidokset
hajoavat sidokset	C-H	412	1648	1236
	C-O	360		360
	C=O	743		
	O-H	463		463
	O=O	496	992	744
Muodostuvat sidokset	C=O	-743	-1486	-1486
	O-H	-463	-1852	-1852
		yhteensä	-698	-535

TAI

Metaani:

$$\Delta H_{\text{reaktio}} = [+ \sum(\text{lähtöaineiden sidosennergat})] + [- \sum(\text{reaktiotuotteiden sidosennergat})]$$

Lasketaan yhteen sitoutuva ja vapautuva energiamäärä, jolloin saadaan

$$\Delta H_c =$$

$$(4 \cdot 412 + 2 \cdot 496) \text{ kJ/mol} + (-2 \cdot 743 - 4 \cdot 463) \text{ kJ/mol} +$$

$$(+2640 \text{ kJ/mol}) + (-3338 \text{ kJ/mol}) = -698 \text{ kJ/mol}$$

Metanoli:

$$\Delta H_c = (3 \cdot 412 + 360 + 463 + 3/2 \cdot 496) \text{ kJ/mol} + (-2 \cdot 743 - 4 \cdot 463) \text{ kJ/mol} + (+2803 \text{ kJ/mol}) + (-3338 \text{ kJ/mol}) = -535 \text{ kJ/mol}$$

6p

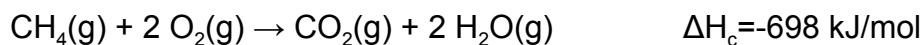
(Selitystä, jota ei vaadita oppilailta vastaukseen.)

Palamislämpö ja sidosenergioilla laskettu energiamäärä poikkeavat toisistaan:

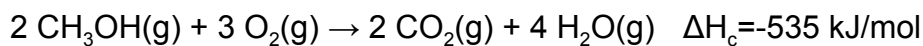
Alkaaneilla palamislämpö -891 kJ/mol ja laskettu sidosenergia -698 kJ/mol.

Alkoholeilla palamislämpö -726 kJ/mol ja laskettu sidosenergia -535 kJ/mol.

Palamislämpö on määritetty kokeellisesti ja vastaa juuri kyseisen molekyylin palamislämpöä. Sidosenergian ovat keskiarvoja eri molekyylien sidosenergioista.)



2p



2p