

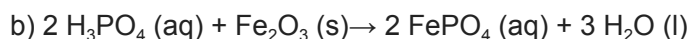
Ratkaisut preliminäärikoe syksy 2019

2.



Hapetusluku II syntyy kun elektronit lähtevät pois 4s-orbitaalilta ja hapetusluku III kun lisäksi lähtee yksi elektroni 3d-orbitaalilta. 2p

Yleisempi III, koska energieettisesti edullisempaa kun 3d-orbitaalilla kaikki elektronit parittomia (Hundin sääntö). 2p



$$V(\text{H}_3\text{PO}_4) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l}$$

$$c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,0 \text{ mol/l}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,100 \text{ mol} \quad \text{3p}$$

Reaktioyhtälön kertoimista saadaan ainemäärien suhde.

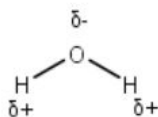
$$\frac{n(\text{H}_2\text{P O}_4)}{n(\text{F e}_2\text{O}_3)} = \frac{2}{1}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5 \cdot n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,5 \cdot 0,100 \text{ mol} = 0,0500 \text{ mol} \quad \text{3p}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,0500 \text{ mol} \cdot 159,7 \text{ g/mol} = 7,985 \text{ g} \approx 8,0 \text{ g} (7,99 \text{ g}) \quad \text{3p}$$

3. (Kuvia ei tarvitse olla vastauksessa)

Liuottimena on **poolinen vesimolekyyli**. 1p



1.video

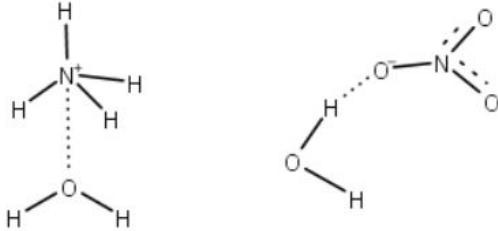
Videossa **ammoniumnitraatti liukenee** hyvin veteen. 1p

Kiinteässä ammoniumnitraatissa on **ionisidos** ammonium- ja nitraatti-ionien välillä. 1p

Ammoniumionissa on typen ja vedyn välillä **kovalenttinen sidos**, samoin kuin nitraatti-ionissa typen ja hapen välissä. 1p

Ammoniumnitraatin liuetessa veteen **ionisidos hajoaa** tapahtuu hydratoituminen ja muodostuu **ioni-dipolisidoksia** veden ja ammonium-ionin sekä nitraatti-ionin välille. Tapahtuu hydratoituminen ja vesimolekyylien ympäröimiä ioneita kutsutaan akvaioneiksi, Ammoniumionin ja nitraatti-ionin **kovalenttinen sidos ei hajoa**.

2p



2.video

Videossa bentsoehappo **ei liukene** veteen.

1p

Bentsoehapossa on **kovalenttinen sidos** hiilien, vetyjen ja happien välissä.

1p

Kiinteässä bentsoehapossa on **dispersiovoimia** molekyylien välissä, koska bentsoehappo on pooliton yhdiste.

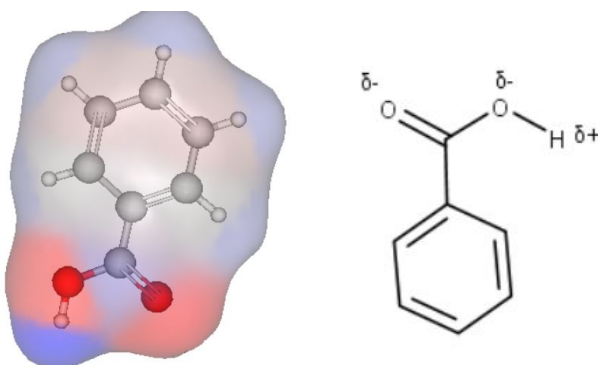
1p

Bentsoehappo on **pooliton yhdiste** vaikka siinä onkin poolinen karboksyyliiryhmä.

1p

Yhdisteen hiili-vety-osa on pooliton (elektronegatiivisuusero pieni hiilen ja vedyn välillä) ja siksi se ei liukene pooliseen veteen. Vesimolekyylien väliset **vahvat vetysidokset estävät** bentsoehappomolekyyliä tunkeutumasta veteen eli aineet eivät sekoitu keskenään.

1p



3. video

Videossa fruktoosi **liukenee veteen** hyvin.

1p

Fruktoosissa on **kovalenttinen sidos** hiilien, vetyjen ja happien välissä.

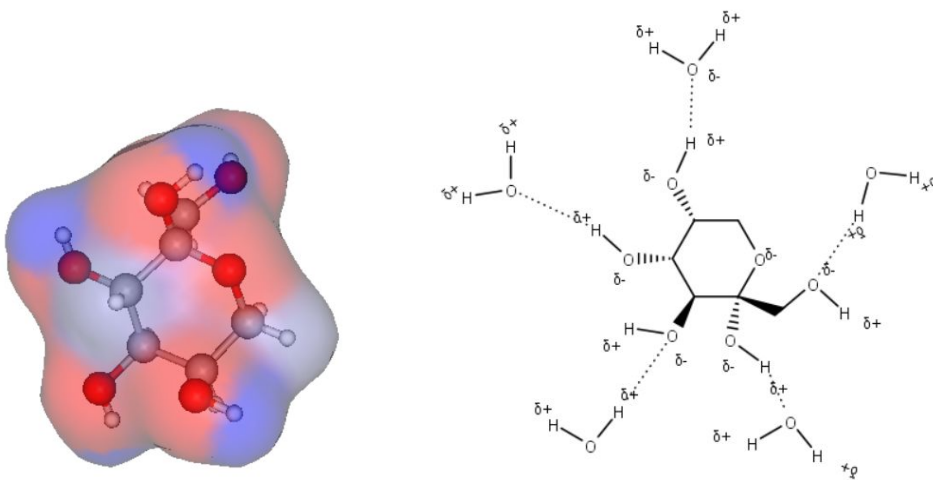
1p

Kiinteässä fruktoosissa on **vetysidoksia** molekyylien välissä, koska fruktoosi on poolinen yhdiste.

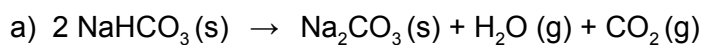
1p

Fruktoosissa on 5 hydroksyyliryhmää, jotka tekevät molekyylistä erittäin poolisen. Fruktoosi pystyy muodostamaan veden kanssa **vetysidoksia** ja siksi liukenee veteen hyvin.

1p



4.



3p

Jos olomuotomerkinnot puuttuu -1p tai yksikin aine väärin tai kerroin puuttuu 0p (ei VSE b-kohtaan)

b) Lasketaan kaasujen yleisestä tilanyhtälöstä $pV = nRT$ kaasumaisten aineiden yhteinen ainemäärä

$$n(\text{kaasut}) = \frac{pV(\text{kaasut})}{RT} = \frac{1,013 \text{ bar} \cdot 3,80 \text{ dm}^3}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 299,15 \text{ K}} = 0,15476 \text{ mol}$$

2p

Reaktioyhtälön perusteella $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot n(\text{kaasut}) = 0,077382 \text{ mol}$ 2p

Natriumkarbonaatin massa

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,077382 \text{ mol} \cdot 105,99 \text{ g/mol} = 8,20167 \text{ g}$ 1p

Natriumkarbonaatin tilavuus, kun kiinteän natriumkarbonaatin tiheys on $2,54 \text{ g/cm}^3$

$V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m}{\rho} = \frac{8,20167 \text{ g}}{2,54 \text{ g/cm}^3} = 3,22900 \text{ cm}^3 \approx 3,23 \text{ cm}^3 (3,229 \text{ cm}^3)$ 2p

c) Neutraloituminen

$\text{NaHCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 2p

Jos olomuotomerkinnot puuttuu tai yksin väärin -1p

Natriumvetykarbonaatin ainemäärä

$n(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) / M(\text{NaHCO}_3) = 0,534 \text{ g} / 84,007 \text{ g/mol} = 0,006357 \text{ mol}$ 1p

Reaktioyhtälöstä $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{HCl}) = 0,006357 \text{ mol}$

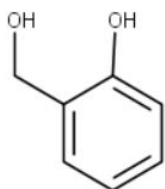
1p

Suolahapon tilavuus

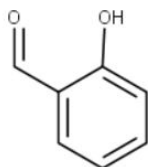
$V(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) / c(\text{HCl}) = 0,006357 \text{ mol} / 0,10 \text{ mol/l} = 0,06357 \text{ l} \approx 64 \text{ ml} (63,5 \text{ ml})$ 1p

5.

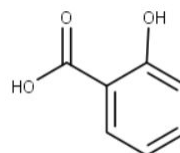
a) A



B

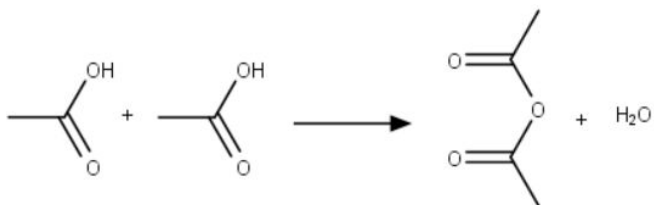


C



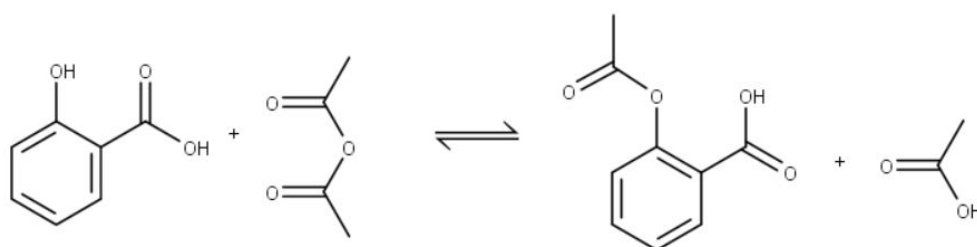
3p

b)



2p

c)



(nuoleksi kelpaa myös →)

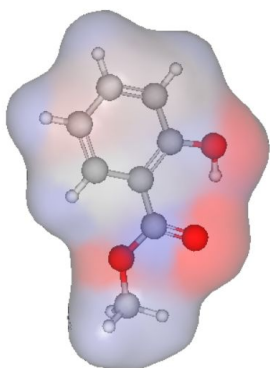
4p

d)



4p

e) Metyylisalisylaatti on melko pooliton yhdiste, koska siinä on paljon hiiltä ja vetyä. Se absorboituu poolittomana hyvin ihon rasvakerroksen (pooliton) läpi.

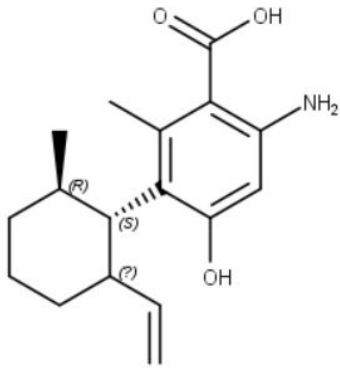


2p

6.

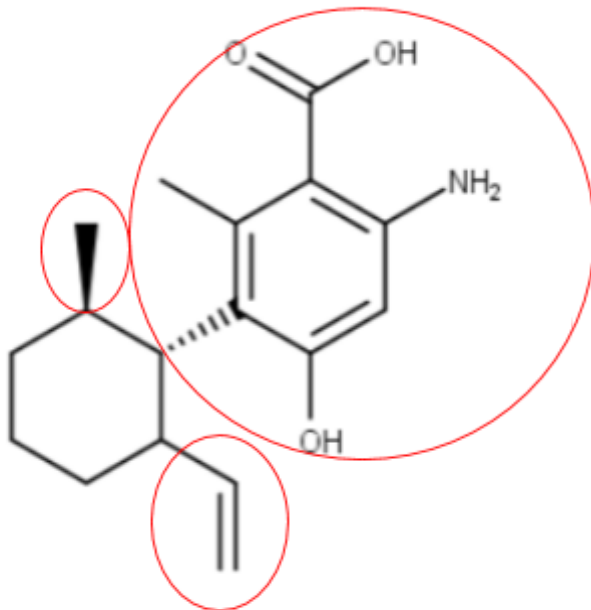
a) Yhdisteessä esiintyy optista isomeriaa, koska yhdisteessä on kolme asymmetristä hiiltä (kiraalista hiiltä). Asymmetrisessä hiilessä on 4 erilaista atomia tai atomiryhmää. Ne ovat merkitty kuvaan (R)-, (S) ja ?-merkeillä.

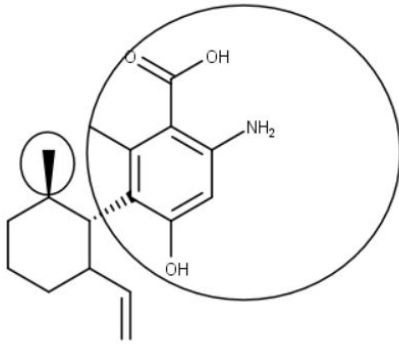
2p



Yhdisteessä on myös cis-trans-isomeriaa sykloheksaanirenkaassa. Kuvassa on ympäröimällä esitetty kohdat, jossa molekyyli kaksi ryhmää voivat olla samalla tai eri puolilla rengasta.

2p



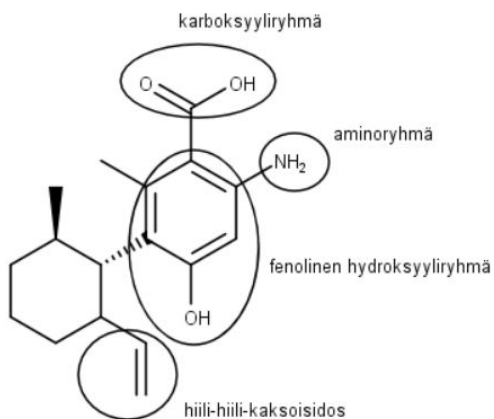


Tässä kuvassa molekyylin ympäröidyt ryhmät ovat trans-asemalla. Nämä ryhmät voivat olla myös cis- tai trans-asemassa sykloheksaanista lähtevään kolmanteen ryhmään nähden.

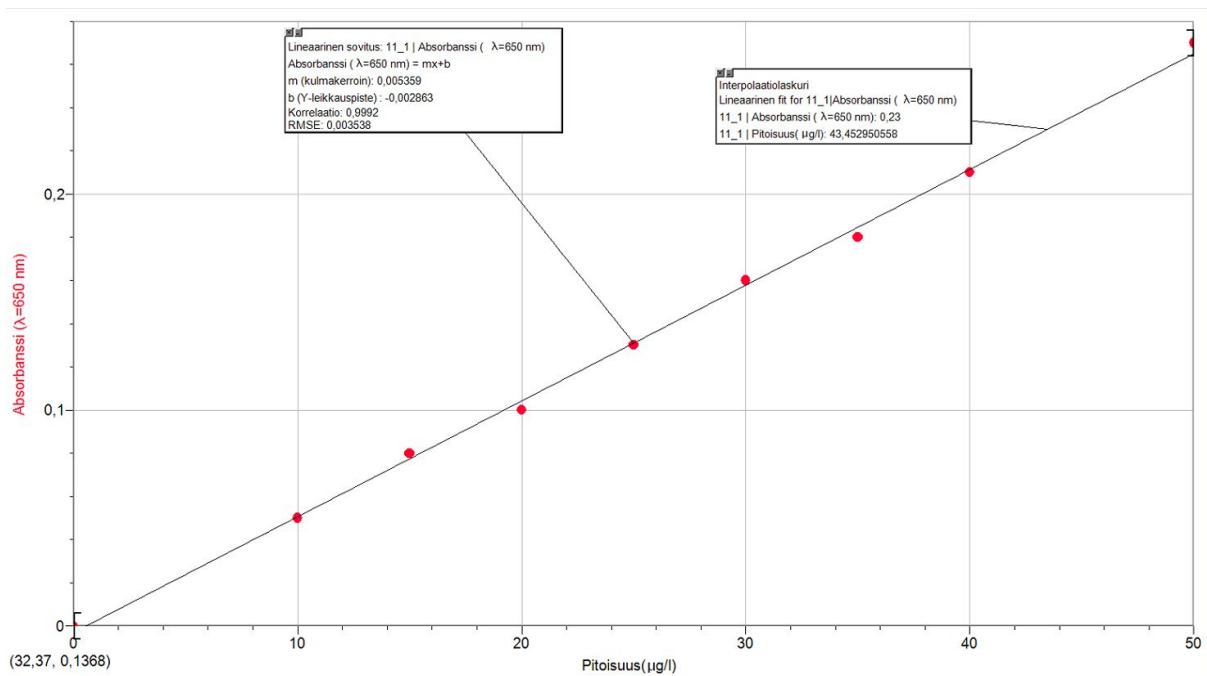
Konformaatioisomeriaa voi esiintyä, kun hiili on sp^3 -hybridisoitunut. Molekyylissä esiintyy konformaatioisomeriaa sykloheksaanirenkaassa. Se voi olla vene- tai tuoli muodossa. **2p**

b) Molekyyli voidaan luokitella karboksyylihapoksi (**1p**), amiiniksi (**1p**), fenoliksi (**1p**) ja tyydyttymätömäksi yhdisteeksi (**1p**).

Kuvaan merkitty funktionaaliset ryhmät, joiden perusteella luokittelu tapahtunut. Ei vaadita kokeessa.



c) LoggerPro:



Interpolointilaskennan ominaisuudet

Käyrän sovitus:
Lineaarinen fit for 11_1|Absorbanssi (λ=650 nm)

11_1 | Absorbanssi (λ=650 nm)

11_1 | Pitoisuus(µg/l)

Ulkoasu.

Ohje

2p

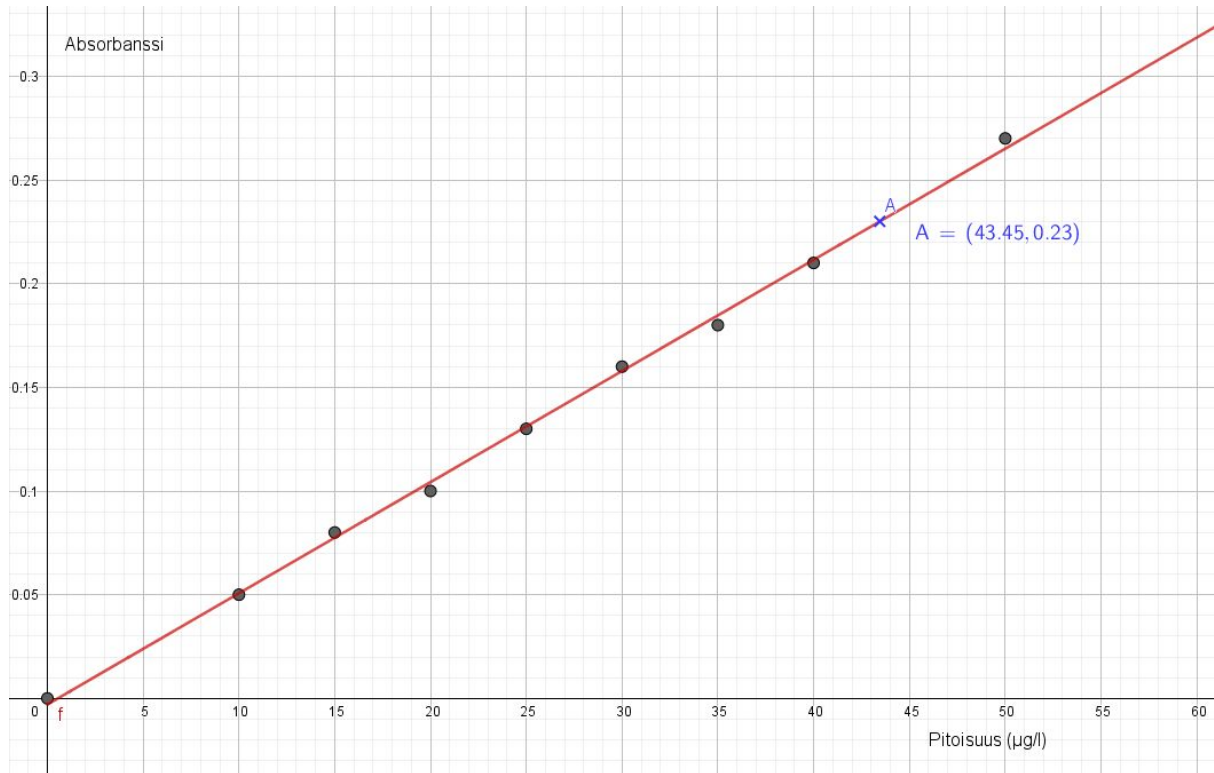
$c(\text{aine}) = 43,45 \mu\text{g/l}$

1p

Kyvettiin laitettiin puolet vettä, joten näytteen $c(\text{aine}) = 2 \cdot 43,45 \mu\text{g/l} = 86,9 \mu\text{g/l} \approx 90 \mu\text{g/l}$
(myös $87 \mu\text{g/l}$ hyväksytään)

2p

tai
GeoGebra:



$$c(\text{aine}) = 43,45 \mu\text{g/l}$$

(1p)

Kyvettiin laitettiin puolet vettä, joten näytteen $c(\text{aine}) = 2 \cdot 43,45 \mu\text{g/l} = 86,9 \mu\text{g/l} \approx 90 \mu\text{g/l}$
(myös $87 \mu\text{g/l}$ hyväksytään)

(2p)

Arvot voivat vaihdella riippuen käytetystä ohjelmasta ja sovitusten menetelmästä.

7.

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 2,0 \text{ dl} = 0,2 \text{ l}$$

$$\text{Tiheyden perusteella } m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ g} = 0,200 \text{ kg}$$

2p

$$c = 4,1819 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$$

$$\text{Lämpötilan muutos } \Delta T = -85 \text{ K}$$

2p

(Kun vähennetään alkulämpötilasta (T_1) loppulämpötilan (T_2), saa entalpiamuutoksen etumerkin oikein lopullista vastausta varten. Voi myös laskea toisinpäin, jolloin lopussa pitää huomioida etumerkki.)

Lasketaan veteen sitoutunut lämpömäärä

$$H = c \cdot m \cdot \Delta T =$$

$$4,1819 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 0,200 \text{ kg} \cdot (-85 \text{ K}) = -71,0923 \text{ kJ (eksoterminen reaktio)}$$

1p

2p

Vain 60 % lämmöstä sitoutuu veteen, lasketaan tarvittava lämpöenergia

$$H(\text{tarv.}) = -71,0923 \text{ kJ} / 0,60 = -118,48716 \text{ kJ}$$

3p

Tehtävässä annettu propaanin palamislämpö on $H_c = -2220 \text{ kJ/mol}$

Lasketaan tarvittava propaanin ainemäärä

$$\frac{-118,48716 \text{ kJ}}{-2220 \text{ kJ} / \text{mol}} = 0,053373 \text{ mol}$$

2p

Lasketaan tarvittava propaanin massa

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = n(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,053373 \text{ mol} \cdot 44,094 \text{ g/mol} = 2,35341 \text{ g} \\ \approx 2,4 \text{ g (2,35 g)}$$

3p

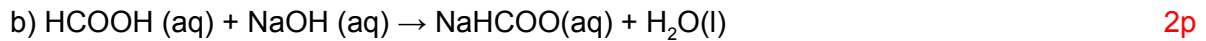
8.

a) Liuoksen pH on aluksi noin 3.4 **pisteessä A**, sillä kyseessä on **heikko happo**, joka protolysoituu osittain ja liuokseen muodostuu **happamuutta aiheuttavia oksoniumioneja**. Kun emästä lisätään, happoa alkaa neutraloitua ja pH nousee. Aluksi pH nousee hitaasti, sillä liuoksessa muodostuu **puskuriliuos pisteessä B**. Tässä pisteessä puolet heikosta haposta on neutraloitunut ja muodostunut hapon vastinemästä ja $c(\text{happo}) = c(\text{vastin emäs})$.

Ekvivalenttikohdassa pisteessä C pH nousee jyrkästi, sillä **pieni määrä emästä riittää neutraloimaan jäljellä olevat oksoniumionit**, jonka jälkeen liuoksessa on ylimäärä hydroksidi-ioneja. **Ekvivalenttipisteessä liuos sisältää vain suolaa ja vettä**.

Hydroksidi-ioni on vahva emäs, joten pH nousee aluksi jyrkästi ja tasaantuu **pisteessä D**. Kun **kaikki happo on neutraloitunut, pH-arvoon vaikuttaa vain hydroksidi-ionit ja niiden konsentraation kasvaminen**.

4p



Koska muurahaishappo yksiarvoinen happo, on reaktioyhtälön perusteella ekvivalenttipisteessä ($\text{NaOH} = n(\text{happo})$)

$$V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) = V(\text{happo}) \cdot c(\text{happo})$$
 2p

$$c(\text{happo}) = (0,032 \text{ l} \cdot 0,1 \text{ mol/l}) / 0,020 \text{ l} = 0,16 \text{ mol/l}$$

(tarkemmat tulokset eivät kelpaa, koska käytetään kuvaajasta luettua arvoa.) 1p

c) Muurahaishappo on heikko happo ja syntyy puskuriliuos pisteessä B .

$$n(\text{happo, alussa}) = c(\text{happo}) \cdot V(\text{Happo}) = 0,16 \text{ mol/l} \cdot 0,020 \text{ l} = 0,0032 \text{ mol}$$

$$V(\text{NaOH, pisteessä B}) = 16 \text{ ml} = 0,016 \text{ l (kuvasta)}$$
$$n(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,016 \text{ l} = 0,0016 \text{ mol}$$
 1p

Pisteessä B neutraloitumattomien happomolekyylien ainemäärä on:
 $n(\text{happo, neutraloitumattomat}) = n(\text{happo, alussa}) - n(\text{NaOH}) = 0,0016 \text{ mol}$

$$n(\text{HCOO}^-) = n(\text{happo, alussa}) - n(\text{happo, neutraloitumattomat}) = 0,0016 \text{ mol}$$
 2p

Oletetaan, että tasapainokonsentraatiot ovat riittävällä tarkkuudella samat kuin alkukonsentraatiot ja voimme käyttää Henderson-Hasselbalchin yhtälöä.

$$K_a(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l (MAOL-taulukko)}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \text{p}K_a + 0 = -\lg 1,8 \cdot 10^{-4} = 3,7447 \approx 3,74$$
 3p

($[\text{HCOO}^-] = [\text{HCOOH}]$ ovat yhtä suuret ja supistuvat pois, $\lg 1 = 0$)

TAI Voidaan laskea myös taulukoimalla konsentraatiot

$$c(\text{HCOO}^-) = c(\text{HCOOH}) = \frac{0,0016 \text{ mol}}{0,020 \text{ l} + 0,016 \text{ l}} = 0,04444 \text{ mol/l}$$

	HCOOH(aq) +	H ₂ O(l) ⇌	HCOO ⁻ (aq) +	H ₃ O ⁺ (aq)
alussa / M	0,04444		0,04444	0
muutos	-x		+x	+x
tasapainossa /M	0,04444-x		0,04444+x	x

$$K_a(\text{HCOOH}) = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{COOH}]} = \frac{x(0,04444+x)}{0,04444-x} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ (mol/l)}$$

Laskimesta ratkaisu-toiminnolla saadaan x:lle arvot

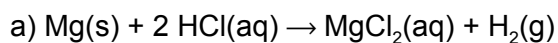
$x = -0,044759$ tai $x = 0,0001786$ vain positiivinen ratkaisu kelpaa konsentraatioksi oksoniumionille.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0001786 \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,74715 \approx 3,75$$

TAI perustelu: puskurikapasiteetin maksimikohdassa, eli neutraloitumisen puolivälissä $\text{pH} = \text{pKa}$, ja tulos kuten Henderson-Hasselbalch.

9.



2p

Jos olomuotomerkinnot puuttuvat -1p

b)

$$n(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{100 \cdot 10^{-3} \text{ mg}}{24,31 \text{ g/mol}} = 4,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = cV = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 16,4 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2p

Suolahappo on rajoittava tekijä, koska reaktioyhtälön mukaan sitä pitää olla kaksinkertainen määrä magnesiumiin nähden $n(\text{HCl}) = 2n(\text{Mg}) =$

$$2 \cdot 4,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} > 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2p

$$n(\text{H}_2) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

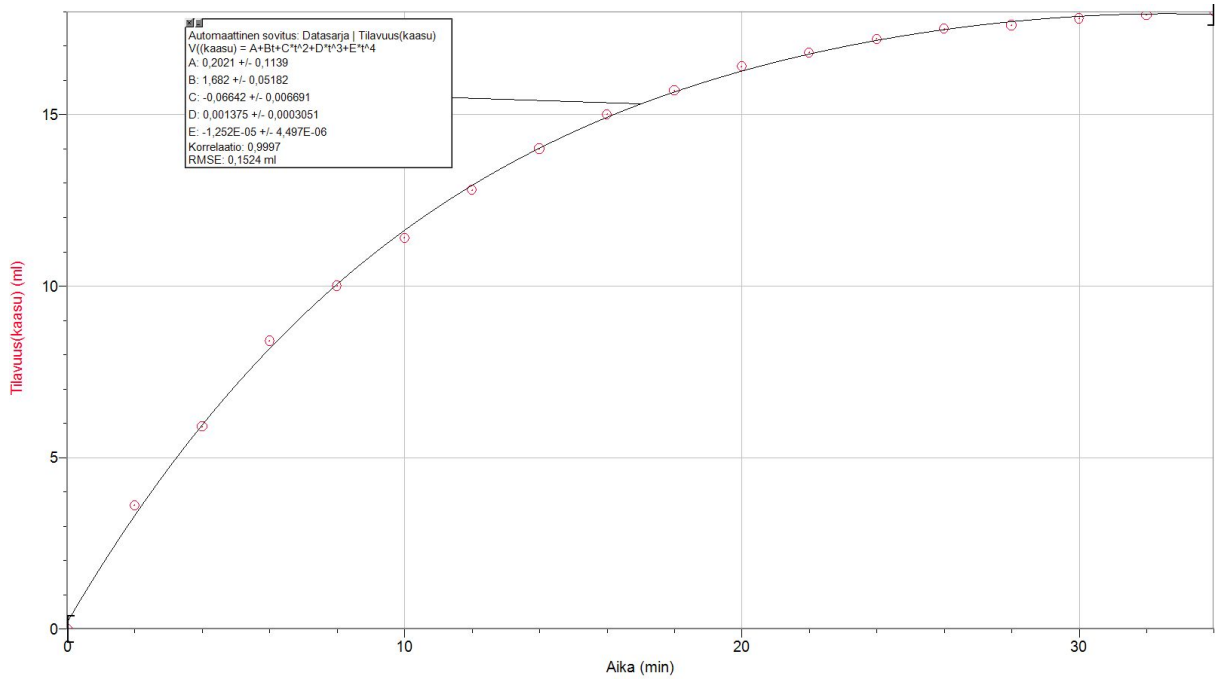
$$V(\text{H}_2) = nV_m = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ l/mol} = 0,0184 \text{ l} \approx 18 \text{ ml} \quad (\text{tai } 18,4 \text{ ml})$$

2p

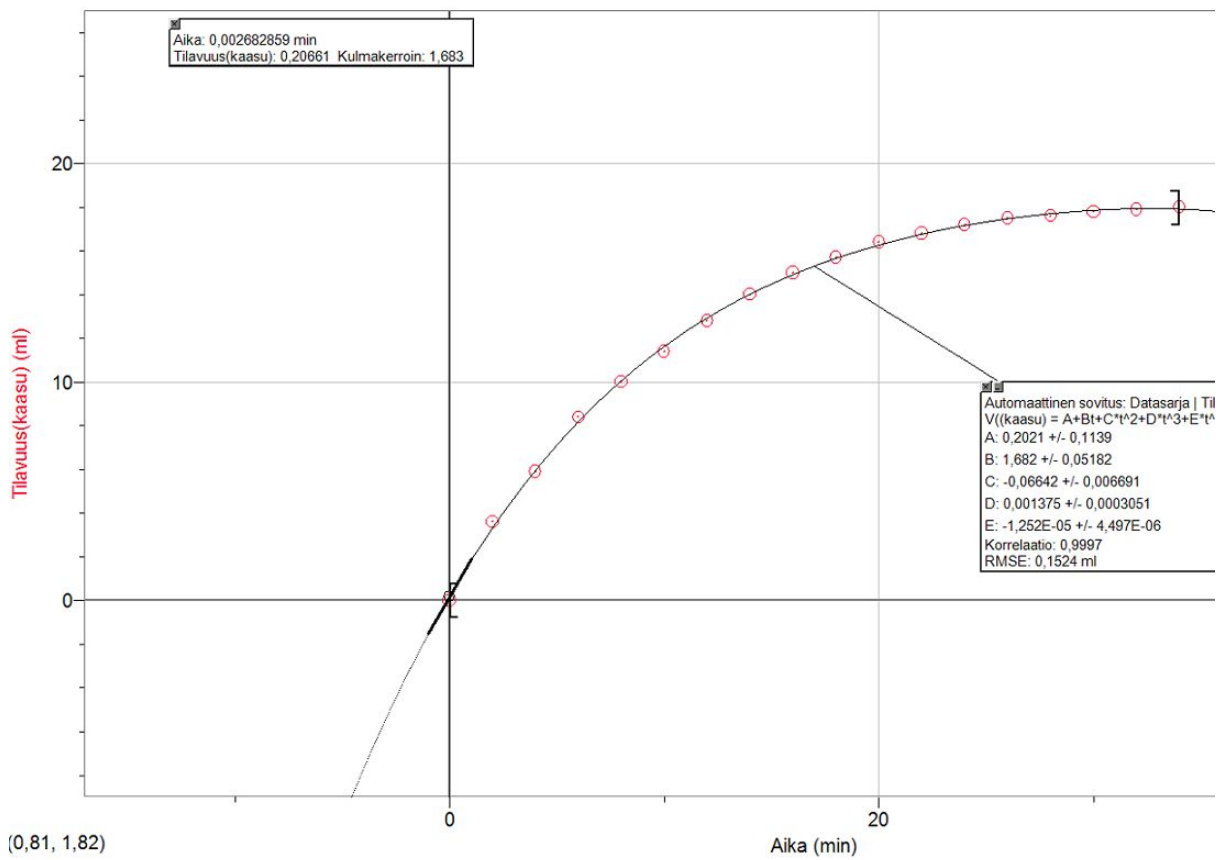
c) Arvot voivat vaihdella riippuen käytetystä ohjelmasta ja sovituksesta.

Suurin nopeus:

LoggerPro:



1p



Suurin nopeus on reaktion alussa eli hetkellä $t=0$ s (kuva zoomattu).Tangentti piirretty hetkellä $t =0$ min.

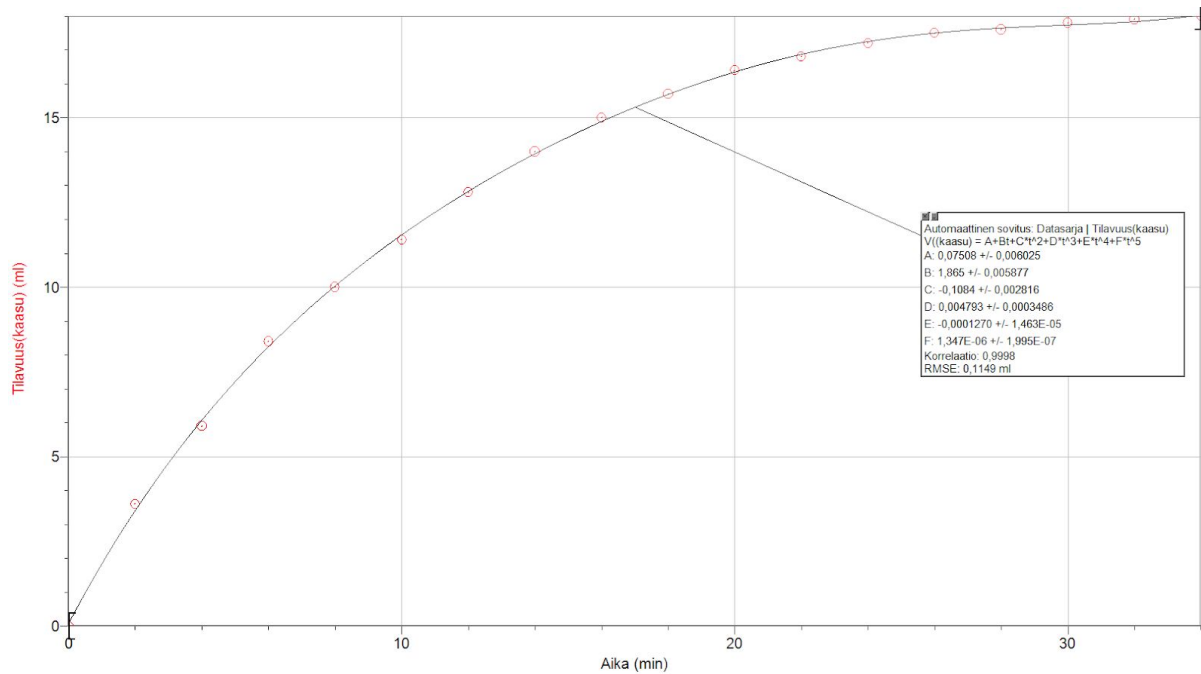
1p

Nopeus saadaan tangentin kulmakertoimesta

$$v(\text{H}_2) = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 1,683 \text{ ml/min} \approx 1,7 \text{ ml/min}$$

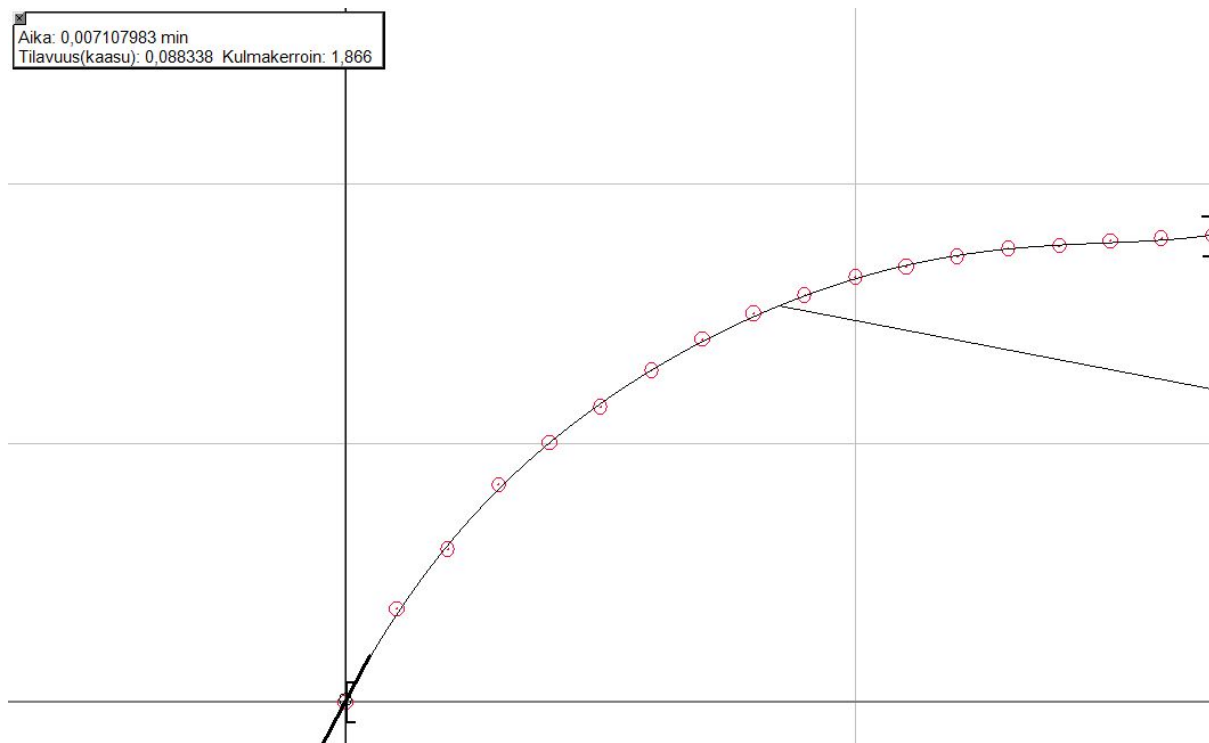
2p

Tai LoggerProlla toisella käyränsovituksella



(1p)

Aika: 0,007107983 min
Tilavuus(kaasu): 0,088338 Kulmakerroin: 1,866



(1p)

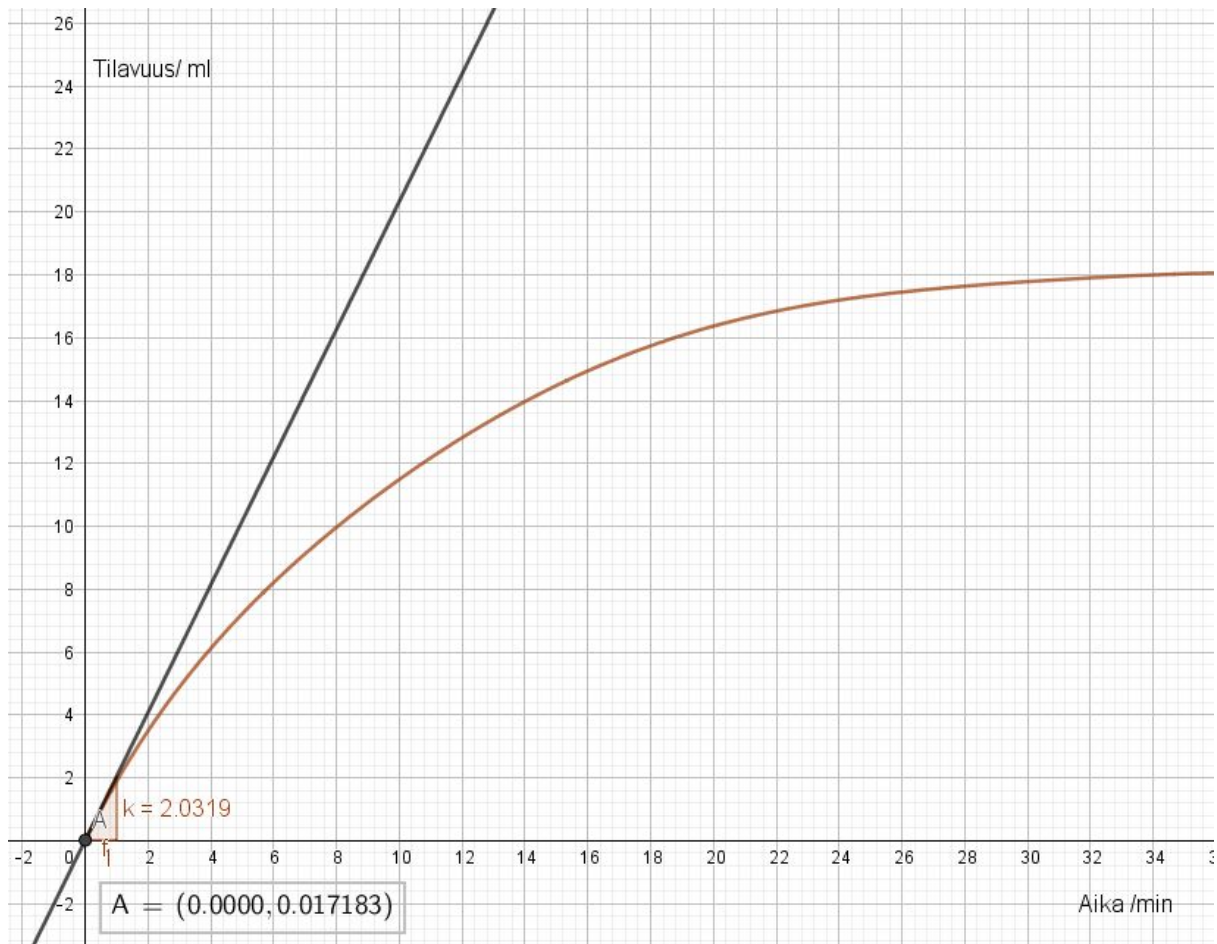
Suurin nopeus on reaktion alussa eli hetkellä $t=0$ s (kuva zoomattu)

Nopeus saadaan tangentin kulmakertoimesta

$$v(\text{H}_2) = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 1,866 \text{ ml/min} \approx 1,9 \text{ ml/min}$$

(2p)

Tai GeoGebra:



(1p)

Suurin nopeus on reaktion alussa eli hetkellä $t=0$ s

(1p)

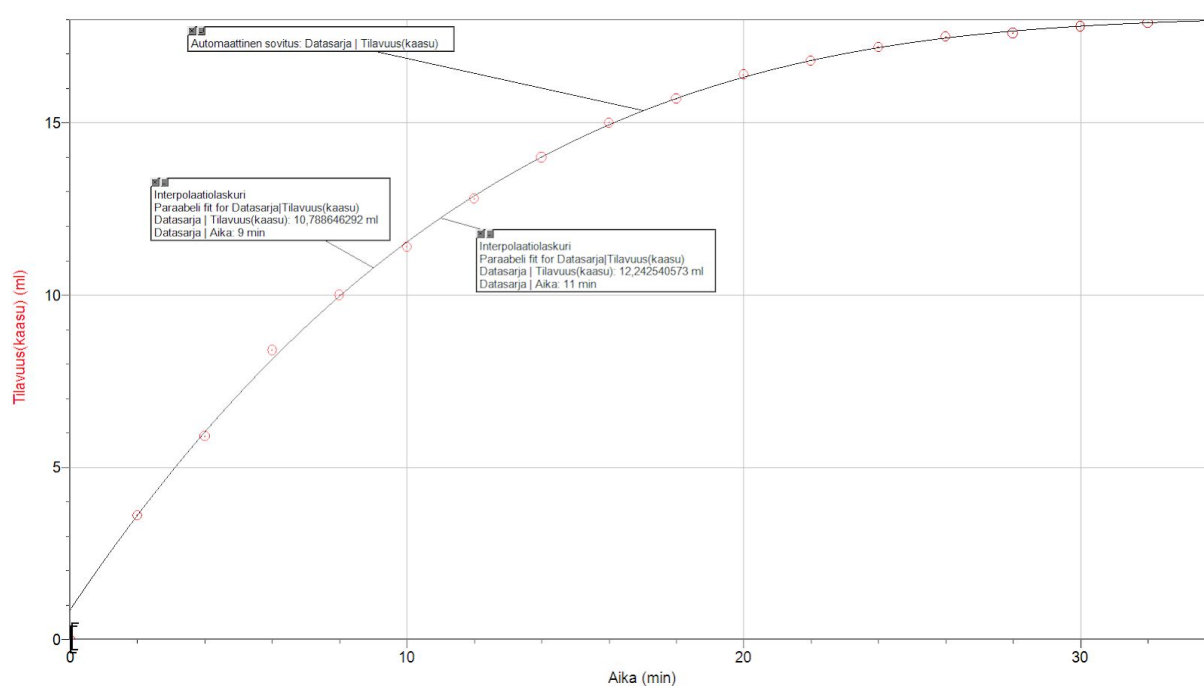
Nopeus saadaan tangentin kulmakertoimesta

$$v(\text{H}_2) = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 2,0319 \text{ ml/min} \approx 2,0 \text{ ml/min}$$

(2p)

Keskimääräinen nopeus:

LoggerPro:



1p

Keskimääräinen nopeus 9-11 minuutin välillä saadaan laskettua kuvasta luetuilla arvoilla

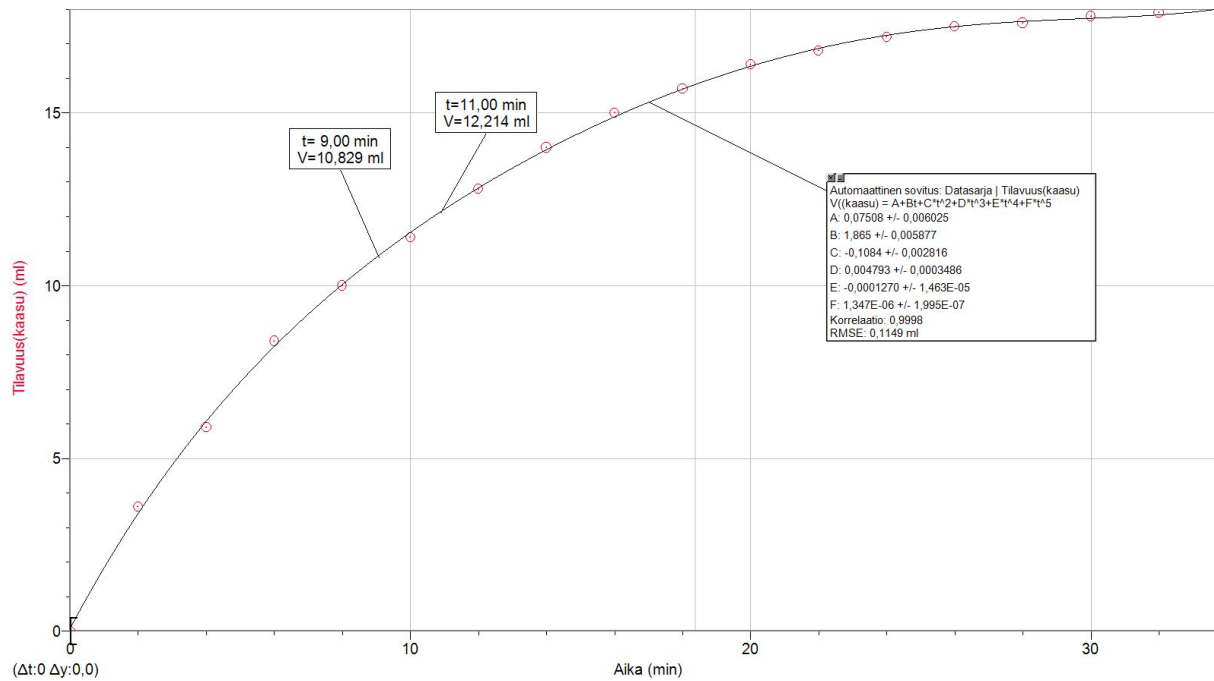
9 minuutin kohdalla $V(\text{H}_2)=10,79 \text{ ml}$

11 minuutin kohdalla $V(\text{H}_2)=12,24 \text{ ml}$

$$v(\text{H}_2) = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{12,24 \text{ ml} - 10,79 \text{ ml}}{11 \text{ min} - 9 \text{ min}} = 0,725 \text{ ml/min} \approx 0,7 \text{ ml/min}$$

2p

tai Loggerpro toisella käyrän sovituksella



(1p)

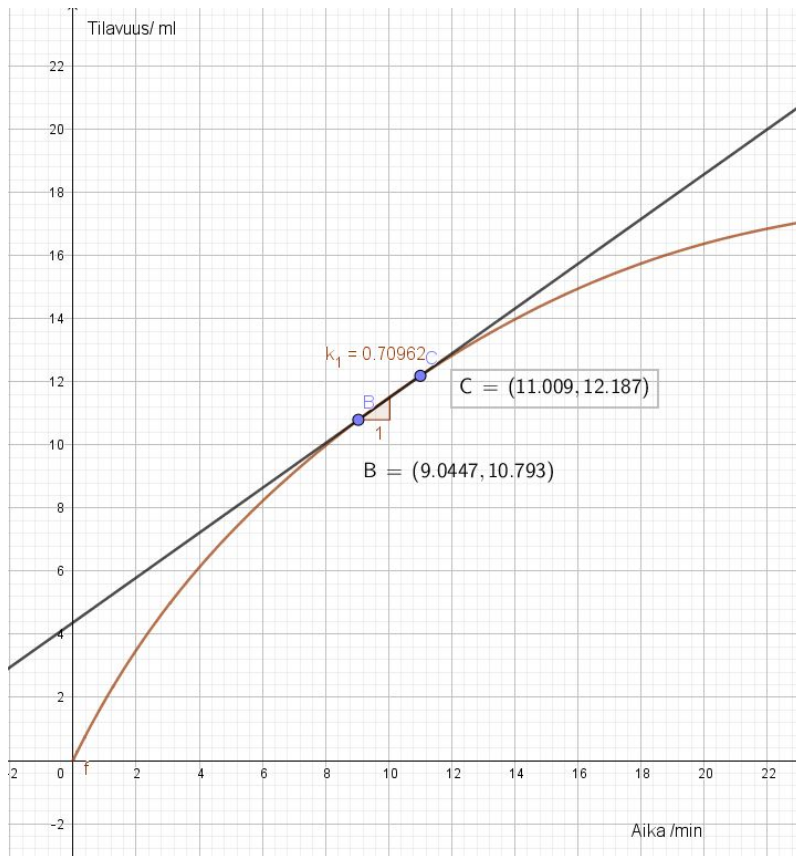
9 minuutin kohdalla $V(\text{H}_2)=10,83 \text{ ml}$

11 minuutin kohdalla $V(\text{H}_2)=12,21 \text{ ml}$

$$v(\text{H}_2) = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{12,21 \text{ ml} - 10,83 \text{ ml}}{11 \text{ min} - 9 \text{ min}} = 0,69 \text{ ml/min} \approx 0,7 \text{ ml/min}$$

(2p)

tai GeoGebralla



(1p)

GeoGebralla sekantin kulmakertoimesta

$v(\text{H}_2) = 0,709 \text{ ml/min} \approx 0,7 \text{ ml/min}$

(2p)

d) Kemiällisen reaktion edellytyksenä on, että **reagoivat hiukkaset törmäävät toisiinsa riittävällä nopeudella ja oikeasta suunnasta.**

Katalyytti alentaa reaktion aktivoitumisenergiaa ja siten nopeuttaa tasapainotilan saavuttamista. (Ei ole kovin oleellinen selitys, mutta hyväksyttävä.)

Lämpötilan nostaminen nopeuttaa reaktiota, sillä tällöin reaktioseoksessa on enemmän nopeita törmäyksiä (kineettistä energiaa) ja hiukkaset törmäävät riittävän voimakkaasti.

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

Hiukkaskoon pienentäminen heterogeenisessä reaktiossa nopeuttaa reaktiota, koska reaktiopinta-ala kasvaa. Tässä tapauksessa Mg:n laittaminen jauheena esim. Mg-nauhan sijaan.

5p

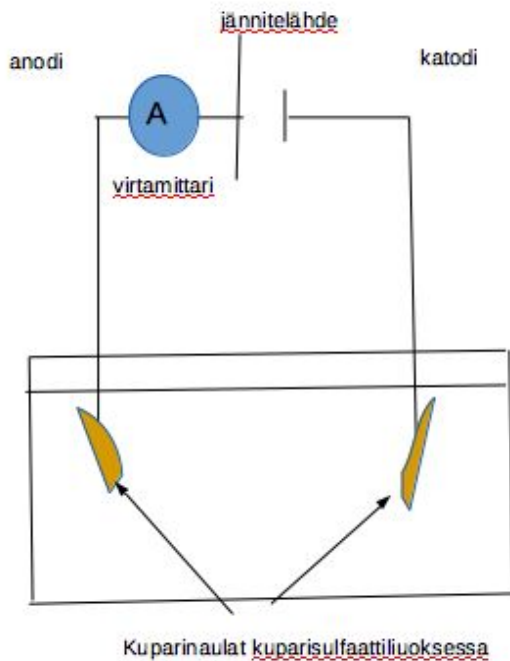
10.

a) Oppilas kuvailut yhden ilmiön tai demonstraation. Esimerkiksi:

- Faradayn häkki on sähköä johtavasta materiaalista valmistettu häkki tai muu yhtenäinen kuori, jota staattinen sähkökenttä tai sähkömagneettinen säteily eivät läpäise. Faradayn häkin sisäpuolella oleva sähkömagneettisen kentän lähde ei vaikuta häkin ulkopuolella, ja sähkömagneettinen kenttä ei pääse häkin ulkopuolelta sen sisäpuolelle. Oppilaat ovat voineet koskettaa häkkiä metallitangolla, jolloin hiukset nousevat pystyyn. Tai opettaja demostroinut sähkökenttää "vappuhuiskulla". Muita lukion fysiikassa käytyjä ilmiöitä on esim. maininta autosta ukonilmalla tai radiosta, joka ei vastaanota radiotaajuuksia häkin sisälle.
- Kapasitanssin yksikkö faradi on nimetty Faradayn mukaan. Tässä yhteydessä oppilas on voinut selittää kondensaattorin. Kondensaattori on kaksinapainen sähkötekniikassa käytettävä komponentti. Sen keskeisin ominaisuus on kapasitanssi, joka on kykyä tallentaa sähkövarausta. Kondensaattori varastoi energiaa sähkökenttään.
- Faradayn saavutuksiin kuuluvat myös sähkömagneettinen induktio, diamagneettisuuden ja elektrolyysin keksiminen sekä sähkömoottorin kehittäminen. Myös näistä selitetty demo tai ilmiö kelpaa vastaukseksi.

ilmiö tai demo 2p + selitys 3p

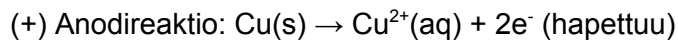
b)



Kuvaan merkityt laitteet ja virtamittari sarjassa

4p

Faradayn vakion määrittämien anodille:



Vedellä pienempi hapetuspotentiaali ja siksi anodilla hapettuu kuparielektrodi. 1p

työn alussa $m(\text{anodi}) = 3,040 \text{ g}$

työn lopussa $m(\text{anodi}) = 2,370 \text{ g}$

muutos $m(\text{anodi}) = 3,040 \text{ g} - 2,370 \text{ g} = 0,670 \text{ g}$, massa pienentynyt

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{0,670 \text{ g}}{63,55 \text{ g/mol}} = 0,01054 \text{ mol} \quad \text{1p}$$

Ratkaistaan $It = znF$ kaavasta Faradayn vakio ja sijoitetaan tekstissä annetut luvut

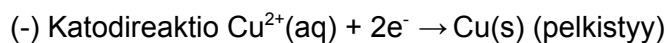
$$I = 1,12 \text{ v}$$

$$t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

$$z = 2$$

$$F = \frac{It}{n(\text{Cu}) \cdot z} = \frac{1,12 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s}}{0,01054 \text{ mol} \cdot 2} = 95636 \text{ As/mol} \approx 95600 \text{ As/mol} \quad \text{2p}$$

Faradayn vakion määrittämien katodille:



Vedellä pienempi pelkistyspotentiaali ja siksi katodilla pelkistyy kuparia. 1p

työn alussa $m(\text{katodi}) = 2,349 \text{ g}$

työn lopussa $m(\text{katodi}) = 2,663 \text{ g}$

$m(\text{suodatinpaperi alussa}) = 0,689 \text{ g}$

$m(\text{suodatinpaperi} + \text{kuparihippuset}) = 1,081 \text{ g}$

$m(\text{suodatettu kupari}) = 1,081 \text{ g} - 0,689 \text{ g} = 0,392 \text{ g}$

muutos $m(\text{katodi}) = 2,663 \text{ g} - 2,349 \text{ g} = 0,314 \text{ g}$, massa kasvanut

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{0,392 \text{ g} + 0,314 \text{ g}}{63,55 \text{ g/mol}} = 0,01111 \text{ mol} \quad \text{1p}$$

Ratkaistaan $It = znF$ kaavasta Faradayn vakio ja sijoitetaan tekstissä annetut luvut

$$I = 1,12 \text{ v}$$

$$t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$$

$$z = 2$$

$$F = \frac{It}{n(\text{Cu}) \cdot z} = \frac{1,12 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s}}{0,011111 \text{ mol} \cdot 2} = 90729 \text{ As/mol} \approx 90700 \text{ As/mol}$$

2p

MAOL-taulukosta $F = 96485 \text{ As/mol}$

Anodireaktiolla määritetty Faradayn vakio on aika lähellä oikeaa arvoa, mutta katodireaktio jää alle kirjallisuusarvon.

Virhettä voinut aiheuttaa: (3 kohtaa riittää)

- suodatinpaperille voinut kiteytyä myös kuparisulfaattia, jolloin se lisää kuparin massaa katodilla. Tämä puolestaan pienentää laskettua Faradayn vakion arvoa
- Videolla oppilas huuhteli katodin myös dekanterilasın päällä. Videolla ei näytetä kaatoiko hän dekan sisällön suodatinpaperille. Osa katodin massassa on voinut siis jäädä huomioimatta tästä syystä.
- elektrolyysissä käytetyt kuparinaulat eivät olleetkaan puhdasta kuparia
- virtamittarin arvo ei ole täysin tarkka tai mittausaika ei ollut tasan 30 min
- jos elektrodit ja suodatinpaperi eivät täysin kuivat punnittaessa, muuttuu massat ja ainemäärät oleellisesti
- osa kuparista hapettuikin vain hapetusluvulle 1

1p/kohta => 3p

11.

a) Kun 19,0 mg yhdistettä analysoitiin polttoanalyysissä saatiin tulokseksi 41,0 mg hiilidioksidia ja 6,0 mg vettä .

Lasketaan hiilen ja vedyn ainemäärät ja massat.

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{0,041 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,0009316 \text{ mol}$$

1p

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 2 \cdot \frac{0,006 \text{ g}}{18,016 \text{ g/mol}} = 0,0006660 \text{ mol}$$

1p

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,0009316 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol} = 0,01112 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,0006660 \text{ mol} \cdot 1,008 \text{ g/mol} = 0,0006714 \text{ g}$$

1p

Jos ei kertonut veden ainemäärää kahdella ei VSE ja pisteiden kertyminen loppuu vedyn osalta eli max 1p hiilestä.

Vähennetään nämä näytteen massasta:

$$m(O) = m(\text{näyte}) - m(C) - m(H) = 0,00721 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

eli näytteessä on myös happea.

$$n(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{0,00721 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 0,0004506 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

Lasketaan ainemäärien suhteet, jakamalla kaikkia pienimmällä eli hapen ainemäärällä.

$$\frac{n(C)}{n(O)} = \frac{0,0009316 \text{ mol}}{0,0004506 \text{ mol}} = 2,06747 \text{ Lavennetaan kahdella} \Rightarrow 4$$

$$\frac{n(H)}{n(O)} = \frac{0,0006660 \text{ mol}}{0,0004506 \text{ mol}} = 1,55172 \text{ Lavennetaan kahdella} \Rightarrow 3$$

$$\frac{n(O)}{n(O)} = 1 \text{ Lavennetaan kahdella} \Rightarrow 2$$

Ainemäärien suhde 1p

Lavennus 1p

Yhdisteen empiirinen eli suhdekaava on $(C_4H_3O_2)_x$ 1p

b) Suhdekaava $(C_4H_3O_2)_x$

Massaspektrin viimeisen piikin perusteella 168 g/mol 1p

$$4 \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 3 \cdot 1,008 \text{ g/mol} + 2 \cdot 16 \text{ g/mol} = 83,064 \text{ g/mol}$$

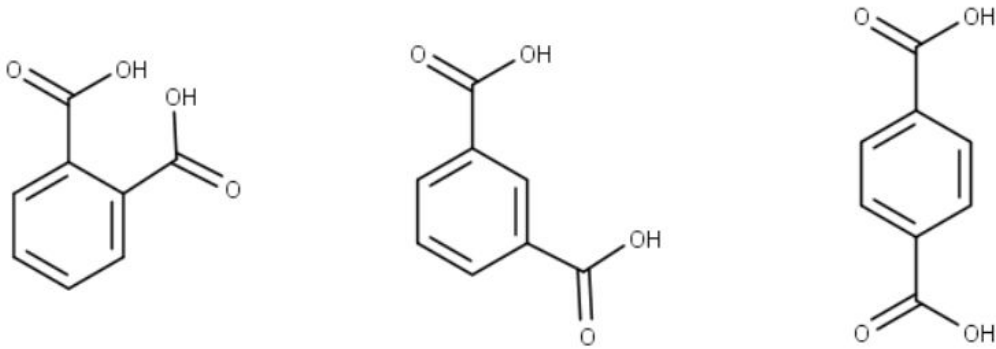
$$168 / 83,064 \approx 2,0$$

Molekyylikaava $C_8H_6O_4$ 2p

c) **A-alue** viittaa aaltolukuun 1700 cm^{-1} ja siten **aldehydi, ketoni, karboksyylihappo tai esteri.** 2p

B-alue viittaa aaltolukuun 2600 cm^{-1} eli **karboksyylihappoon**. Myös venytyksiä aaltoluvun 3000 cm^{-1} lähellä, jotka viittaa **alkaniin, alkeeniin tai aromaattiseen.** 2p

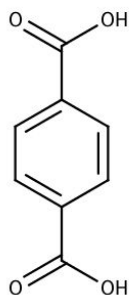
d) (Ei tarvitse nimetä)



Rakennekaavat 1p/kuva

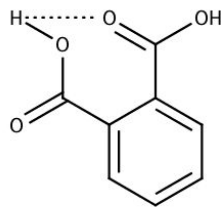
Muovissa käytetty muoto on **1,4-bentseenidikarboksylihappo**.

1p

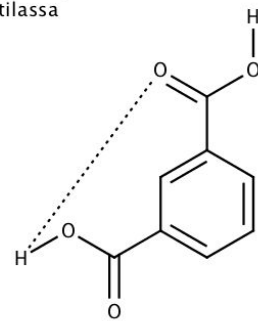


1,4-bentseenidikarboksylihappo
eli tereftaalihappo

syntyy molekyylin sisäisiä
vetysidoksia ja siksi nämä hajoo
alhaisemmassa lämpötilassa



1,2-bensteenidikarboksylihappo



1,3-bentseenidikarboksylihappo

1,4-bentseenidikarboksylihappomolekyyleissä **karboksyyliryhmät (-COOH) ovat renkaan vastakkaisilla puolilla ja tällöin mahdollisimman kaukana toisistaan.**

Molemmat -COOH-ryhmät muodostavat siten vahvoja molekyylien välisiä vetysidoksia toisiin happomolekyyleihin. 1,2- ja 1,3-karboksyyliryhmät sijaitsevat lähellä, joten ne muodostavat keskenään molekyylin sisäisen vetysidoksen.

Tällöin vetysidoksia voi muodostua vain yhden -COOH-ryhmän kautta.

1p