



KEMIAN KOE 12.3.2014 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Alla oleva vastausten piirteiden ja sisältöjen luonnehdinta ei sido ylioppilastutkintolautakunnan arvostelua. Lopullisessa arvostelussa käytettävistä kriteereistä päättää tutkintotoimikunta.

Kemian tehtäviä arvosteltaessa painotetaan oppiaineen luonteen mukaista esitystapaa sekä käsitteiden ja kielenkäytön täsmällisyyttä. Hyvä vastaus on jäsenelty ja sisällöltään johdonmukainen. Vastauksessa on käytetty kaavoja ja reaktioyhtälöitä asianmukaisesti. Reaktioyhtälöt on esitetty ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei vaadita.

Laskennallisissa tehtävissä suureyhtälöt ja kaavat on perusteltu tavalla, joka osoittaa kokeiltaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Vastauksessa johtopäätökset on tehty perustellen ja suureyhtälöitä käyttäen, ja saadut lopputulokset on esitetty oikealla tarkkuudella. Symbolisen laskimen avulla tehdyissä ratkaisuisissa tulee käydä ilmi, mihin reaktioyhtälöön symboleineen ne perustuvat.

Tehtävä 1

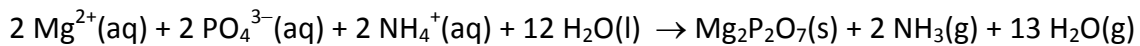
Esimerkiksi seuraavat alkuaineet sopivat tehtävässä annettuihin kuvauksiin:

- A:** K (kalium)
- B:** He (helium)
- C:** Al (alumiini)
- D:** I (jodi)
- E:** Mg (magnesium)
- F:** Cu (kupari)

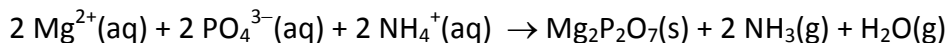
Tehtävä 2

Laskuissa on käytetty asianmukaisia laskukaavoja ja otettu huomioon reaktioyhtälöiden kertoimet. Laskujen välivaiheet ja tulokset on esitetty yksiköineen oikein ja riittävällä tarkkuudella. Lopputulos on esitetty oikealla tarkkuudella.

a) Annetut reaktioyhtälöt voidaan laskea yhteen, jolloin kokonaisreaktioksi saadaan



tai



Tästä ottamalla huomioon reaktioyhtälön kertoimet saadaan

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 2 \cdot n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 2 \cdot \frac{232,2 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{222,56 \text{ g/mol}} = 2,087 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = nM = 2,087 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 24,31 \text{ g/mol} = 0,05073 \text{ g} \approx 50,73 \text{ mg} \quad (4 \text{ p.})$$

b) Laskettu kysytty konsentraatio:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{n}{V} = \frac{2,087 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,1000 \text{ l}} = 0,02087 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

Tehtävä 3

a) Empiirisen kaavan määrittämiseksi lasketaan yhdisteen sisältämien alkuaineiden ainemäärät. Kun otetaan huomioon, että hiili palaa hiilidioksidiksi ja vety vedeksi saadaan

$$m(\text{C}) = \frac{12,01}{44,01} \cdot 0,352 \text{ g} = 9,606 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{9,606 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 0,00800 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = \frac{2 \cdot 1,008}{18,016} \cdot 0,144 \text{ g} = 1,611 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$n(\text{H}) = 0,0160 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}) = (0,240 - 9,606 \cdot 10^{-2} - 1,611 \cdot 10^{-2}) \text{ g} = 0,12783 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = 0,00799 \text{ mol}$$

Alkuaineiden ainemäärien suhde C:H:O = 1:2:1, jolloin empiirinen kaava on $(\text{CH}_2\text{O})_n$. (3 p.)

b) Koska $M(\text{CH}_2\text{O})_n \approx 60$, voidaan päätellä, että $n = 2$ eli molekyylikaava on $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. (1 p.)

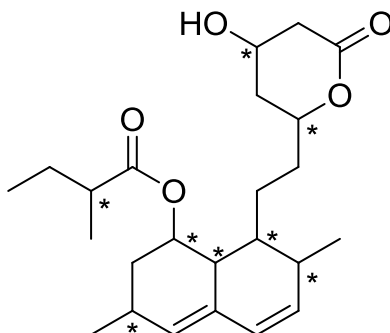
c) Kysytty yhdiste on etaanihappo, joka muodostaa etanolin kanssa esterin (etyyliasetaatin).
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2 p.)

Tehtävä 4

a) Löydetty funktionaaliset ryhmät:

- kaksi esteriryhmää
- kaksi hiilten välistä kaksoissidosta (alkenyyliryhmää)
- yksi hydroksyyliiryhmä

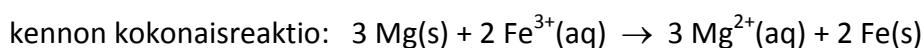
b) Merkitty oikein kiraaliset hiilet 8 kpl



c) *Cis-trans*-isomeriaa esiintyy yleensä hiilten välisten kaksoissidosten sekä rengasrakenteiden yhteydessä. Tässä yhdisteessä *cis-trans*-isomeriaa on vain rengasrakenteiden yhteydessä. Optista isomeriaa esiintyy, sillä molekyylissä on kiraalisia hiiliä. Myös konformaatioisomerian voi mainita.

Tehtävä 5

a) Kirjoitettu reaktioiden yhtälöt:



Parin lähdejännite: $E^{\circ} = +2,370 \text{ V} - 0,043 \text{ V} = 2,327 \text{ V}$

c) Magnesiumelektrodin massa pienenee.

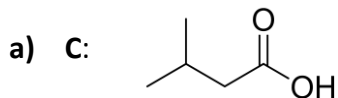
Yhtälöstä $Q = It = nZF$ ratkaistaan magnesiumin ainemäärä ja massa.

$$n(\text{Mg}) = \frac{150 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 1200 \text{ s}}{2 \cdot 96485 \text{ As/mol}} = 9,328 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{Mg}) = nM = 0,0227 \text{ g}$$

Tehtävä 6

Piirretty selkeät rakennekaavat ja nimetty pyydetyt yhdisteet.



B: reagenssina happi tai jokin hapetin esim. KMnO_4 (2 p.)

b) D: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (1 p.)

c) F: kloori (Cl_2) (1 p.)

d) A: 3-metyylibutanoli
C: 3-metyylibutaanihappo
E: etyyli-3-metyylibutanaatti (2 p.)

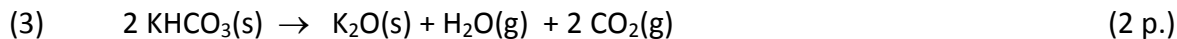
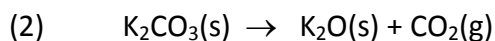
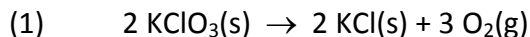
Tehtävä 7

Havainnot on esitetty selkeästi perusteluineen.

- a) Liuos 1: Ei havaintoja. Natrium- ja kloridi-ionit eivät reagoi magnesiumin kanssa.
Liuos 2: Havaitaan kaasukuplia vedyn muodostuessa ja magnesiumin liukeneminen, koska magnesium on epäjalo metalli.
Liuos 3: Havaitaan magnesiumin päälle muodostuva punertava kuparikerros (tai vaihtoehtoisesti kupari(I)nitraattisaostuma) ja kupari(II)nitraatin sinertävän värin haaleneminen. Epäjalo magnesiummetalli reagoi kupari-ionien kanssa.
- b) Fenoliftaleiinilisäys ei aiheuta näkyviä muutoksia. Fenoliftaleiini on väritön happamissa ja neutraaleissa liuoksissa.
- c) Liuoksissa 1 ja 2 havaitaan valkoinen saostuma, joka on hopeakloridia.
Liuos 3: Ei havaintoja. Hapetus-pelkistys-, saostumis- tai muut reaktiot eivät ole mahdollisia.

Tehtävä 8

a) Kirjoitettu reaktioyhtälöt oikein sisältäen olomuotomerkinnot.



b) Laskuissa on käytetty asianmukaisia laskukaavoja ja otettu huomioon reaktioyhtälöiden kertoimet. Laskujen välivaiheet ja tulokset on esitetty yksiköineen oikein ja riittävällä tarkkuudella. Lopputulos on esitetty oikealla tarkkuudella.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = 1,00 \text{ mmol}$$

$$n(\text{CO}_2)_{\text{kok.}} = 3,00 \text{ mmol}$$

$$\text{ja } n(\text{O}_2) = 1,25 \text{ mmol}$$

$$(1) \text{ reaktiosta: } n(\text{KClO}_3) = 2/3 n(\text{O}_2) = 0,83 \text{ mmol.}$$

$$\text{Koska } M(\text{KClO}_3) = 122,55 \text{ g/mol, saadaan } m(\text{KClO}_3) = 0,10 \text{ g}$$

$$\text{massa-}\%: 0,10 \text{ g}/1 \text{ g} = 0,10 \approx 10 \%$$

$$(3) \text{ reaktiosta: } n(\text{KHCO}_3) = 2 n(\text{H}_2\text{O}) = 2,00 \text{ mmol. Koska}$$

$$M(\text{KHCO}_3) = 100,118 \text{ g/mol, saadaan } m(\text{KHCO}_3) = 0,20 \text{ g eli } 20 \%$$

$$\text{jolloin } n(\text{CO}_2)_{\text{reaktio3}} = n(\text{KHCO}_3) = 2,00 \text{ mmol}$$

$$(2) \text{ reaktiosta: } n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2)_{\text{kok.}} - n(\text{CO}_2)_{\text{reaktio3}} = 3,00 \text{ mmol} - 2,00 \text{ mmol} = 1,00 \text{ mmol}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 1,00 \text{ mmol, } M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138,21 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,14 \text{ g eli } 14 \%$$

$$m(\text{KCl}) = 1,00 \text{ g} - 0,10 \text{ g} - 0,20 \text{ g} - 0,14 \text{ g} = 0,56 \text{ g eli } 56 \%$$

$$\text{massaprosenttiosuudet: } \text{KClO}_3: 10 \text{ m-}\%, \text{KHCO}_3: 20 \text{ m-}\%, \text{K}_2\text{CO}_3: 14 \text{ m-}\%, \text{KCl: } 56 \text{ m-}\%$$

(3 p.)

c) KClO_3 on vahva hapetin, joka voi räjähtää kuumennettaessa.

(1 p.)

Tehtävä 9

Laskuissa on käytetty asianmukaisia laskukaavoja ja otettu huomioon reaktioyhtälöiden kertoimet. Laskujen välivaiheet ja tulokset on esitetty yksiköineen oikein ja riittävällä tarkkuudella. Lopputulos on esitetty oikealla tarkkuudella.

Liouksessa $n(\text{CaCl}_2) = n(\text{Ca}^{2+}) = 125 \text{ mmol}$, $V(\text{liuos}) = 100 \text{ ml}$, jolloin $c(\text{Ca}^{2+}) = 1,25 \text{ mol/l}$

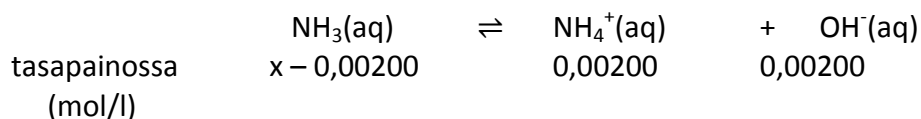
Saostuma $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ alkaa muodostua, kun ionitulo $Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 > K_s$ (liukoisuustulo).

Taulukkokirjasta $K_s(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5,0 \cdot 10^{-6} (\text{mol/l})^3$

Kylläisessä liouksessa $K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 = 1,25 \text{ mol/l} \cdot [\text{OH}^{-}]^2$, josta $[\text{OH}^{-}] = 0,00200 \text{ mol/l}$

Taulukkokirjasta $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})$.

Merkitään lisätyn ammoniakkin tasapainokonsentraatio = x



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^{+}][\text{OH}^{-}]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,00200 \text{ mol/l})^2}{(x - 0,00200) \text{ mol/l}}, \text{ josta ratkaistaan } x = c(\text{NH}_3) = 0,224 \text{ mol/l}$$

$$n(\text{NH}_3) = cV(\text{liuos}) = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Sijoittamalla saatu arvo saadaan olosuhteissa (25°C , 150 kPa)

$$V(\text{NH}_3) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = 3,70 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \approx 0,37 \text{ l.}$$

Saostuma muodostuu, kun $V(\text{NH}_3) > 0,37 \text{ l.}$

Tehtävä 10

Päätelty kuvaajien perusteella muutokset reaktio-olosuhteissa (lämpötila, katalyytti, konsentraatio/paine) ja selitetty niiden vaikutus tasapainovakion arvoon.

Kuva **(b)**

- samat alkukonsentraatiot
- tasapainoasema saavutetaan aiemmin
- tasapainossa reaktiotuotetta on aiempaa enemmän ja lähtöaineita vähemmän

Reaktio-olosuhteissa **(b)** on korkeampi lämpötila. Tasapainovakion arvo kasvaa (sekä kuvan että reaktion eksotermisyyden perusteella).

Kuva (c)

- samat alkukonsentraatiot
- tasapainoasema saavutetaan aiemmin
- tasapainossa reaktiotuotetta ja lähtöaineita on saman verran kuin alkuperäisissä olosuhteissa

Reaktio-olosuhteissa (c) on käytetty tehokkaampaa katalyyttia. Tasapainovakion arvo pysyy samana.

Kuva (d)

- suuremmat lähtöainekonsentraatiot eli pienempi tilavuus (lähtöainemäärä pysyy samana)
- tasapainoasema saavutetaan hieman aikaisemmin
- tasapainoasemassa reaktiotuotetta on aiempaa enemmän ja lähtöaineita vähemmän, mutta samassa suhteessa kuin aiemmassa reaktiossa

Reaktio-olosuhteissa (d) on pienempi tilavuus (tai suurempi paine). Tasapainovakion arvo pysyy samana.

Tehtävä +11

a) Muunnettu ravinteiden massat alkuaineiden massoiksi/ha ja päätelty sopiva NPK-lannoite.

| Kasvi | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | Alkuaineiden suhde | Tarvittava NPK | Lannoite |
|----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|----------------|----------|
| Sipuli | 110 | 17 | 86 | 6,5 : 1 : 5,0 | 19- 3- 15 | C |
| Porkkana | 190 | 30 | 350 | 6,3 : 1 : 11,6 | 13- 2- 23 | B |

(2 p.)

b) Tarkasteltu joitakin seuraavista seikoista:

- liika lannoitus häiritsee ravinnetasapainoa ja muuttaa kasvimaan pH-arvoa
- huuhtoutuvat ravinteet rehevöittävät ympäristön vesistöjä
- lannoitteet voivat sisältää epäpuhtauksia, jotka kertyvät maaperään
- kasvien alttius sienitaudeille kasvaa
- maaperän typpipitoisuuden kohoaminen liian korkeaksi aiheuttaa kasvien liian nopeaa kasvua ja lehtien runsasta tuotantoa
- liika typpeä voi häiritä kukintaa, jopa tappaa kasvin tai tuottaa juureksia, joiden nitraattipitoisuus on korkea

(2 p.)

c) Selitetty luonnonlannoitteiden käyttöä. Tarkasteltu joitakin seuraavista seikoista:

- luomuviljelyssä käytetään pääasiallisesti orgaanisia lannoitteita
- luonnonlannoitteisiin kuuluvat muun muassa hevosen- ja kananlantavalmisteet, karjanlanta, virtsa, merileväjauhe sekä talous- ja kasvijätteistä tehty komposti
- orgaaniset lannoitteet lisäävät maan humuspitoisuutta ja lisäävät pieneliöiden toimintaa sekä parantavat kasvualustan rakennetta

(2 p.)

d) Selitetty eri makroravinteiden vaikutusta kasvien kasvuun. Tarkasteltu joitakin seuraavista seikoista:

Typen vaikutus

Typpi on tärkeä osa lehtivihreää ja lähes kaikkia muitakin elintärkeitä aineosia kasveissa. Kasvien sisältämät entsyymit ja proteiinit muodostuvat useista erilaisista aminohapoista. Jos aminohappojen muodostuminen vähenee typen puutteen vuoksi, vaikuttaa se myös entsyymien muodostamiseen ja siten koko kasvin aineenvaihduntaan. Jos kasvi ei pysty heikentyneen entsyymiaktiivisuuden johdosta normaalisti tuottamaan aminohappoja ja proteiineja, heikkenee kasvin kokonaiskasvu.

Fosforin vaikutus

Fosfori vaikuttaa kasvin energia-aineenvaihduntaan. Fosfori on solujen välittömänä energianlähteenä toimivan ATP:n (adenosiinitrifosfaatin) tärkeä osa. Soluissa ATP hajoaa energiaa vaativissa tapahtumissa, jolloin se luovuttaa energiaa kasvin kehitykseen ja kasvuun. Jos fosforia on liian vähän saatavilla, kasvin energian puute ilmenee heikentyneenä kasvuna.

Kaliumin vaikutus

Kaliumilla on muutamia erittäin keskeisiä tehtäviä kasvin aineenvaihdunnassa. Kalium on välttämätön ravinne valkuaisaineiden muodostumisessa. Jos kaliumia ei ole riittävästi, valkuaisaineita ei muodostu normaalisti kasvin riittävästä typensaannista huolimatta. Kaliumilla on ravinteista tärkein merkitys suola-vesitasapainon säätelyssä, joka vaikuttaa veden ja ravinteiden kuljetukseen kasvissa. Kaliumilla on tärkeä merkitys myös yhteyttämisessä tarvittavan lehtivihreän muodostumisessa.

Kasvit ottavat kaliumia lähes yhtä paljon kuin typpeä, monet vihannekset ja juurikasvit jopa huomattavasti enemmänkin. Kasvi voi ottaa maasta jopa enemmän kaliumia, mitä se todellisuudessa tarvitsee kasvuunsa ja sadontuotantoonsa. Kaliumin otto vähentää magnesiumin (Mg^{2+}) ja kalsiumin (Ca^{2+}) ottoa. (2 p.)

e) Suomessa maaperä on useimmiten hapanta, joten uusi kasvimaata kalkitaan ensin. (1 p.)

Tehtävä +12

a) Selitetty liuoksen laimennus oikeita välineitä käyttäen.

Laskettu laimennussuhde liuokselle 5 yhtälön $c_1V_1 = c_2V_2$ avulla.

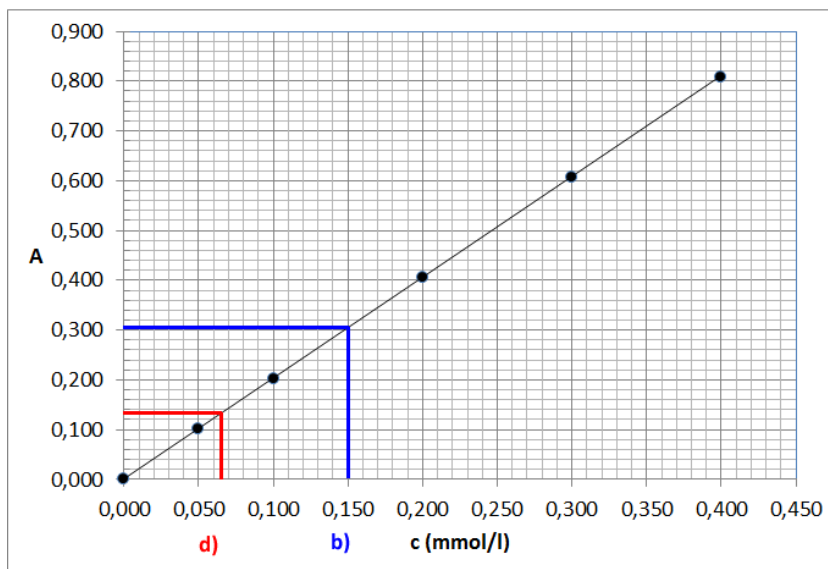
Suoritetaan tarvittavat laimennukset.

Esimerkiksi:

Pipetoidaan täyspipetillä 4,00 ml 0,500 mol/l liuosta 50 ml:n mittapulloon

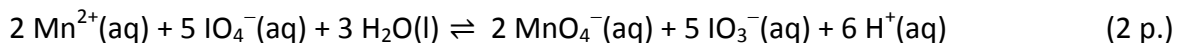
ja täytetään puhtaalla vedellä merkkiin, jolloin saadaan 0,0400 mol/l liuos. Tästä liuoksesta pipetoidaan täyspipetillä 1,00 ml liuosta 100 ml:n mittapulloon ja täytetään tislattulla vedellä merkkiin, jolloin saadaan 0,400 mmol/l liuos. (2 p.)

- b) Piirretty kuvaaja, jossa akselit otsikoineen on merkitty selvästi. Kuvaaja (suora) on sovitettu tarkasti pisteiden kautta.



Luettu suoralta näytteen absorbanssia 0,301 vastaava konsentraatio 0,150 mmol/l ja laskettu KMnO_4 -pitoisuus: $0,00015 \text{ mol/l} \cdot 158,04 \text{ g/mol} = 0,024 \text{ g/l}$ (2 p.)

- c) Kirjoitettu reaktioyhtälö, jossa on oikeat kertoimet ja olomuotomerkinnot:



- d) Laskettu mangaanin massa:

Näytteen absorbanssi oli 0,136, jolloin suoralta luettu konsentraatio on 0,065 mmol/l.

Huomioidaan laimennus 25 millilitrasta 100 millilitraan, jolloin konsentraatio ennen laimennusta on

$$4 \cdot 0,065 \text{ mmol/l} = 0,260 \text{ mmol/l}$$

Kun näyteliuksen tilavuus on 200,0 ml, on liuoksen Mn-ainemäärä

$$0,260 \text{ mmol/l} \cdot 0,2000 \text{ l} = 0,0520 \text{ mmol},$$

$$\text{jolloin } m(\text{Mn}) = 0,0520 \text{ mmol} \cdot 54,94 \text{ g/mol} = 0,00286 \text{ g}$$

$$\text{massa-}\%: \frac{0,00286 \text{ g}}{0,2000 \text{ g}} = 0,0143 \approx 1,4 \%$$

Hyväksytään kohtuullinen vaihteluväli kuvaajaa luettaessa.

(3 p.)