



## KEMIAN KOE 25.9.2015 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

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

Kemiassa arvioinnin kohteina ovat kemiallisen tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti. Arvioinnissa otetaan huomioon myös kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot. Näihin kuuluvat esimerkiksi kokeiden suunnittelu, työvälineiden ja reagenssien turvallinen käyttö, tulosten esittäminen ja tulkitseminen sekä johtopäätösten tekeminen ja soveltaminen.

Kemian tehtäviä arvosteltaessa painotetaan oppiaineen luonteen mukaista esitystapaa sekä käsitteiden ja kielenkäytön täsmällisyyttä. Reaktioyhtälöt esitetään ilman hapetuslukuja pienimminkin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei vaadita. Rakennekaavojen eri esitystavat hyväksytään.

Laskennallisissa tehtävissä suureyhtälöjä ja kaavoja käytetään tavalla, joka osoittaa kokelaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Vastauksesta ilmenee yksiselitteisesti, miten lopputulokseen päädytään. Jos tehtävässä tarvitaan välituloksia, ne esitetään riittävällä tarkkuudella yksiköineen. Lopputulokset annetaan lähtöarvojen mukaisella tarkkuudella yksiköineen, ja johtopäätökset perustellaan.

Kuvaajat piirretään huolellisesti ja riittävän kokoisina. Millimetripaperin käyttö on suositeltavaa, mutta ei pakollista. Kuvaajaan merkitään akselien nimet ja yksiköt. Mittauspisteisiin sovitetaan asianmukainen suora tai yhtenäinen kaareva viiva. Kuvaajaan merkitään johtopäätösten kannalta olennaiset kohdat, kuten ekvivalenttikohta titrauskäyrässä tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

Essee- ja selittävissä vastauksissa tekstiä yleensä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Hyvä vastaus on jäsenelty ja sisällöltään johdonmukainen. Keskeisten seikkojen painottaminen on tärkeämpää kuin hajanaisten yksityiskohtien esittäminen. Jokeritehtävässä korkeimmat pistemäärät edellyttävät kykyä tietojen soveltamiseen myös laajemmissa yhteyksissä.

Kemian kokeessa kaikki funktio-, graafiset ja symboliset laskimet ovat sallittuja. Symbolisen laskimen avulla tehdyt ratkaisut hyväksytään, kunhan ratkaisusta käy ilmi, mihin tilanteeseen ja yhtälöihin ratkaisu symboleineen perustuu. Laskinta voi käyttää myös yhtälön ratkaisemiseen tai kuvaajasta selvitettävien arvojen määrittämiseen.

Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella, ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi.

1.

<b>Yhdiste</b>	<b>Käyttökohde</b>
propanoni	kynsilakan poistoaine / liuotin
etaanihappo	säilöntäaine
etylibutanaatti	aromiaine
1,2-etaanidioli	jäähdytysaine / jäätymisenestoaine
2,2,4-trimetyylipentaani	oktaaniluvun määrittäminen / polttomootorin nakutuksen estäminen
1,2,3,4,5-pentahydroksipentaani	makeutusaine

6 x 1 p.

2. a) Magnetiitin koostumus:

FeO:ssa raudan hapetusluku on **+II**

1/3 p.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, jossa raudan hapetusluku on **+III**

2/3 p.

b) Rajoittavan tekijän määrittäminen

$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m/M = 300,0 \text{ g}/(231,55 \text{ g/mol}) = 1,2956 \text{ mol}$$

Täydelliseen reaktioon tarvitaan vetyä vähintään  $4 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 4 \cdot 1,2956 \text{ mol} = 5,1825 \text{ mol}$

$$n(\text{H}_2) = m/M = 10,0 \text{ g}/(2,016 \text{ g/mol}) = 4,9603 \text{ mol} < 5,1825 \text{ mol},$$

joten **H<sub>2</sub> on rajoittava tekijä.**

2 p.

Teoreettinen saanto rautaa on tällöin

$$n(\text{Fe})_{\text{teor.}} = \frac{3}{4} \cdot n(\text{H}_2),$$

missä **stoikiometria** tulee reaktioyhtälöstä

1 p.

$$m(\text{Fe})_{\text{teor.}} = nM = \frac{3}{4} \cdot 4,9603 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 207,77 \text{ g}$$

1 p.

$$\text{todellinen saanto} / \text{teoreettinen saanto} = 195 \text{ g}/207,77 \text{ g} = 0,939$$

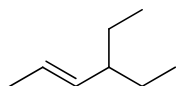
Prosentuaalinen saanto on **93,9 %.**

1 p.

3. a) Neutraalissa vesiliuoksessa  $[H^+] = [OH^-]$ . Esim.  $NaCl(aq)$ .  
(Neutraalin liuoksen  $pH = 7,00$ , kun lämpötila on  $25\text{ }^\circ C$ .) 1 p.
- b) Amfolyytti on aine, joka voi toimia sekä happona että emäksenä. Esim. vetysulfaatti-ioni,  $HSO_4^-$ . 1 p.
- c) Heikko happo protolysoituu vesiliuoksessa vain osittain, eli tasapainossa vain osa happomolekyyleistä on luovuttanut vetyionin eli protonin vesimolekyyleille.  
(Happovakio on alle  $1\text{ mol/l}$ ). Esim. etaanihappo, jonka  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}\text{ mol/l}$ . 1 p.
- d) Polyproottinen happo luovuttaa useamman kuin yhden vetyionin vedelle. Esim. hiilihappo  $H_2CO_3$ . 1 p.
- e) Hapan suola on ionirakenteinen yhdiste (ioniyhdiste), joka veteen liuetessaan muodostaa happaman vesiliuoksen. (Tyypillisesti kyseessä on suola, joka on muodostunut vahvan hapon ja heikon emäksen reaktiosta.) 1 p.  
Esim.  $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$ ,  
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$  1 p.

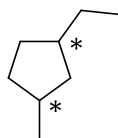
4.

a)



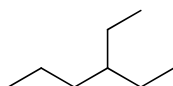
**A**

4-etyyliheks-2-eeni



**B**

(1-)etyyli-3-metyylisyklopentaani



**C**

3-etyyliheksaani

*kaavat* 3 x 2/3 p.

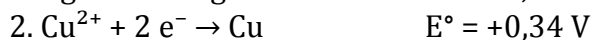
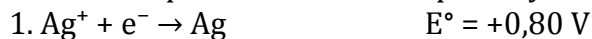
*nimet* 3 x 2/3 p.

**b)** Yhdisteellä **B** esiintyy myös optista isomeriaa, koska sillä on rakenteessaan kaksi kiraalista hiiltä (merkitty kuvaan). Yhdisteellä **C** ei ole kiraalisia hiiliä. Kaikilla yhdisteillä esiintyy myös konformaatioisomeriaa, sillä yksinkertainen sidos sallii atomien pyörimisen sidosakselin ympäri, jolloin sama molekyyli voi esiintyä useassa konformaatiossa sidosten katkeamatta. 2 p.

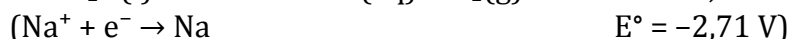
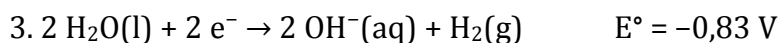
5. a) Uima- tai laskettelulasit estävät haihtuvien rikkiyhdisteiden pääsyn silmiin. 1 p.
- b) Mikroaaltouunin säteily kuumentaa sipulia kauttaaltaan, joten vaikutus ulottuu myös sipulin sisäosiin.  
Kuumennus denaturoi entsyymien proteiineja. / Entsyymien aktiivisuus pienenee korkeassa lämpötilassa. 1 p.
- c) Terävä veitsi rikkoo vähemmän soluja kuin tylsä veitsi. Tällöin rikkiyhdisteitä vapautuu vähemmän. 1 p.
- d) Rikkiyhdisteet reagoivat veden kanssa. Reaktiossa muodostuva rikkihappo ei ole haihtuva yhdiste eikä pääse ärsyttämään silmiä. 1 p.
- e) Viilentäminen hidastaa reaktionopeutta. / Viilentäminen pienentää entsyymien aktiivisuutta. 1 p.  
Viilentäminen vähentää yhdisteiden haihtumista. 1 p.

6. a) Kun epäjalompi (Mg tai Zn) metalli kytketään jalompaan, suojattavaan metalliin syntyy sähköpari, jossa suojattava metalli toimii katodina ja epäjalompi metalli toimii ns. uhrautuvana anodina, joka hapettuu eli liukenee. 1 p.

b) Katodilla tapahtuvat seuraavat pelkistymisreaktiot annetussa järjestyksessä:



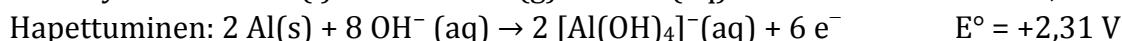
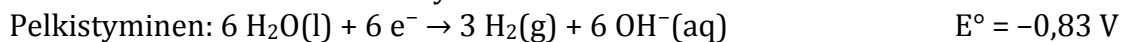
Koska ionien konsentraatiot ovat liuoksessa samat, katodilla aineet pelkistyvät pelkistymisreaktioiden normaalipotentiaalien mukaisessa järjestyksessä. Ensin pelkistyy aine, jonka normaalipotentiaali on suurin, ja viimeisenä aine, jonka pelkistymisreaktion normaalipotentiaali on pienin. 1 p.



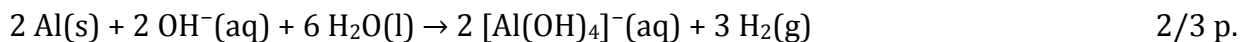
Normaalipotentiaalien mukaisesti vesi pelkistyy katodilla ennen natriumia. Natriumia ei voi pelkistyä vesiliuoksesta, eli natriumin pelkistymisreaktiota ei tapahdu. 2 p.

c) Alumiini liukenee voimakkaan emäksiseen liuokseen ja syntyy vetykaasua. 2/3 p.

Muodostetaan kokonaisreaktioyhtälö



Kokonaisreaktio:



7. Vastauksessa on annettu **menetelmä**, jonka perusteella havaitaan **ero** yhdisteiden välillä. Menetelmä on **perusteltu** yhdisteiden kemiallisten tai fysikaalisten ominaisuuksien avulla.

6 x 1 p.

Esimerkkejä mahdollisista koejärjestelyistä:

1: vettä vai etanolia

- Polttotesti: Etanoli on orgaaninen happiyhdiste, ja se palaa. Vesi ei pala.
- Liukoisuustesti: Natriumkloridi tai jokin muu runsasliukoinen suola liukenee veteen, mutta ei etanoliin.

2: etanolia vai asetonia

- Hapettumistesti kaliumpermanganaatilla: Etanoli hapettuu, jolloin violetti väri muuttuu. Asetoni ei hapetu, ja kaliumpermanganaatin väri ei muutu.
- Kiehumispiste: Etanolilla on korkeampi kiehumispiste kuin asetonilla. Etanolimolekyylien välillä on vetysidoksia. Asetonimolekyylien välillä on dipoli-dipolisidoksia.

3: asetonia vai etikkahappoa

- Happamuus: Etikkahapon vesiliuos on hapan, ja asetonin vesiliuos on neutraali.
- Kiehumispiste: Etikkahapolla on korkeampi kiehumispiste kuin asetonilla, koska etikkahappomolekyylien välillä on vetysidoksia. Asetonimolekyylien välillä on dipoli-dipolisidoksia.

4: etikkahappoa vai trimetyyliamiinia

- Happamuus: Etikkahapon vesiliuos on hapan, ja trimetyyliamiinin vesiliuos on emäksinen. Indikaattorina voi käyttää esimerkiksi bromitymolisinistä.
- Natriumhydroksidin lisääminen: Etikkahappo neutraloituu, jolloin eksotermisessä reaktiossa vapautuu lämpöä ja astia kuumenee. (Natriumhydroksidin lisääminen pienentää trimetyyliamiinin liukoisuutta veteen.)

5: trimetyyliamiinia vai heksaania

- Happamuus: Trimetyyliamiinin vesiliuos on emäksinen. Indikaattorina voi käyttää esimerkiksi bromitymolisinistä. Heksaani ei liukene veteen.
- Liukoisuus: Trimetyyliamiini on poolinen yhdiste, ja se liukenee veteen. Heksaani on pooliton yhdiste, eikä se liukene veteen.

6: heksaania vai vettä

- Liukoisuus: Natriumkloridi tai jokin muu runsasliukoinen suola liukenee veteen, mutta ei heksaaniin.
- Polttotesti: Heksaani on hiilivety, ja se palaa. Vesi ei pala.

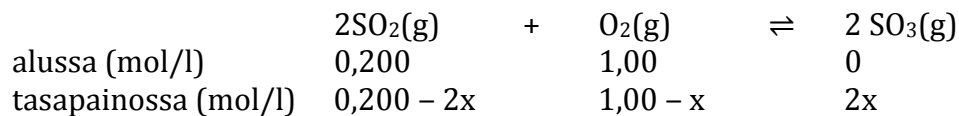
*Jos menetelmänä on maistaminen, 0 p. kyseisestä kohdasta.*

*Jos menetelmä perustuu varovaiseen haistamiseen, haistamisen turvallisuus on perusteltu ja yhdisteen tai yhdisteryhmän tyypillinen haju on kuvailtu, 2/3 p. kyseisestä kohdasta.*



8.

a)  $K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$  1/3 p.



1 1/3 p.

Tasapainossa 61,3 % eli 0,1226 mol/l  $SO_2$ :sta oli reagoanut  $SO_3$ :ksi 1/3 p.

$$2x = 0,1226$$

$$x = 0,0613$$

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{(2x \text{ mol/l})^2}{((0,200 - 2x) \text{ mol/l})^2 \cdot ((1,00 - x) \text{ mol/l})} = 2,67284 \text{ mol/l} \approx 2,7 \text{ mol/l}$$

Tasapainovakio kokeen lämpötilassa on **2,7 mol/l**. 1 p.

b) Taulukkokirjasta  $\Delta H_f^\circ$ -arvot

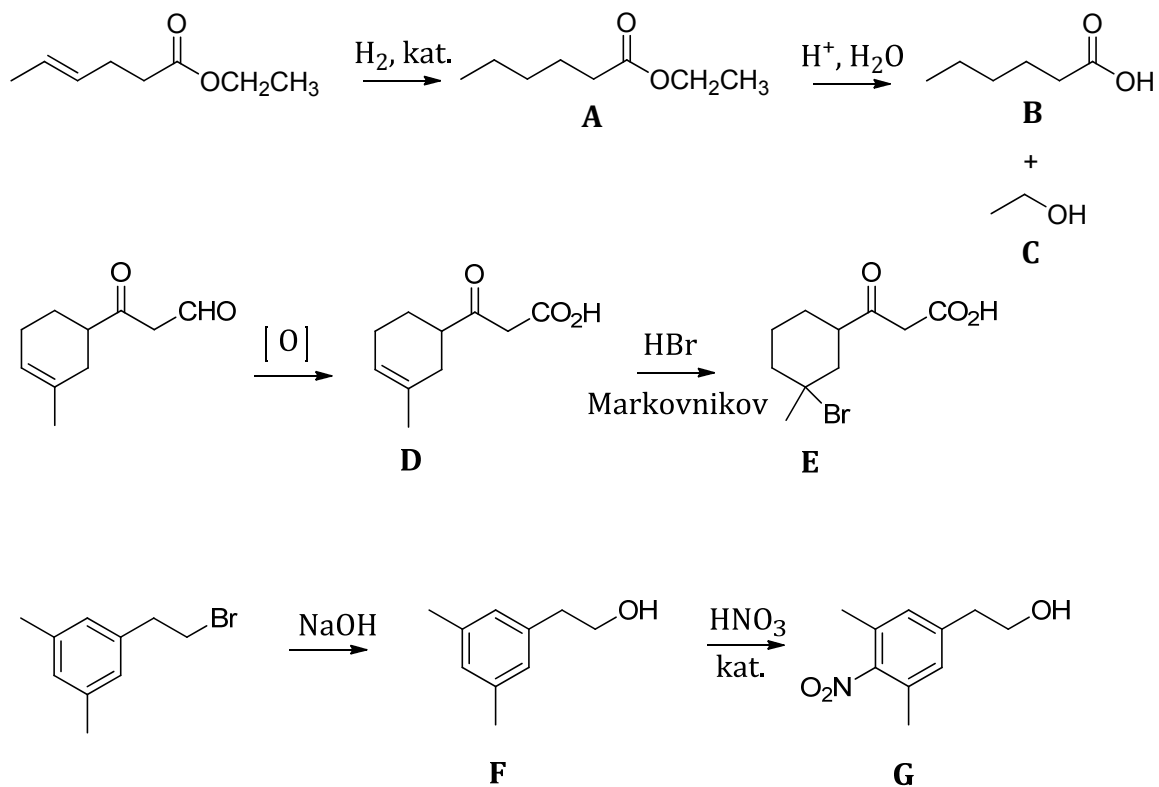
$$\Delta H = [2 \cdot (-395,2)] \text{ kJ} - [2 \cdot (-296,9) + 0] \text{ kJ} = -196,6 \text{ kJ} \text{ eli reaktio on eksoterminen.}$$

1 p.

Tasapaino siirtyy lämpötilan laskiessa lämpöä tuottavaan eli eksotermiseen suuntaan (Le Châtelier'n periaate). Koska reaktio on eksoterminen, tasapaino siirtyy reaktiotuotteiden suuntaan. 1 p.

Kun lämpötila laskee, sekä etenevä reaktio että palautuva reaktio hidastuvat. Palautuva reaktio hidastuu enemmän, mikä aiheuttaa tasapainon siirtymisen tuotteiden suuntaan. 1 p.

9.



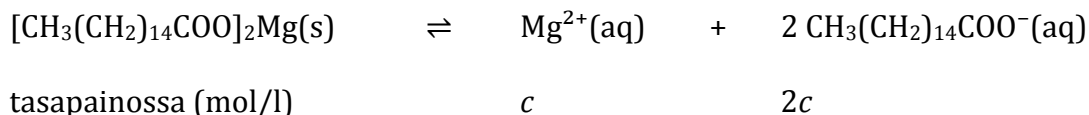
Yhdisteet **A**, **D**, **E**, **F** ja **G**: 1 p./yhdiste

Yhdiste **B**: 2/3 p.

Yhdiste **C**: 1/3 p.

*Yhdisteessä G hyväksytään myös muihin aromaattisen renkaan hiiliatomeihin kiinnittynyt nitroriippä.*

10. a) Liukoisuus (mol/l):  $56,9 \text{ mg/l} / 535,2 \text{ g/mol} = 1,06315 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = c$  1/3 p.



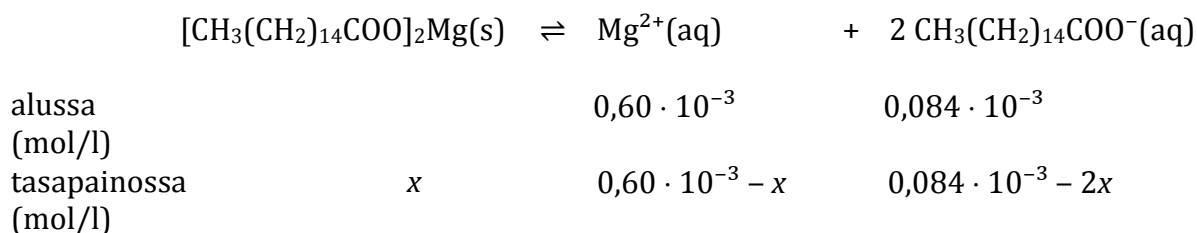
2/3 p.

$$K_s = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^{-}]^2 = c \cdot (2c)^2 = 4c^3 = 4,8 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3 \quad 2/3 \text{ p.}$$

$$Q = 0,60 \cdot 10^{-3} \cdot (0,084 \cdot 10^{-3})^2 = 4,2 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3 < K_s, \quad 2/3 \text{ p.}$$

joten ei saostu. 2/3 p.

b)



1p.

(Saostumista tapahtuu, joten  $x > 0$   
ja alkukonsentraatiot rajoittavat  $0,60 \cdot 10^{-3} - x > 0$  sekä  $0,084 \cdot 10^{-3} - 2x > 0$   
eli  $0 < x < 4,2 \cdot 10^{-5}$ )

$$\begin{aligned} K_s &= [\text{Mg}^{2+}] [\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^{-}]^2 \\ &= (0,60 \cdot 10^{-3} - x) \cdot (0,084 \cdot 10^{-3} - 2x)^2 = 3,3 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3 \end{aligned} \quad 1/3 \text{ p.}$$

Jos magnesiumpalmitaattia saostuu 30 mg,  
 $x = 0,030 \text{ g} / (535,13 \text{ g/mol} \cdot 5,0 \text{ l}) = 1,1212 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$  2/3 p.

Sijoitetaan arvo ionitulon lausekkeeseen.  
 $Q = (0,60 \cdot 10^{-3} - x) \cdot (0,084 \cdot 10^{-3} - 2x)^2 = 2,2 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$   
 $K_s = 3,3 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$   
 $Q < K_s$  eli ionien konsentraatiot ovat pienempiä kuin kylläisessä liuoksessa.

Magnesiumpalmitaattia saostuu **alle 30 mg**. 1 p.

TAI laskimella  
 $(0,60 \cdot 10^{-3} - x) \cdot (0,084 \cdot 10^{-3} - 2x)^2 = 3,3 \cdot 10^{-12}$   
 $-4x^3 + 0,002736x^2 - 2,08656 \cdot 10^{-7}x + 9,336 \cdot 10^{-13} = 0$   
 $x = 4,7707 \cdot 10^{-6}$ , muut juuret  $8,1 \cdot 10^{-5}$  ja  $6,0 \cdot 10^{-4}$  eivät käy  
Magnesiumpalmitaattia saostuu  $4,7707 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l} \cdot 5,0 \text{ l} \cdot 535,13 \text{ g/mol} = 0,013 \text{ g}$ ,  
joten saostuu **alle 30 mg**.

- +11. a)** *Massan muutos on selitetty ja poistuvat kaasut on tunnistettu.* 1 2/3 p.  
*Hajoamislämpötilat ja lämpötila-alueet on annettu.* 1 1/3 p.  
*Kysytty reaktioyhtälö on annettu.* 2/3 p.  
*Reaktioyhtälö on perusteltu laskennallisesti kuvan tietojen avulla.* 1 1/3 p.

Massa vähenee, sillä hajoamisreaktiot tuottavat kaasuja.

	lämpötila-alue / hajoaminen alkaa	pysyvä yhdiste / reaktio	poistuva kaasu
pysyvä	25–100 °C	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	
hajoaa	100 °C	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
pysyvä	230–400 °C	$\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$	
hajoaa	400 °C	$\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$
pysyvä	510–690 °C	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	
hajoaa	690 °C	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
pysyvä	840–(950) °C	$\text{CaO}(\text{s})$	

Kolmannessa vaiheessa massanmuutos on  $61,6\% - 31,5\% = 30,1\%$ .

Massa ennen 3. vaihetta on  $0,7244\text{ g} - 0,7244\text{ g} \cdot 0,315 = 0,4962\text{ g} = m(\text{CaCO}_3)$ .

Poistunut osa:

$$M(x) = m(x) \cdot M(\text{CaCO}_3) / m(\text{CaCO}_3)$$

$$= 0,301 \cdot 0,7244\text{ g} \cdot 100,09\text{ g/mol} / 0,4962\text{ g} = 43,98\text{ g/mol},$$

mikä vastaa  $\text{CO}_2$ :n moolimassaa:  $(12,01 + 2 \cdot 16,00)\text{ g/mol} = 44,01\text{ g/mol}$ .

TAI

Jäljelle jäänyt osa:

$$M(y) = m(y) \cdot M(\text{CaCO}_3) / m(\text{CaCO}_3)$$

$$= 0,384 \cdot 0,7244\text{ g} \cdot 100,09\text{ g/mol} / 0,4962\text{ g} = 56,11\text{ g/mol} \approx M(\text{CaO})$$

TAI

$$m(x) / M(x) = m(\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) / M(\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$$

$$M(x) = (0,7244\text{ g} \cdot 0,301 \cdot 146,11\text{ g/mol}) / 0,7244\text{ g}$$

$$0,301 \cdot 146,11\text{ g/mol} = 43,98\text{ g/mol} \approx M(\text{CO}_2)$$

ja jäljelle jäänyt osa:  $(1 - 0,616) \cdot 146,11\text{ g/mol} = 56,11\text{ g/mol} \approx M(\text{CaO})$

b) Saadaan yhtälöpari:

$$m(\text{CaC}_2\text{O}_4) + m(\text{SrC}_2\text{O}_4) = 0,5713 \text{ g}$$

$$m(\text{CaCO}_3) + m(\text{SrCO}_3) = 0,4673 \text{ g}$$

1 p.

Koska  $n(\text{Ca}) = n(\text{CaC}_2\text{O}_4)$ , saadaan

$$m(\text{CaC}_2\text{O}_4) = \frac{m(\text{Ca}) \cdot M(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{M(\text{Ca})} = \frac{128,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{40,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot m(\text{Ca}) = 3,1961 m(\text{Ca})$$

vastaavasti:  $m(\text{CaCO}_3) = 2,4973 m(\text{Ca})$

$$m(\text{SrC}_2\text{O}_4) = 2,0046 m(\text{Sr})$$

$$m(\text{SrCO}_3) = 1,6849 m(\text{Sr})$$

1 p.

Kun nämä sijoitetaan yhtälöpariin, saadaan

$$3,1961 m(\text{Ca}) + 2,0046 m(\text{Sr}) = 0,5713 \text{ g}$$

$$2,4973 m(\text{Ca}) + 1,6849 m(\text{Sr}) = 0,4673 \text{ g,}$$

josta saadaan  $m(\text{Ca}) = 0,068159 \text{ g}$  ja  $m(\text{Sr}) = 0,17632 \text{ g}$ .

1 p.

Prosenttiosuudet:

$$0,068159 \text{ g} / 0,6025 \text{ g} \cdot 100 \% = \mathbf{11,3 \% \text{ kalsiumia}}$$

$$0,17632 \text{ g} / 0,6025 \text{ g} \cdot 100 \% = \mathbf{29,3 \% \text{ strontiumia}}$$

1 p.

TAI

$$x = n(\text{Ca}) = n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaC}_2\text{O}_4)$$

$$y = n(\text{Sr}) = n(\text{SrCO}_3) = n(\text{SrC}_2\text{O}_4)$$

Yhtälöpari:

$$x \cdot M(\text{CaC}_2\text{O}_4) + y \cdot M(\text{SrC}_2\text{O}_4) = 0,5713 \text{ g}$$

$$x \cdot M(\text{CaCO}_3) + y \cdot M(\text{SrCO}_3) = 0,4673 \text{ g}$$

$$x = 0,0017006 \text{ ja } y = 0,0020124$$

$$m(\text{Ca}) = 0,068160 \text{ g ja } m(\text{Sr}) = 0,17632 \text{ g}$$

Prosenttiosuudet: **11,3 % kalsiumia** ja **29,3 % strontiumia**

+12.

- a) *Vastauksessa on perusteltu ammoniakkin merkitystä ensimmäisen maailmansodan aikana ja nykyään.* 1 p.  
*Vastauksessa on kuvailtu vähintään kahta yhdistettä kahteen erilaiseen käyttötarkoitukseen, ja perusteluna on käytetty yhdisteen kemiallisia ominaisuuksia.* 2 p.

Ammoniakki on lähtöaine monien tyyppiä sisältävien kemikaalien tuotannossa. Sodan aikana ruokahuolto ja ammusten tuotanto olivat olennaisia Saksalle. Nykyään yli puolet elintarvikkeiden tuotannosta perustuu ammoniakista valmistettuihin lannoitteisiin.

**Typpipitoisiin lannoitteisiin** käytetään esimerkiksi **ammoniumnitraattia** ja **ammoniumfosfaattia**. Kasvit käyttävät tyyppiä proteiinituotantoon, ja sitä esiintyy kasvin energiantuotannon kannalta tärkeissä ATP/ADP-molekyyleissä sekä DNA:ssa.

Ammoniakista valmistetaan teollisesti typen oksideja ja **typpihappoa** (Ostwaldin prosessi). Typpihaposta valmistetaan nitrattuja yhdisteitä, kuten räjähteitä. Typpihappoa käytetään myös hapettimena.

**Ammuksissa ja räjähteissä** käytetään typpiyhdisteitä. Yhdisteet, kuten **nitroglyseriini**, **trinitrotolueeni (TNT)** ja **kaliumnitraatti**, hajoavat äkillisesti ja tuottavat runsaasti kaasuja ja lämpöä, mihin räjähdysvaikutus perustuu.

- b) *Vastauksessa on perusteltu kloorin vaarallisuutta ominaisuuksien ja rakenteen avulla.* 2 p.

Esimerkiksi:

- Kloori on kaasu ja leviää helposti.
- Kloori ylläpitää palamista.
- Kloori on erittäin reaktiivinen, koska klooriatomilla on seitsemän ulkoelektronia ja se muodostaa siksi helposti yhdisteitä vastaanottamalla yhden elektronin.
- Kloori on vahva hapetin, koska klooriatomilla on seitsemän ulkoelektronia ja se vastaanottaa helposti elektronin.
- Kloorikaasu muodostaa syövyttävää yhdistettä jouduttuaan kosketuksiin veden kanssa (keuhkoissa).

Reaktio veden kanssa



- c) *Vastauksessa on perusteltu kloorilta suojautumista kloorin ominaisuuksien avulla.* 1 1/3 p.

*Suojautumista natriumvetykarbonaattiliuosta sisältävän liinan avulla on selitetty tarkemmin ja perusteluna on käytetty reaktioyhtälöä.* 1 2/3 p.

Esimerkiksi:

- Kloorikaasu on värillistä (kelta-vihreää). Lisäksi sen haju on havaittavissa hyvin pieninä pitoisuuksina, joten se on helppo havaita.
- Kloorikaasu on tiheämpää kuin ilma, joten sen konsentraatio on suurin juoksuhaudan pohjalla.

Koska liina on kostutettu vesiliuokseen,  $\text{Cl}_2$  liukenee ja muodostaa  $\text{HCl}$ -liuosta. Vetykloridi reagoi liinassa olevan natriumvetykarbonaatin kanssa, eikä kloori tai vetykloridi pääse vaikuttamaan keuhkoihin.

