

MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin syksyllä 2008.

- Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi. Tehtävän sisällä pieniä puutteita voi korvata jonkin muun kohdan tavallista syvällisemmällä käsittelyllä. Kemian kannalta epätäsmällisestä kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0 – 1 p.
- Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa 1/3 – 1 pisteen vähennyksen.
- Selventävien kuvien ja kaavioiden käyttö on suositeltavaa. Sanallisissa vastauksissa tulee käyttää myös kemiallisia kaavoja. Yleensä vastaukset tulee perustella.
- Jos vastauksena pyydetään reaktioyhtälöä, sen tulee olla esitettynä ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä ei vaadita olomuotoja.

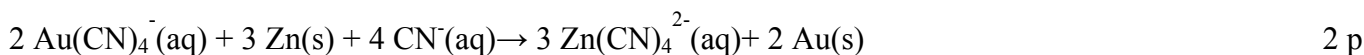
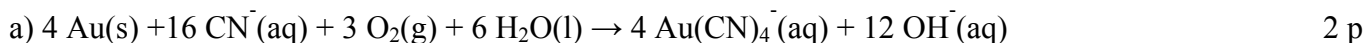
1. **A:** Li, **B:** Br tai Br₂, **C:** Tc, **D:** C, **E:** P, **F:** Al

Jos on esitetty useampia vaihtoehtoja, 0 p/kohta.

Vääristä perusteluista -1/3 p – -2/3 p.

6 x 1 p

2.



Jos varaukset eivät ole tasapainossa, mutta reaktio muuten tasapainossa -1p/reaktio.

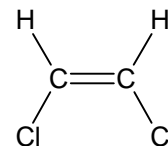
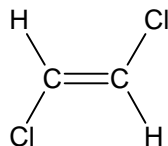
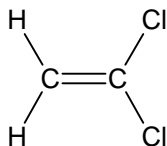
b) $n(\text{Zn}) = \frac{3}{2} n(\text{Au}) = \frac{3}{2} \cdot \frac{31,3 \text{g}}{196,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2384 \dots \text{mol}$

$m(\text{Zn}) = 0,2384 \dots \text{mol} \cdot 65,39 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 15,6 \text{ g}$

2 p

yhteensä 6 p

3. a)



A: 1,1-dikloorieteeni

B: trans-1,2-dikloorieteeni

C: cis-1,2-dikloorieteeni

Rakennekaavat 3x1/3 p, nimet 3x1/3 p.

2 p

b) **B** ja **C** ovat keskenään stereoisomeereja ja **A** on sekä **B**:n että **C**:n rakenneisomeeri.

2 p

c) Poolisia yhdisteitä ovat **A** ja **C**.

1 p

Selitetty molekyylien epäsymmetrisyys ja siitä johtuva poolisuus.

1 p

yhteensä 6 p

4.

a) Selitetty sanallisesti tai piirroksella pesuainemolekyylin rakenne (hydrofobinen ja -fiilinen pää) 1 p
Veden pintajännityksen pieneminen. 1/3 p

Pesutapahtuman selitys 2/3 p

b) Todettu, että saostuma on suurimmaksi osaksi kalsiumkarbonaattia, joka liukenee happoihin. 1 1/3 p

Valittu sopiva kalkin poistaja, joka lisätään vesisäiliöön (kaupallinen valmiste, joka yleensä sisältää

sitruuna- ja fosforihappoa sekä tensidejä tai etikkaa). 2/3 p

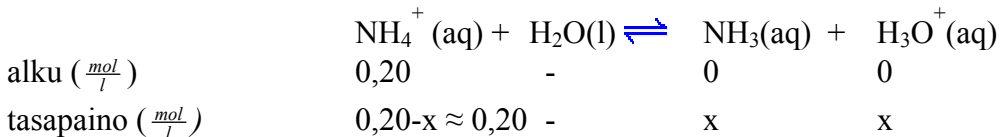
2/3 p

- c) Ruokasooda on natriumvetykarbonaattia NaHCO_3 , josta vapautuu lämmitettäessä hiilidioksidia. Vapautuva hiilidioksidi kuplii taikinassa ja nostattaa sen. 1 1/3 p
 Ruokasoodaa käytetään yleensä happamien raaka-aineiden kanssa, jotka aiheuttavat karbonaatin hajoamista ja nostattavat taikinan jo alkuvaiheessa. 2/3 p
Jos natriumvetykarbonaatin sijalla natriumkarbonaatti, -1 p. yhteensä 6 p

5.

- a) Liukeneminen: $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) + \text{aq} \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ 2/3p
 Ammoniumioni on hapan: $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ 1 p
 Nitraatti-ioni hyvin heikko emäs (ei reaktiota). 1/3 p
Veden autoprotolyysia ei vaadita.

b) $K_a \cdot K_b = K_w$ josta $K_a = \frac{1,00 \cdot 10^{-14} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 5,6 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot [\text{NH}_4^+]} = \sqrt{5,6 \cdot 10^{-10} \cdot 0,20}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,975 \approx 4,98$$

11/3 p

2/3 p

Jos happovakio katsottu vain taulukkokirjasta, -1/3 p.

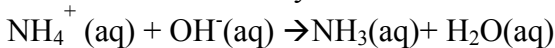
Jos pyöristys arvoon 0,20 $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ perustelematta, -1 p.

c)

Alkuperäisessä liuoksessa $n(\text{NH}_4^+) = 0,015 \text{ l} \cdot 0,20 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0030 \text{ mol}$

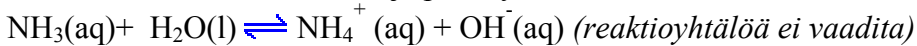
Lisätyssä NaOH-liuoksessa $n(\text{OH}^-) = 0,030 \text{ l} \cdot 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0030 \text{ mol}$

Ammonium-ioni on täysin neutraloitunut ammoniakiksi:



1 p

Ammoniakki on heikko emäs ja protolysoituu:



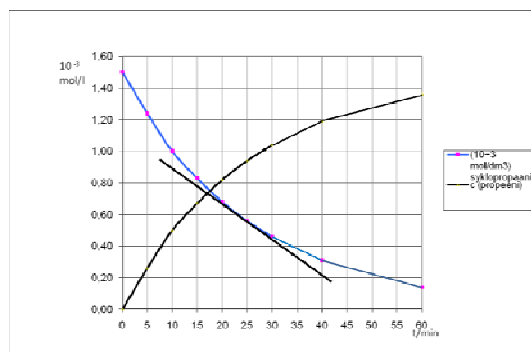
Liuos on emäksinen.

1 p
yhteensä 6 p

6.

a)

Aika t (min)	0	5	10	15	20	25	30	40	60
C_{propeeni} ($10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$)	0	0,26	0,50	0,67	0,82	0,94	1,04	1,19	1,36



Kuvaajat 1 p + 1 p.

Huolimattomasti piirretyt kuvaajat -1/3 p – - 2/3p.

2 p

$$b) (-) 0,26 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} : 5 \text{ min} = (-) 5,2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}} \quad (8,7 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{s}})$$

Yksikkö puuttuu tai väärin -1/3 p.

1 p

$$c) v = (2,3 \cdot 10^{-5} \pm 0,2 \cdot 10^{-5}) \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{min}} \quad (3,8 \cdot 10^{-7} \pm 0,3 \cdot 10^{-7}) \frac{\text{mol}}{\text{l} \cdot \text{s}}$$

Kuvaaja perusteltu tangentilla.

2 p

Periaate oikein, mutta kuvaajan tulkinnessa tai laskussa epätarkkuuksia -1/3p – -2/3p

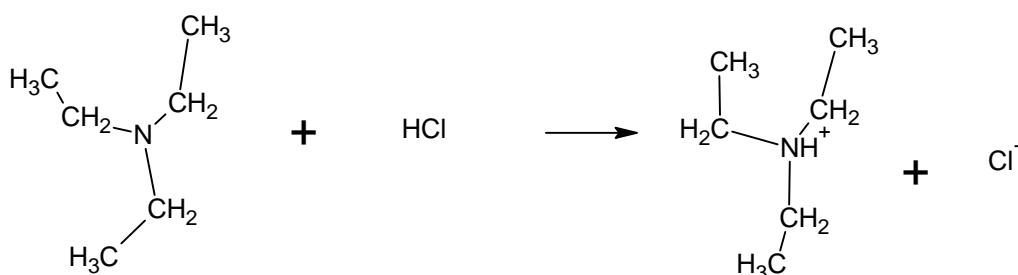
$$d) t_{1/2} \approx 17,5 \text{ min} \pm 0,5 \text{ min}$$

1 p

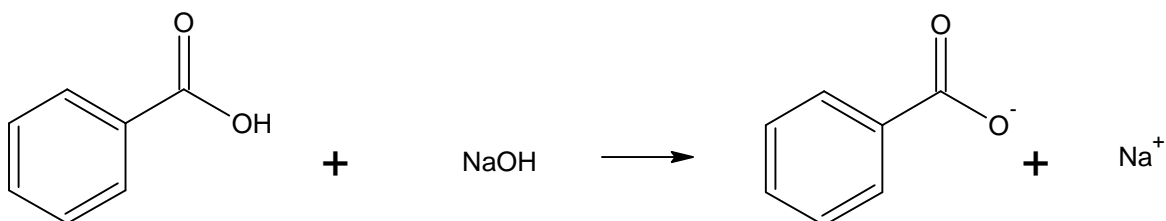
yhteensä 6 p

7.

a) Astia A: Happoliuos reagoi eetteriliuoksen emäksisen trietyyliamiinin kanssa, jolloin muodostuu vesiliukoinen trietyyliamiinin kloridisuola. Eri faasit, vesi poolisena (alempi) ja eetteri poolittomana (ylempi) erottuvat, ja ne voidaan erottaa toisistaan hanasta valuttamalla.



Astia B: NaOH-liuos reagoi bentsoehapon kanssa, jolloin muodostuu vesiliukoinen bentsoehapon natriumsuola (natriumbentsoaatti). Samoin kuin edellä: eri faasit, vesi poolisena (alempi) ja eetteri poolittomana (ylempi) erottuvat, ja ne voidaan erottaa toisistaan hanasta valuttamalla.



Astia C: Eetteriliuokseen jäänyt butyylibentseeni valutetaan astiaan C.

Suolojen muodostus sanallisesti tai reaktioyhtälöllä, 1 + 1 p.

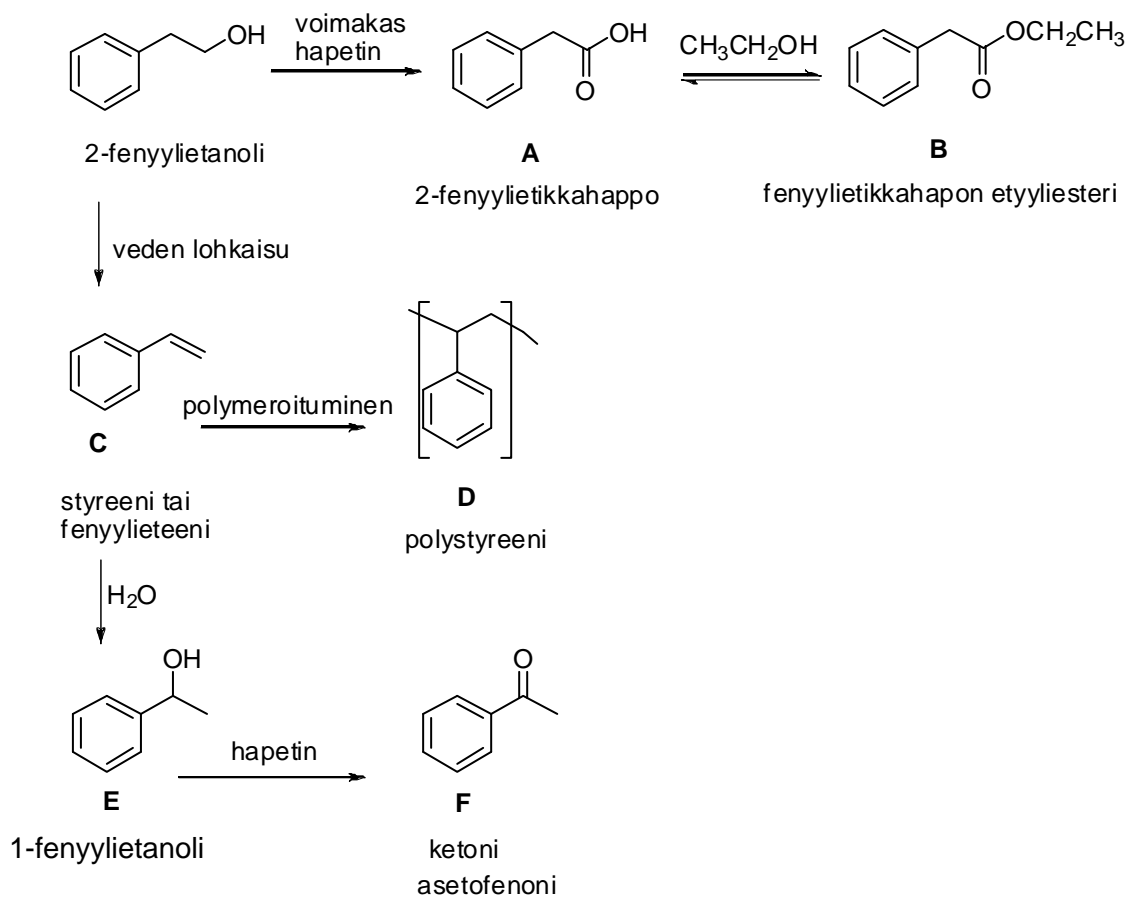
Suolojen vesiliukoisuus selitetty, 1 p.

Jäljelle jäävän butyylibentseenin poolittomuus selitetty, 1 p.

b) Todettu ja perusteltu tislauksen käyttö eetterin poistamiseen, 1 1/3 p.

Selitetty butyylibentseenin puhdistus tislamalla tai jollakin muulla menetelmällä, 2/3 p.

yhteensä 6 p



9. a)

Suurin ero normaalipotentialien välillä on Zn-Ag systeemissä. 1 p

Jos valittu oikea metallipari ilman perusteluja, 1/3 p.

Piirros laitteistosta. 2 p

Jos annettu vain kennokaavio (-) Zn(s) | Zn²⁺ (aq) || Ag⁺ (aq) | Ag(s) (+), 1 p.

b) $E^{\circ} = +0,80 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = \mathbf{1,56 \text{ V}}$ 1 p

c) Zn-kohtiolla metalli liukenee ja massa vähenee. 1/3 p

$$n(\text{Zn}) = \frac{It}{zF} = \frac{1,2 \text{ A} \cdot 250 \text{ s}}{2 \cdot 96465 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad m(\text{Zn}) = 0,1017 \dots \text{ g} \approx \mathbf{0,10 \text{ g}}$$

1 2/3 p

Jos tehtävä on käsitelty oikein, mutta valittu metallipari on väärä, korkeintaan 3 p.

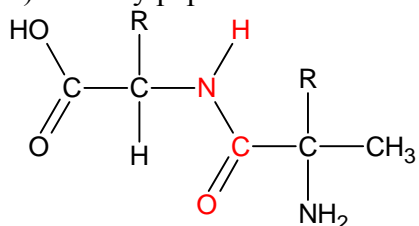
yhteensä 6 p

10.

a) Aminoryhmä on liittynyt samaan hiiliatomiin kuin karboksyyliiryhmä. 1 p

b) Kun tasopolaroitu valo kulkee optisesti aktiivisen näytteen läpi, valon värähtelytaso kiertyy alkuperäisestä polarisaatiotasostaan. 2 p

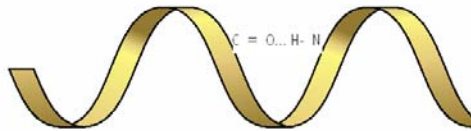
c) Selitetty peptidisidoksen muodostuminen:



1 p

d) Selitetty vetysidoksen muodostuminen C=O ... H-N polypeptidiketjussa.

2 p



yhteensä 6 p

+11.

Teollinen valmistaminen:

- Ammoniakkia valmistetaan teollisesti Haber-Bosch-prosessilla, jossa ammoniakkia muodostuu typen ja vedyn reagoitessa keskenään tasapainoreaktiossa: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$
- Reaktio on eksoterminen reaktio, joten korkea paine ja matala lämpötila suosivat ammoniakin muodostumista. Valmistaminen ei kuitenkaan ole taloudellista hyvin korkeissa paineissa, ja reaktio on erittäin hidas matalassa lämpötilassa. 1 p
- Haberin ja Boschin menetelmässä käytetään katalysaattoria reaktion nopeuden lisäämiseksi ja lisäksi paineen ja lämpötilojen suhteen poiketaan optimiolosuhteista siten, että reaktio tapahtuu melko korkeassa lämpötilassa (400 – 500 °C) ja korkeintaan 80 – 350 bar (8-35 MPa) paineessa.
- Katalyyttinä käytetään mm. Fe_3O_4 tai metallikarbideja (Ru-C). Katalyytin käyttö on mahdollistanut paineen alentamisen. Katalyytti paitsi nopeuttaa reaktiota myös pienentää prosessin kokonaisenergiakulutusta. 1 p

Laboratoriomittakaavassa ammoniakkia voidaan valmistaa väkevän emäksen ja ammoniumsuolan välisellä reaktiolla esim. $\text{NaOH}(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NaCl}(\text{aq})$

1 p

Ammoniakkimolekyylin rakenne:

2 p

Ammoniakkimolekyylin typpiatomilla on yksi vapaa elektronipari. Typpiatomiin on sitoutunut kolme vetyatomia. (Typpi muodostaa neljä sp^3 hybridiorbitaalia, joista yksi muodostuu vapaasta elektroniparista.) Kolmiopohjaisen pyramidin muotoisen ammoniakkimolekyylin N-H –sidokset suuntautuvat tetraedrisesti, joissa sidosten väliset kulmat $< 109^\circ$.



Typpiatomi vetää sidoseletroneja puoleensa ja molekyyli on voimakkaasti poolinen ja liukenee siksi helposti veteen (liukoisuus on $1300 \frac{\text{l}}{1,01 \text{ l H}_2\text{O}}$ (0 °C)).

Fysikaaliset ominaisuudet

2 p

- Puhtaana ammoniakki on kaasu, jonka kiehumispiste on $-34,4^\circ\text{C}$. Kiehumispiste on suhteellisen korkea verrattuna muihin liki samankokoisista molekyyleistä koostuviin aineisiin, esimerkiksi kokonaan vetysidoksettomaan metaanin CH_4 , jonka kp on -161°C .
- Veteen verrattuna nestemäinen ammoniakki sisältää kuitenkin vähemmän vetysidoksia, koska typpiatomilla on vain yksi vapaa elektronipari kun taas happiatomilla niitä on kaksi.

Kemialliset ominaisuudet

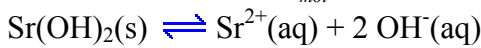
2 p

- Ammoniakkimolekyylin typpiatomin vapaa elektronipari mahdollistaa protonin liittymisen ja ammoniakin liuetessa tapahtuu protolyysireaktio: $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$. Ammoniakki on siis emäs (heikko emäs), ja vastaavasti syntyvä ammoniumioni NH_4^+ on happo (hyvin heikko happo).

yhteensä 9 p

+12.

$$M[\text{Sr}(\text{OH})_2] = 121,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ ja } M[\text{Sr}(\text{NO}_3)_2] = 211,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$



$$\text{a) } [\text{OH}^-] = \frac{11,6 \text{ ml} \cdot 0,20 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{10,0 \text{ ml}} = 0,232 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \rightarrow [\text{Sr}^{2+}] = \frac{1}{2}[\text{OH}^-] = 0,116 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$\text{Liukoisuus: } m[\text{Sr}(\text{OH})_2] = 0,116 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 121,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx \mathbf{14,1} \frac{\text{g}}{\text{l}} \quad 2 \text{ p}$$

$$\text{b) } K_L = [\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 0,116 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot (0,232 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2 = \mathbf{6,24 \cdot 10^{-3}} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^3 \quad 3 \text{ p}$$

$$\text{c) } [\text{OH}^-] = 0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \rightarrow K_L = [\text{Sr}^{2+}] \cdot (0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2 = 6,24 \dots \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^3, \text{ josta } [\text{Sr}^{2+}] = 0,02497 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

$$m[\text{Sr}(\text{NO}_3)_2] = 0,02497 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 211,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,285 \dots \frac{\text{g}}{\text{l}} \approx \mathbf{5,3} \frac{\text{g}}{\text{l}} \quad 2 \text{ p}$$

d) Merkitään strontiumhydroksidista tulevien strontiumionien konsentraatio $[\text{Sr}^{2+}] = S$, jolloin liuoksen strontiumionien kokonaiskonsentraatio $[\text{Sr}^{2+}]_{\text{kok}} = S + 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ja $[\text{OH}^-] = 2S$.

$$K_L = (S + 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}) \cdot (2S)^2 = 6,24 \dots \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^3$$

Oletetaan, että $S \ll 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$, jolloin $S + 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

$$\rightarrow K_L = (S + 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}) \cdot (2S)^2 \approx 4S^2 = 6,24 \dots \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2, \text{ josta } S \approx 0,0395 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$m(\text{Sr}(\text{OH})_2) = 0,0395 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 121,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,80 \dots \text{ g/l} \approx \mathbf{4,8} \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Jos tehtävä ratkaistaan kolmannen asteen yhtälönä $4S^3 + 4,0S^2 - 6,24 \cdot 10^{-3} = 0$, saadaan ratkaisut

$$x_1 = -1,0 \text{ (mahdoton)}, x_2 = -0,0403 \dots \text{ (mahdoton)}, x_3 = 0,0387 \dots \text{ (} \rightarrow \text{liukoisuus } 4,7 \frac{\text{g}}{\text{l}}) \quad 2 \text{ p}$$

yhteensä 9 p