

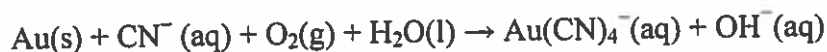


Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativimmat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

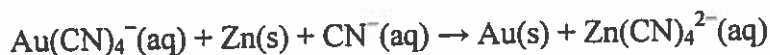
1. Tunnista seuraavat alkuaineet A–F:

- A muodostaa emäksisen oksidin A_2O . Se on ryhmänsä elektronegatiivisin metalli.
- B on jaksollisen järjestelmän neljänteen jaksoon kuuluva alkuaine. Se on neste huoneen lämpötilassa.
- C:n uloimmat elektronit ovat O-energiatasolla. Sillä ei ole pysyviä isotooppeja.
- D on yleinen pelkistin. Sen alapuolella samassa ryhmässä olevaa alkuainetta käytetään puolijohteissa.
- E:n tavallinen allotrooppinen muoto on E_4 . Se muodostaa hapon H_3EO_4 .
- F on tavallinen käyttömetalli. Sen käyttö yleistyi vasta 1900-luvulla, kun keksittiin elektrolyttinen menetelmä metallin teolliseksi valmistamiseksi.

2. Syanidin haitallisista ympäristövaikutuksista huolimatta suurin osa maailmalla tuotetusta kullasta saadaan yhä menetelmällä, jossa malmissa oleva metallinen kulta liuotetaan ensin syanidiliuokseen:



Tämän jälkeen kulta pelkistetään vapaaksi metalliksi sinkillä:



a) Tasapainota edellä esitetyt reaktioyhtälöt. (4 p.)

b) Kuinka monta grammaa sinkkiä tarvitaan, kun tuotteena halutaan saada 31,3 g kultaa? (2 p.)

3. Tarkastele yhdistettä, jonka molekyylikaava on $C_2H_2Cl_2$.

- a) Piirrä yhdisteen eri isomeerien rakennekaavat ja nimeä yhdisteet.
- b) Mitkä niistä ovat keskenään rakenneisomeereja ja mitkä stereoisomeereja?
- c) Mitkä näistä yhdisteistä ovat poolisia?

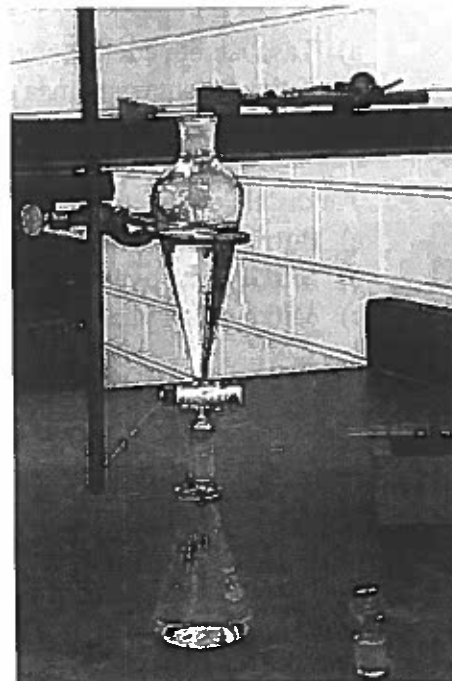
4. Työskentelet kemian alan asiantuntijana kuluttajavirastossa. Mitä vastaat, kun isyyslomalla oleva nuori mies, entinen luokkatoverisi, soittaa ja esittää seuraavat kysymykset:

- a) Mihin tiskaamisessa käytettävän astianpesuaineen vaikutus oikein perustuu?
- b) Miten kahvinkeittimeen kertynyt kalkki voidaan poistaa?
- c) Keittokirjan ohjeen mukaan kakkutaikinaan lisätään ruokasoodaa. Mihin sen vaikutus perustuu?

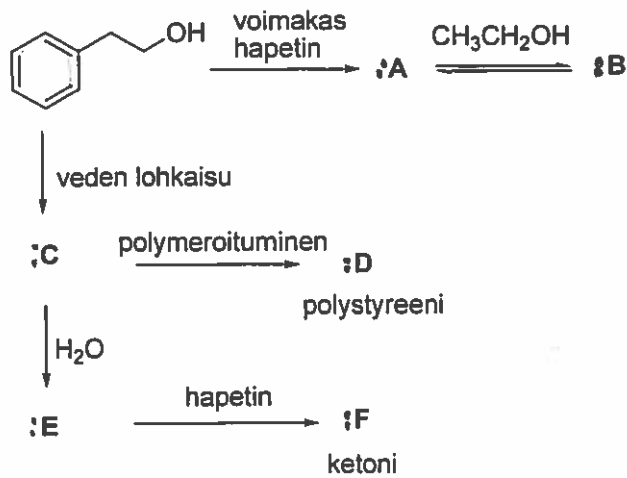
5. Typpilannoitteena käytettävä ammoniumnitraatti on vesiliukoinen suola.
- Mitä eri reaktioita tapahtuu, kun kiinteä ammoniumnitraatti liukenee veteen? Laadi reaktioyhtälöt.
 - Laske 0,20 M ammoniumnitraattiliuoksen pH. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$.
 - Kohdan b liuksesta otettuun 15 millilitran näytteeseen lisätään 30 millilitraa 0,10 M natriumhydroksidiliuosta. Onko näin muodostunut liuos hapan, neutraali vai emäksinen? Perustelee.
6. Syklopropani on pysymätön yhdiste, joka muuttuu hitaasti propeeniksi. Seurattaessa syklopropanin konsentraation muutosta reaktion edistyessä saatiin seuraavat tulokset:

Aika t (min)	0	5	10	15	20	25	30	40	60
$c(\text{syklopropani})$ (10^{-3} mol/l)	1,5	1,24	1,00	0,83	0,68	0,56	0,46	0,31	0,14

- Laadi kuvaaja, joka osoittaa, miten syklopropanin konsentraatio muuttuu reaktion edistyessä. Piirrä samaan kuvaan reaktiotuotteen, propeenin, konsentraation muuttumista osoittava kuvaaja. (2 p.)
 - Mikä on reaktion keskinopeus viiden ensimmäisen minuutin aikana? Miksi nopeus muuttuu reaktion edetessä? (1 p.)
 - Arvioi kuvaajasta reaktion nopeus hetkellä $t = 25 \text{ min}$. (2 p.)
 - Reaktion puoliintumisajalla $t_{1/2}$ tarkoitetaan aikaa, joka kuluu lähtöaineen konsentraation puolittumiseen. Mikä on tämän reaktion puoliintumisaika? (1 p.)
7. Eetteriliuos sisältää bentsoehappoa, butyylibentseeniä ja trietyyliamiinia. Aluksi eetteriliuosta uutettiin erotussuppilossa suolahappoliuoksella. Tällöin yksi edellä mainituista yhdisteistä siirtyi happoliuokseen, joka otettiin talteen astiaan A. Seuraavaksi eetteriliuosta uutettiin NaOH:n vesiliuoksella, jolloin toinen jäljellä olevista yhdisteistä siirtyi vesiliuokseen. Tämä otettiin talteen astiaan B. Jäljelle jäänyt eetteriliuos siirrettiin astiaan C.
- Perustelee kemiallisesti, mitä orgaanista yhdistettä oli astioissa A, B ja C. (4 p.)
 - Miten puhdistat astiassa C olevan aineen? (2 p.)



8. Esitä rakennekaavat orgaanisille yhdisteille A–F, jotka syntyvät, kun 2-fenyylietanoli reagoi reaktiokaaviossa esitetyissä olosuhteissa.



9. a) Tehtävänä on valmistaa mahdollisimman tehokas galvaaninen kenno. Mitkä oheisessa taulukossa olevat hapettumis-pelkistymisparit valitset tähän tarkoitukseen? Laadi kennon rakennetta esittävä piirros. (3 p.)
- b) Mikä on näin muodostetun kennon lähdejännite? (1 p.)
- c) Miten negatiivisena kohtiona olevan metallin massa muuttuu, kun a)-kohdassa valmistettu kenno tuottaa keskimäärin 1,2 ampeerin virtaa 250 sekunnin ajan? (2 p.)

Reaktio	E^0/V
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,26
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0,80

10. Proteiinit ovat polymeerejä, joiden rakenneyksikköinä ovat aminohapot.
- a) Luonnon aminohapot ovat 2-aminohappoja eli α -aminohappoja. Mitä tällä tarkoitetaan? (1 p.)
- b) Useimmat 2-aminohapot ovat optisesti aktiivisia. Selitä lyhyesti, miten optinen aktiivisuus voidaan kokeellisesti todeta. (2 p.)
- c) Esitä rakennekaavalla, miten kaksi aminohappomolekyyliä sitoutuu toisiinsa proteiiniketjussa. Miksi tätä sidosta nimitetään? (1 p.)
- d) Oheinen kuvio esittää proteiinin kierteistä sekundaarirakennetta. Miten tällainen rakenne muodostuu? (2 p.)



- +11. Ammoniakki kuuluu kemian teollisuuden tärkeimpiin yhdisteisiin. Suurin osa tuotetusta ammoniakista käytetään lannoitteiden valmistukseen. Miten ammoniakkia valmistetaan teollisuuden tarpeisiin ja miten sitä voidaan tehdä laboratorio-oloissa? Tarkastele myös ammoniakkimolekyylin rakennetta ja ammoniakkin kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia.
- +12. Strontiumhydroksidin liukoisuus veteen määritettiin kokeellisesti seuraavalla tavalla: Kiinteää strontiumhydroksidia liuotettiin pienissä erissä veteen, kunnes liuos jäi pysyvästi hieman sameaksi. Saadusta kylläisestä liuksesta otettiin täyspipetillä 10,00 ml:n kirkas näyte, joka titrattiin 0,200 M vetykloridiliuoksella.
- Mikä oli strontiumhydroksidin liukoisuus veteen (g/l), kun vetykloridin kulutus oli 11,6 ml? (2 p.)
 - Laske tulosten perusteella strontiumhydroksidin liukoisuustulon arvo. (3 p.)
Käytä b)-kohdassa saatua liukoisuustulon arvoa ja laske
 - strontiumnitraatin liukoisuus 0,50 M natriumhydroksidiliuokseen, (2 p.)
 - strontiumhydroksidin liukoisuus 1,0 M strontiumnitraattiliuokseen. (2 p.)

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 epätasällisesta 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 esitettyä ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä ei vaadita olomuotoja.

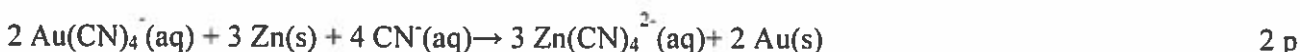
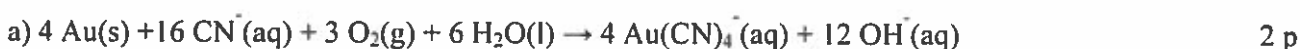
1. A: Li, B: Br tai Br₂, C: Tc, D: C, E: P, F: Al

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.

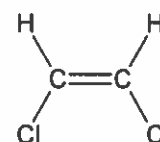
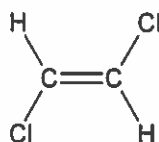
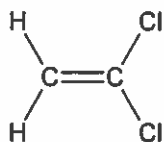
b) $n(\text{Zn}) = \frac{3}{2} n(\text{Au}) = \frac{3}{2} \cdot \frac{31,3 \text{g}}{196,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2384 \dots \text{mol}$

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

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

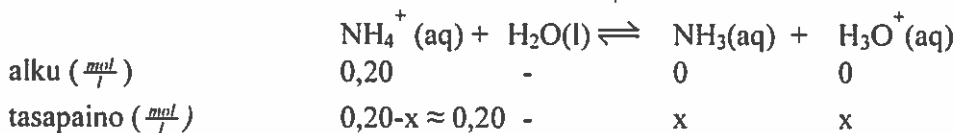
2/3 p

- 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 autoprotolyysiiä ei vaadita.

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



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

11/3 p

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

2/3 p

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

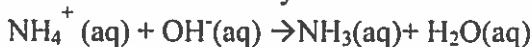
Jos pyöritys arvoon 0,20 $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$ perustelematta, -1 p.

c)

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

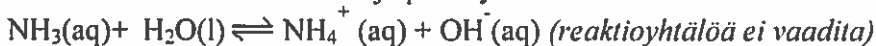
Lisätyssä NaOH -liuoksessa $n(\text{OH}^-) = 0,030 \text{ l} \cdot 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0030 \text{ mol}$

Ammonium-ioni on täysin neutraloitunut ammoniakiksi:



1 p

Ammoniakki on heikko emäs ja protolysoituu:



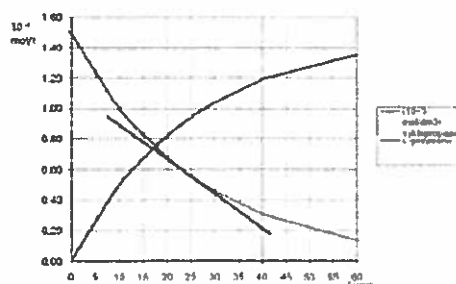
Liuos on emäksinen.

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.

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

2 p

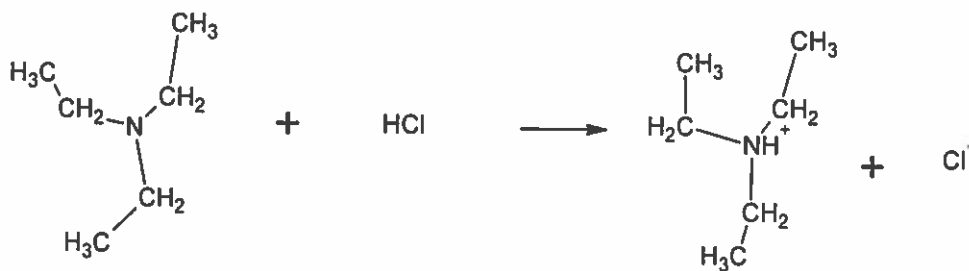
$$d) t_{1/2} \approx 17,5 \text{ min} \pm 0,5 \text{ min}$$

1 p

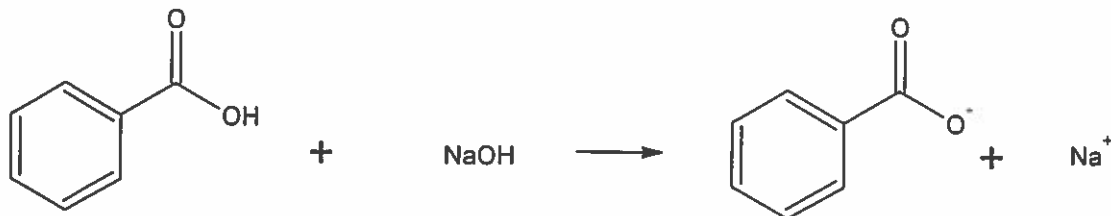
yhteensä 6 p

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.

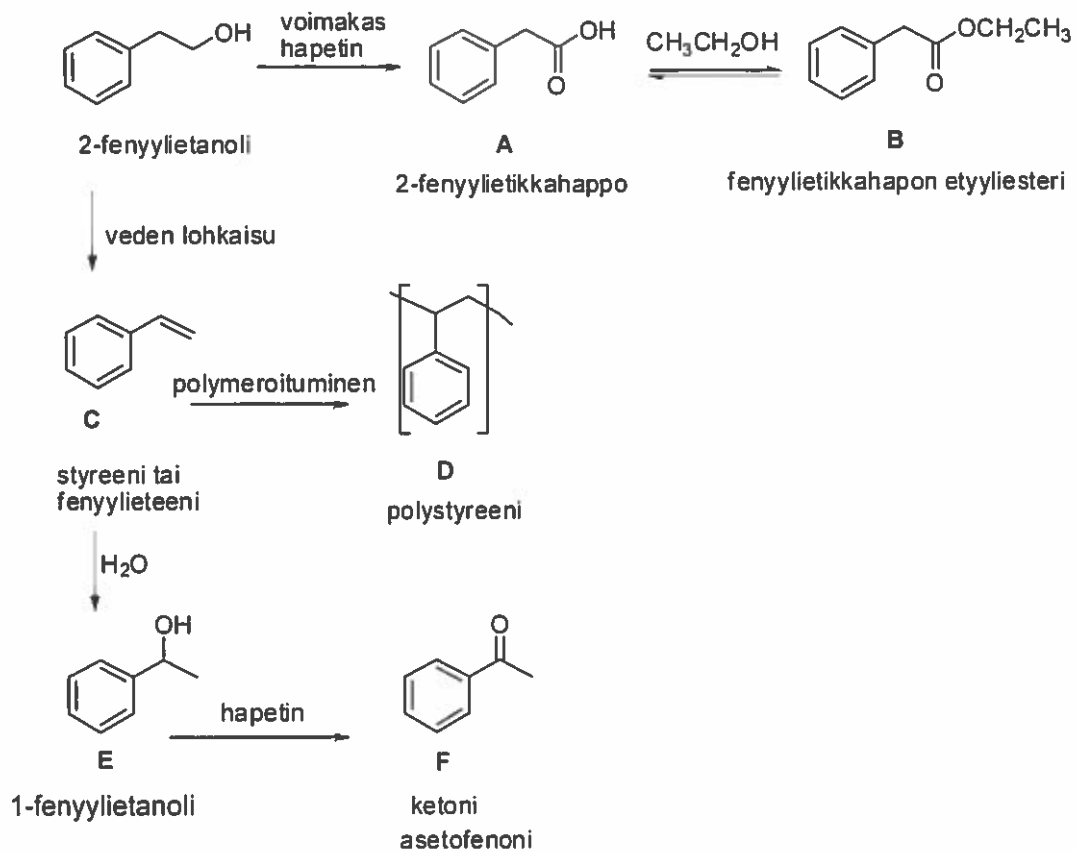
Suolojen vesiliukoisuus selitetty, 1 p.

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

1 p

c) Zn-kohtiolla metalli liukenee ja massa vähenee.

1/3 p

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

1 2/3 p

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

yhteensä 6 p

10.

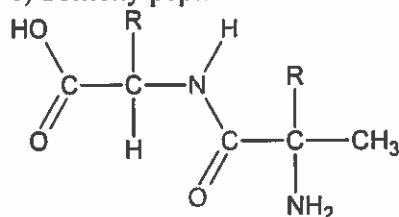
a) Aminoryhmä on liittynyt samaan hiiliatomiin kuin karboksyyliiryhmä.

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:

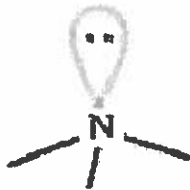
- Ammoniakkia valmistetaan teollisesti Haber-Bosch-prosessilla, jossa ammoniakkia muodostuu typen ja vedyn reagoitessa keskenään tasapainoreaktiossa: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$
- Reaktio on eksoterminen reaktio, joten korkea paine ja matala lämpötila suosivat ammoniakkin muodostumista. Valmistaminen ei kuitenkaan ole taloudellista hyvin korkeissa paineissa, ja reaktio on erittäin hidaskäyttöön 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. $NaOH(s) + NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_3(g) + H_2O(l) + NaCl(aq)$ 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 $1300 \frac{g}{100g H_2O}$ (0 °C)).

Fysikaaliset ominaisuudet

2 p

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

Kemialliset ominaisuudet

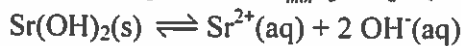
2 p

- Ammoniakkimolekyylin typpiatomin vapaa elektronipari mahdollistaa protonin liittymisen ja ammoniakkin liuetessa tapahtuu protolyysireaktio: $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$. Ammoniakki on siis emäs (heikko emäs), ja vastaavasti syntyvä ammoniumioni NH_4^+ on happo (hyvin heikko happo).

yhteensä 9 p

+12.

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



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

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

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

$$\text{c) } [\text{OH}^-] = 0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \rightarrow K_L = [\text{Sr}^{2+}] \cdot (0,50 \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2 = 6,24 \dots \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^3, \text{ josta } [\text{Sr}^{2+}] = 0,02497 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}}. \\ m[\text{Sr}(\text{NO}_3)_2] = 0,02497 \dots \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 211,64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,285 \dots \frac{\text{g}}{\text{l}} \approx 5,3 \frac{\text{g}}{\text{l}} \quad 2 \text{ p}$$

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 $S + 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$

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

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

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