



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.

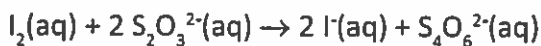
1. Alla olevassa taulukossa on esitetty kuusi yhdistettä ja kohteita, joihin niitä tavallisesti käytetään. Valitse kullekin yhdisteelle ominainen käyttökohte.

Yhdiste	Käyttökohte
Kalsiumkloridi	säilöntäaine
Ammoniumnitraatti	lääkeaine
Titaanidioksidi	maantiesuola
Litiumkarbonaatti	hionta-aine
Natriumnitriitti	lannoite
Alumiinioksidi	valkoinen pigmentti

2. Kloriitti on kotitalouksissa yleisesti käytössä oleva valkaisu- ja desinfioimisaine. Tuotetta myydään tavallisesti noin 5 prosenttia natriumhypokloriittia (NaClO) sisältävänä vesiliuoksena. Kloriitin natriumhypokloriittipitoisuus voidaan määrittää lisäämällä liuokseen kaliumjodidiliuosta, jolloin tapahtuu reaktio:



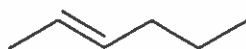
Vapautuneen jodin konsentraatio määritetään titraamalla liuos natriumtiosulfaattiliuoksella:



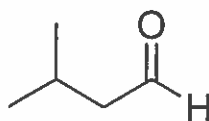
Kun 25,0 ml:n kloriittinäytteesen lisättiin ylimäärin hapanta kaliumjodidiliuosta, vapautuneen jodin titraamiseen kului 32,5 ml 0,200 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -liuosta. Laske kloriitin natriumhypokloriittikonsentraatio.



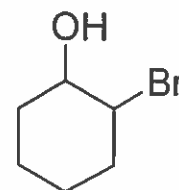
3. Alla on esitetty yhdisteiden A, B ja C rakennekaavat.
- Nimeä yhdisteet.
 - Millä yhdisteistä voi esiintyä *cis-trans*-isomeriaa? Esitä yhdisteiden *cis*- ja *trans*-muotojen rakennekaavat.
 - Millä yhdisteistä voi esiintyä peilikuvaisomeriaa (optista isomeriaa)? Kopioi yhdisteiden rakennekaavat vastauspaperiisi ja merkitse niihin kiraaliset (asymmetriset) hiiliatomit tähdellä.



A



B



C

4. Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt seuraaville reaktioille. Merkitse näkyviin myös aineiden olomuodot.
- Kalsiumoksidia liuotetaan veteen.
 - Pieni pala litiumia pudotetaan veteen.
 - Laimeaa rikkihappoa lisätään lyijynitratiliuokseen.
 - Kalsiumkarbonaattia kuumennetaan.
 - Rikkidioksidia johdetaan veteen.
 - Ammoniumsulfidiliuosta lisätään rauta(III)kloridiliuokseen.
5. Tuntemattomassa avoketjuisessa yhdisteessä C_5H_8O on kolme sp^2 -hybridisoitunutta hiiliatomia. Yhdiste hapettuu helposti. Se on *trans*-isomeeri, jonka rakenteessa ei ole konjugoituja kaksoissidoksia. (Konjugoidussa rakenteessa kahden kaksoissidoksen välissä on yksinkertainen sidos.)
- Esitä yhdisteen rakennekaava. Perusta ratkaisusi kaikkiin annettuihin tietoihin. (3 p.)
 - Merkitse rakennekaavaan kaikki sp^2 -hybridisoituneet hiiliatomit. (2 p.)
 - Laadi yhdisteen hapetusreaktiossa muodostuvan tuotteen rakennekaava. (1 p.)

6. Akvaarion veteen muodostuu kalojen jätöksistä ja muista orgaanisista aineksista typpiyhdisteitä. Koska nämä yhdisteet voivat vahingoittaa kaloja, luodaan akvaarioon etukäteen pysyvä typpibakteerikasvusto ruokkimalla bakteerikantaa ammoniakkiliuoksella.



Typpibakteerien kasvattamista varten hankittiin 25,0-massaprosenttista ammoniakkiliuosta $NH_3(aq)$ (tiheys 0,909 kg/l).

<www.netikka.net/siipiveikko/akvaario>
Luettu 27.1.2012.

- Miten suuri tilavuus tätä ammoniakkiliuosta pitää annostella 240 litraa vettä sisältävään akvaarioon, jos akvaarion ammoniakkipitoisuudeksi halutaan 5,0 mg/l?
 - Laske akvaarion veden pH-arvo ammoniakkilisäyksen jälkeen, kun veden lämpötila on 25 °C.
 - Laske 25,0-massaprosenttisen ammoniakkiliuoksen pH-arvo.
7. 10,0 g natriumsulfaattia liuotettiin 100,0 grammaan vettä ja liuosta elektrolysoitiin 4,00 A:n virralla. Elektrodit eivät osallistu reaktioon.
- Kirjoita anodi- ja katodireaktioiden yhtälöt sekä laadi kokonaisreaktion yhtälö. (2 p.)
 - Kuinka kauan elektrolyysi kestää, jotta natriumsulfaatin pitoisuus liuoksessa nousee 20,0 massaprosenttiin? (4 p.)

8. Seurattaessa vetyperoksidin hajoamista vedeksi ja hapeksi
 $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
 saatiin oheiset mittaustulokset.

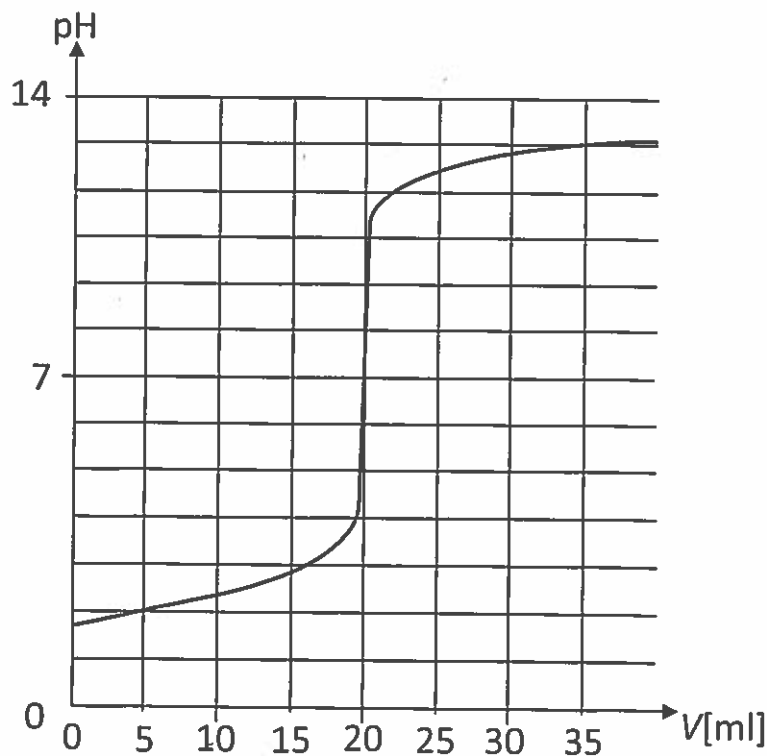
Aika (s)	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol/l)
0	2,32
200	2,01
400	1,72
600	1,49
1200	0,98
1800	0,62
3000	0,25

- a) Piirrä vetyperoksidin hajoamista ajan funktiona esittävä kuvaaja. (2 p.)
 b) Määritä vetyperoksidin hajoamisreaktion suurin nopeus. (1 p.)
 c) Määritä vetyperoksidin hajoamisreaktion nopeus hetkellä $t = 700$ s. (1 p.)
 d) Määritä hapen muodostumisnopeus hetkellä $t = 1100$ s. (2 p.)

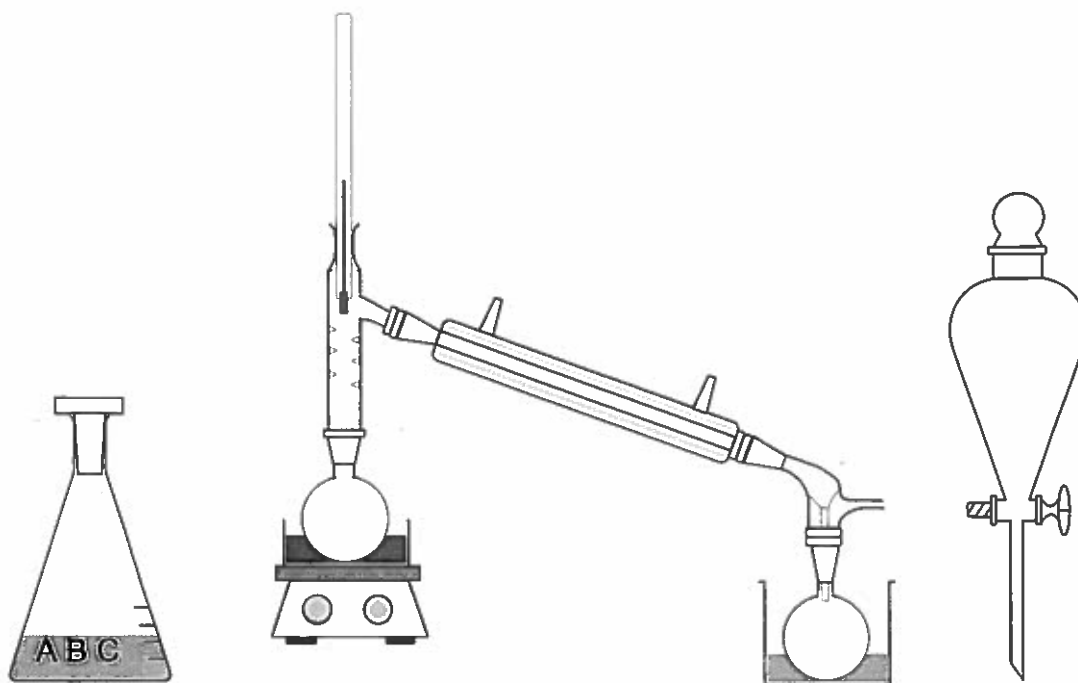
9. Fosfaattien käyttö kotitalouksien käyttämissä pesuaineissa on EU-parlamentin päätöksellä kielletty vuoden 2013 kesäkuusta lähtien.

- a) Miten fosfaatit vaikuttavat pesutapahtumassa?
 b) Miksi fosfaattien käytöstä pesuaineissa on päätetty luopua?
 c) Miten fosfori voidaan poistaa jätevedestä?

10. Kun typpihappoa ja suolahappoa sisältävä vesiliuos titrattiin 0,121 M NaOH-liuoksella, saatiin oheinen titrauskäyrä. Titrauksen jälkeen liuos tehtiin jälleen happamaksi typpihapolla ja siihen lisättiin pienissä erissä ylimäärä AgNO_3 -liuosta. Muodostunut valkoinen saostuma suodattettiin, pestiin ja kuivattiin. Punnittaessa saostuman massaksi saatiin 225 mg. Kuinka monta milligrammaa typpihappoa ja suolahappoa oli alkuperäisessä liuoksessa?

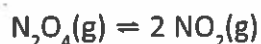


- +11. Erlenmeyer-astiassa on kolme yhdistettä A, B ja C, jotka on liuotettu dietyylieetteriin. Tavoitteena on saada nämä kolme yhdistettä puhtaina erilleen toisistaan. Yhdiste A on syklinen eetteri (tetrahydrofuraani, kp. 66 °C), B on hiilivety (*cis*-1,2-dimetyylisykloheksaani, kp. 129 °C) ja C on amiini (heksyyliamiini, kp. 130 °C). Käytettävissä on vettä, dietyylieetteriä sekä NaOH- ja HCl-liuokset. Lisäksi kuvissa esiintyvät lasitavarat ja laitteet ovat saatavilla.



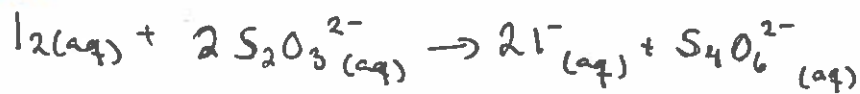
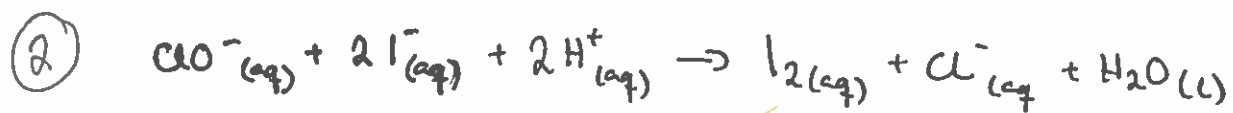
- a) Selitä mahdollisimman tarkasti, miten erottaisit astiassa olevat yhdisteet toisistaan käyttäen annettuja välineitä, liuottimia ja liuoksia. (5 p.)
 b) Miten voit varmistaa erotettujen tuotteiden puhtauden? (4 p.)

- +12. Dityypitetraoksidia käytetään raketin polttoainejärjestelmissä hapettimena. Lämpötilan kohotessa väritön kaasumainen dityypitetraoksidi alkaa dissosioitua punaisen ruskeaksi tyypidioksidiksi:



Reaktion tasapainovakion arvo lämpötilassa 25 °C on $4,61 \cdot 10^{-3}$ mol/l.

- a) Onko reaktio endo- vai eksoterminen? Perustele vastauksesi. (2 p.)
 b) Kuinka monta prosenttia dityypitetraoksidista dissosioituu tyypidioksidiksi, kun 0,372 litran astiaan suljetaan 0,0240 moolia N_2O_4 lämpötilassa 25 °C? (3 p.)
 c) Dityypitetraoksidin dissosioitumista tutkittiin myös muuttamalla lähtöaineen määrää, reaktioastian tilavuutta ja lämpötilaa. Tällöin kaasuseoksen tiheydeksi lämpötilassa 35,0 °C mitattiin 0,832 g/l paineen ollessa 0,309 bar. Mikä oli dityypitetraoksidin dissosioitumisaste näissä olosuhteissa? (4 p.)



$$V_{(\text{ClO}^-)} = 25 \text{ ml} = 0,025 \text{ l}$$

$$V_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 32,5 \text{ ml} = 0,0325 \text{ l}$$

$$c_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,200 \text{ mol/l}$$

$$\boxed{c = \frac{n}{V}} \Rightarrow n = cV$$

$$n_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,200 \text{ mol/l} \cdot 0,0325 \text{ l} = 0,00650 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = n_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}$$

2p

Reaktioyhtälöiden perusteella:

$$n_{(\text{ClO}^-)} = n_{(\text{I}_2)}$$

$$\frac{n_{(\text{I}_2)}}{n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}} = \frac{1}{2} \Rightarrow n_{(\text{I}_2)} = \frac{1}{2} n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}$$

$$\Rightarrow n_{(\text{ClO}^-)} = \frac{1}{2} n_{(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{2} \cdot 0,00650 \text{ mol} = 0,00325 \text{ mol}$$

2p

$$c_{(\text{ClO}^-)} = \frac{0,00325 \text{ mol}}{0,025 \text{ l}} = 0,13 \text{ mol/l}$$

2p

$$\text{N: } \underline{\underline{c_{(\text{NaClO})} = 0,13 \text{ mol/l}}}$$

③

Ⓐ



2/3 2-hekseeni / heks-2-eeni
(trans-2-hekseeni)
(E-2-hekseeni)

1/3 Cis-trans isomeerit



trans-

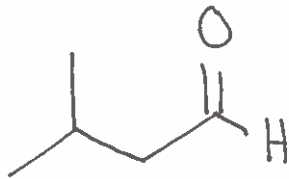
2/3



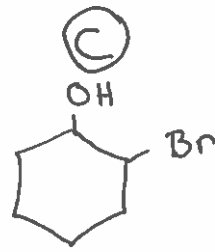
cis-

Ⓑ

2/3

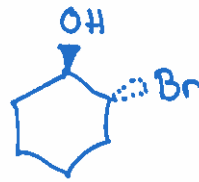


3-metyyli butanaali



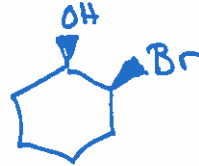
2/3 2-bromi sykloheksanoli
/ 2-bromi-1-sykloheksanoli 2/3
/ 1-bromi-2-hydroksi sykloheksaani

Cis-trans isomeerit 2/3



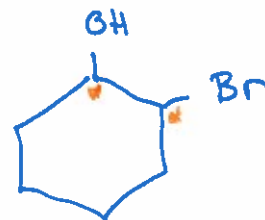
trans-

1/3



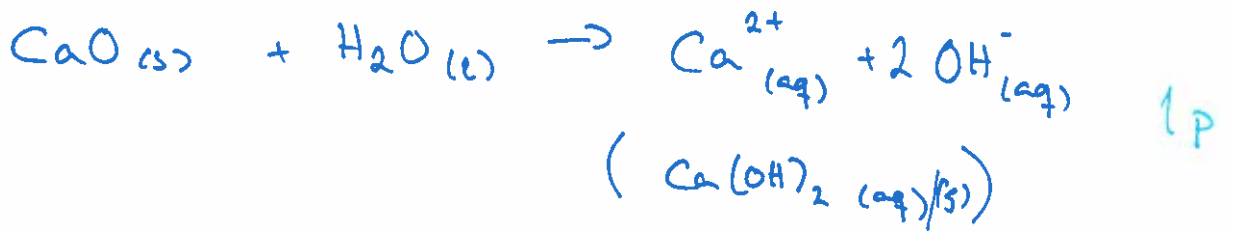
cis-

Peilikuvaisomeria 1

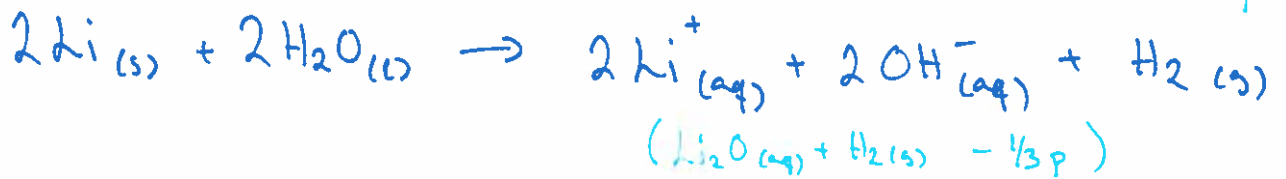


2/3 + 1/3

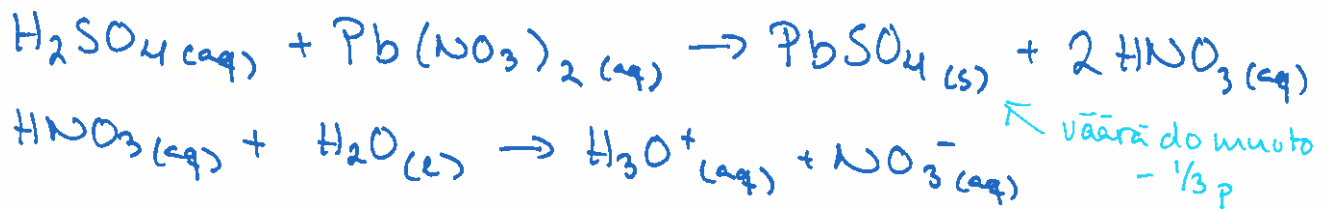
11) a) kalsiumoksidin vesi \rightarrow



b) litium + vesi \rightarrow



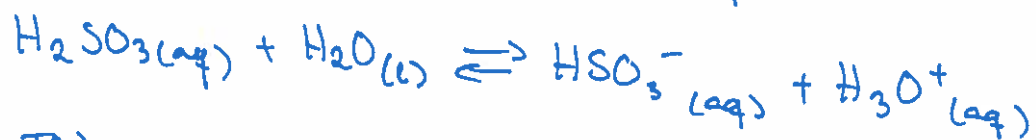
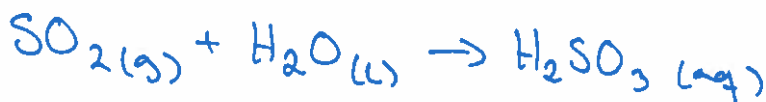
c) laimea rikkihappo + lyijynitraattiliuos \rightarrow



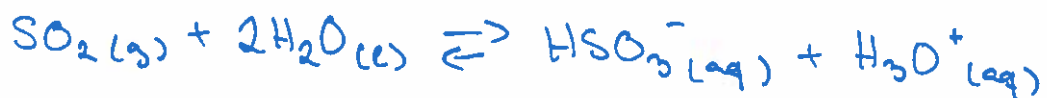
d) kalsiumkarbonaatin kuumennus



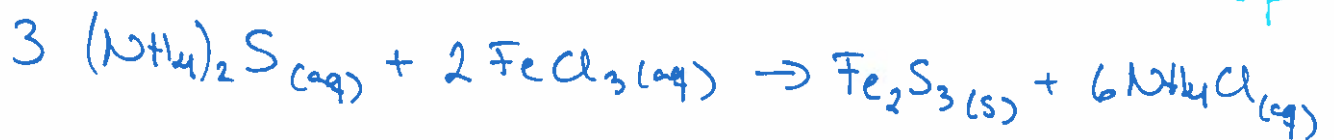
e) rikkidioksidia veteen

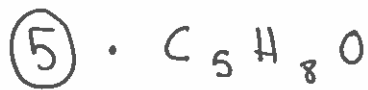


TAI



f) ammonium sulfidi + rauta(III) kloridiliuos \rightarrow






• 3 kpl sp^2 -hybridisoitua hiiltä

sp^2, sp^2, sp^2, p kaksoissidoksen sp^2 ja p
yhteisiksi sp^2 ja sp^2

• trans-isomeeri

kaksoissidoksesta erisuuntaan hiiliketjut ()

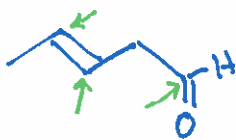
• ei konjugoituja kaksoissidoksia



• hapettuu helposti

alkoholi tai aldehydi

a)



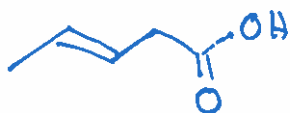
(3-pentenaali)

b) sp^2 hiilet

2 p (3)

2 p (2)

c) aldehydi hapettuu karboksyylihappoksi



2 p (1)

Ke 2013 K

⑥

NH_3 (aq) 25,0 m%

$$\rho(\text{NH}_3_{25}) = 0,909 \text{ kg/l} = 909 \text{ g/l}$$

$$V_{\text{(allas)}} = 240 \text{ l}$$

$$C_m(\text{NH}_3_{\text{allas}}) = 5,0 \text{ mg/l} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$$

$$M(\text{NH}_3) = (14,01 + 3 \cdot 1,008) \text{ g/mol} = 17,034 \text{ g/mol}$$

(MOL)

a)

$$C_m(\text{NH}_3_{100\%}) = 0,250 \cdot 909 \text{ g/l} = 227,25 \text{ g/l}$$

(lisättävän liuoksen NH_3 massa/l)
2/3 p

$$C_m = \frac{m}{V} \Rightarrow m = C_m \cdot V$$

$$m(\text{NH}_3_{\text{allas}}) = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g/l} \cdot 240 \text{ l} = 1,2 \text{ g} \quad 2/3 \text{ p}$$

$$\Rightarrow V = \frac{m}{C_m}$$

$$V(\text{NH}_3_{\text{liuos}}) = \frac{1,2 \text{ g}}{227,25 \text{ g/l}} = 5,28052 \dots \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$\approx \underline{\underline{5,3 \text{ ml}}} \quad 2/3 \text{ p}$$

$$C = \frac{n}{V} \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow C = \frac{m}{VM}$$

b)

$$C(\text{NH}_3_{\text{allas}}) = \frac{1,2 \text{ g}}{240 \text{ l} \cdot 17,034 \text{ g/mol}} = 2,935305 \dots \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

TÄI

$$C(\text{NH}_3_{\text{allas}}) = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}}{17,034 \text{ g/mol}} = 2,935305 \dots \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

1/3 p



C alkali mol/l	$2,9353... \cdot 10^{-4}$	-	0	0
muutos	$-x$	-	$+x$	$+x$
C TP mol/l	$2,9353... \cdot 10^{-4} - x$	-	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (25^\circ\text{C}) \quad (\text{MAOL})$$

$$\frac{x \cdot x}{2,9353... \cdot 10^{-4} - x} = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad | \cdot (2,9353... \cdot 10^{-4} - x)$$

$$x^2 = -1,8 \cdot 10^{-5} x + 5,28355... \cdot 10^{-9}$$

$$x^2 + 1,8 \cdot 10^{-5} x - 5,28355... \cdot 10^{-9} = 0$$

$$a = 1 \quad b = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad c = -5,28355... \cdot 10^{-9}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

laskin $\Rightarrow x_1 = 6,4243... \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ 2/3p
 $x_2 = -8,2243... \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ (c ei voi olla < 0)

$$p\text{OH} = -\lg[\text{OH}^-] \quad p\text{H} + p\text{OH} = 14,00 \Rightarrow p\text{H} = 14,00 - p\text{OH}$$

$$p\text{H} = 14,00 + \lg 6,4243... \cdot 10^{-5} = 9,8078... \approx \underline{\underline{9,81}} \quad 1p$$

$$c) C_{(\text{NH}_3, 25)} = \frac{227,25 \text{ g/l}}{17,034 \text{ g/mol}} = 13,34096 \text{ mol/l}$$

1/3p



C alkali mol/l	13,34096...	-	0	0
umuntos	-x	-	+x	+x
CTP mol/l	13,3409...-x	-	x	x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (25^\circ\text{C}) \quad (\text{MAOL})$$

$$\frac{x \cdot x}{13,3409... - x} = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad | \cdot (13,3409... - x)$$

$$x^2 = -1,8 \cdot 10^{-5} x + 2,40137... \cdot 10^{-4}$$

$$x^2 + 1,8 \cdot 10^{-5} x - 2,40137... \cdot 10^{-4} = 0$$

$$a=1 \quad b=1,8 \cdot 10^{-5} \quad c=-2,40137... \cdot 10^{-4}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

2/3p

$$\text{karšcin} \Rightarrow x_1 = 0,01548736... \text{ mol/l}$$

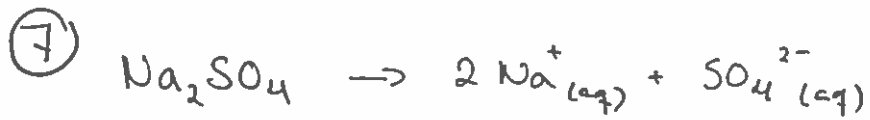
$$x_2 = -0,01548736... \text{ mol/l}$$

(c eivai dā < 0)

$$\text{pH} = 14,00 + \lg [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14,00 + \lg 0,01548... = 12,189977... \approx \underline{\underline{12,19}}$$

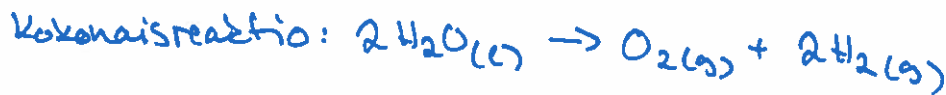
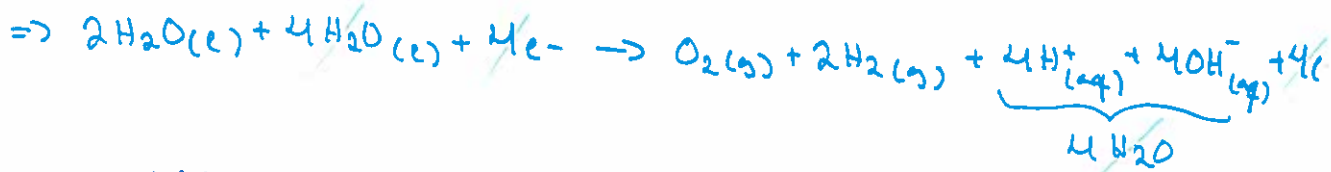
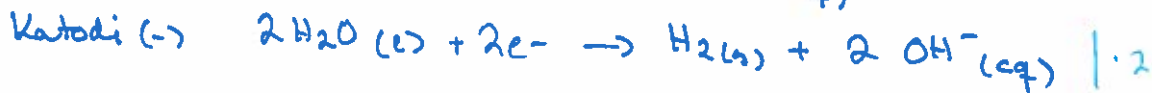
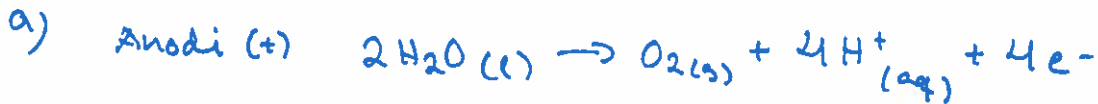
1p



$m_{(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = 10,0 \text{ g}$

$m_{(\text{H}_2\text{O})} = 100,0 \text{ g}$

$I = 4,00 \text{ A}$



b) $m\%_{(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = 20,0 \%$

$m\% = \frac{m(\text{asetussaine})}{m(\text{seos})} \cdot 100 \%$

$\frac{10,0 \text{ g}}{m_{(\text{vesi})} + 10,0 \text{ g}} = 0,200 \mid \cdot (m_{(\text{vesi})} + 10,0 \text{ g})$

$10,0 \text{ g} = 0,200 m_{(\text{vesi})} + 2,00 \text{ g}$

$0,200 m_{(\text{vesi})} = 8,00 \text{ g} \mid : 0,200$

$m_{(\text{vesi})} = 40,0 \text{ g}$ 1p

hajonneen veden määrä $100,0 \text{ g} - 40,0 \text{ g} = 60,0 \text{ g}$

$M_{(\text{H}_2\text{O})} = (2 \cdot 1,008 + 16,00) \text{ g/mol} = 18,016 \text{ g/mol}$

$n = \frac{m}{M}$ $n_{(\text{haj.H}_2\text{O})} = \frac{60,0 \text{ g}}{18,016 \text{ g/mol}} = 3,33037 \dots \text{ mol}$ 1p

$I t = n z F \Rightarrow t = \frac{n z F}{I}$

$z = 2$ 1p

Reaktioyhtälön mukaan
2 mol H₂O ja 4 e⁻ ⇒ 2 e⁻/mol

$t = \frac{3,33037 \dots \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{4,00 \text{ A}} = 160665,51 \dots \text{ s} \approx \underline{\underline{44,6 \text{ h}}}$ 1p

(:3600)

9)

a) Fosfaatit toimivat pesuvaineissa veden pehmentäjinä sitomassa Mg^{2+} ja Ca^{2+} ioneja.

Kovassa vedessä on paljon Mg^{2+} ja Ca^{2+} ioneja, jotka heikentävät saippuan pesutehoa sitoutumalla saippuan karboksylaatti päähän.

Kovaan veteen tarvitaan enemmän pesuvainetta koska saippuaa "kuluu" enemmän Mg^{2+} ja Ca^{2+} ionien sitomiseen ja vasta kun ne on poistettu vedestä voi liian poistaminen alkaa. Fosfaateilla tai niiden korvaajaksi kehitellyillä Zeoliiteillä pystytään parantamaan pesuvaikutusta

b) Fosfaateista pystytään jäteveden puhdistamoissa poistamaan n. 90%.

Veristöön pääsevät fosfaatit aiheuttavat rehevöitymistä. Kasvit ja levät käyttävät fosforin ravinnokseen. Rehevöityminen lisää mm. rautojen umpeen kasvua ja leväkukintoja.

Rehevöitymisen seurauksena kalasto ylipuolisku ja happikato tilantut voivat aiheuttaa kala-kuolemia

c) BIOLOGINEN FOSFORIN POISTO

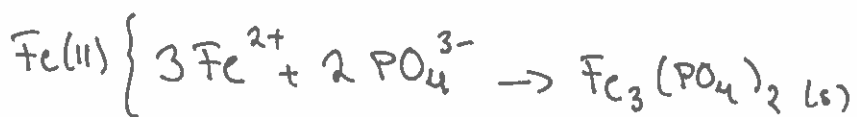
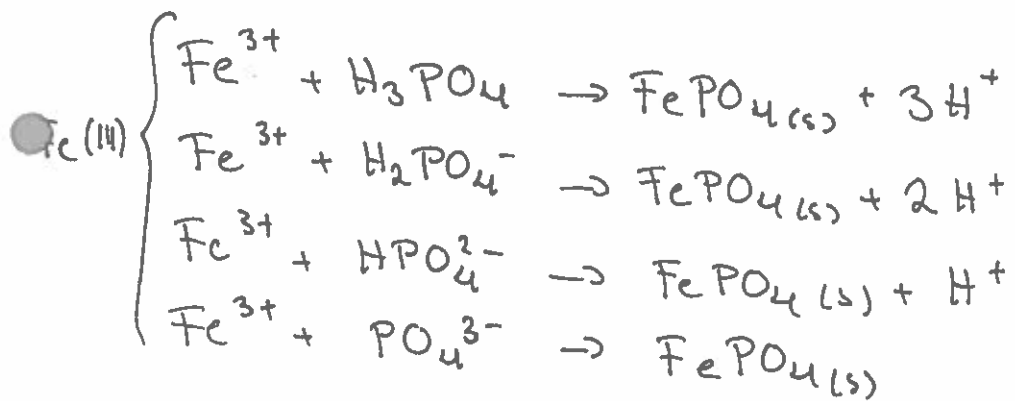
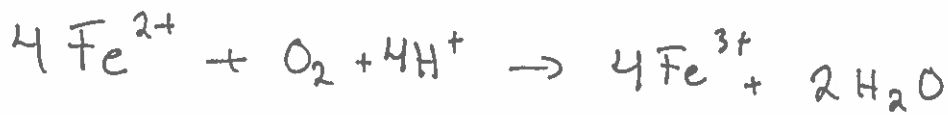
Hapettomassa tilassa viihtyvät sienet käyttävät fosforia ravinnokseen. Sienen kuollessa sen polyfosfaattina varastoima fosfori saadaan lietteeseen.

c) KEMIAALINEN FOSFORINPOISTO

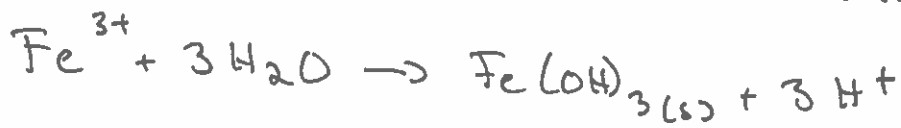
Jätevedestä voidaan poistaa fosfaatteja saostamalla ferro- tai ferrisulfaattilla.

ferrosulfaatti = Rauta (II) sulfaatti FeSO_4

ferrisulfaatti = Rauta (III) sulfaatti $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



Lisäksi syntyy hydroksyyli savea, joka myös sitoo epäpuhtauksia, mutta ei yhtä tehokkaasti poista fosforia kuin raudan suora reaktio.



Vastavalla tavalla voidaan käyttää alumiini sulfaattia



12 ke 2013 k



a) lämpötilankohotessa dityyppi tetraoksididissosioituu

→ Reaktio on endoterminen eli ottaa ympäristöstään lämpöä, koska lämpötilan nosto vie reaktiota tuotteiden suuntaan

b)

$$V_{\text{ratka}} = 0,372 \text{ l}$$

$$n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0,0240 \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{0,0240 \text{ mol}}{0,372 \text{ l}}$$

$$= 0,0645161 \dots \text{ mol/l}$$



c alkku mol/l	0,0645161...	0
muutos	-x	+2x
c TP mol/l	0,0645161... - x	2x

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(2x)^2}{0,0645161... - x} = 4,61 \cdot 10^{-3} \quad | \cdot (0,0645161... - x) \quad 1p$$

$$4x^2 = -4,61 \cdot 10^{-3}x + 2,99419 \dots \cdot 10^{-4}$$

$$4x^2 + 4,61 \cdot 10^{-3}x - 2,99419 \dots \cdot 10^{-4} = 0$$

$$a=4 \quad b=4,61 \cdot 10^{-3} \quad c=-2,99419 \dots \cdot 10^{-4}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x_1 = 8,065908 \cdot 10^{-3}$$

$$x_2 = -9,218408 \dots \cdot 10^{-3} < 0 \text{ ei käy}$$

1p

dissosioitunut määrä

$$\frac{8,065908 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}}{0,0645161 \text{ mol/l}} \cdot 100\% = 12,50215 \dots \% \approx \underline{\underline{12,5\%}} \quad 1p$$

c) $p = 0,309 \text{ bar}$
 $\rho = 0,832 \text{ g/l} \Rightarrow m = 0,832 \text{ g}$ ja $V = 1,00 \text{ l}$
 $T = 35,0^\circ\text{C} = 308,15 \text{ K}$

$$R = 0,08314 \frac{\text{bar l}}{\text{mol K}}$$

$$\boxed{pV = nRT} \quad \boxed{n = \frac{m}{M}} \Rightarrow M = \frac{m}{n} \quad n = \frac{pV}{RT}$$

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

"Kaasuseadus"

$$M = \frac{0,832 \text{ g} \cdot 0,08314 \frac{\text{bar l}}{\text{mol K}} \cdot 308,15 \text{ K}}{0,309 \text{ bar} \cdot 1,00 \text{ l}} = 68,9821 \dots \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

1p

$$M_{(\text{N}_2\text{O}_4)} = (2 \cdot 14,01 + 4 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 92,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{(\text{NO}_2)} = (14,01 + 2 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 46,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

seadus

$$x \cdot 92,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (1-x) \cdot 46,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 68,9821 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$92,02x + 46,01 - 46,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 68,9821$$

$$46,01x = 22,9721 \dots \quad | : 46,01$$

$$x = 0,4992 \dots$$

$$1-x = 0,5008 \dots$$

1p



Alku mol	n_0	0
muutus	-x	+2x
TP mol	$n_0 - x$	2x

1p

$$0,4846... (n_0 - y) = 0,5153... \cdot 2y$$

$$0,4846... n_0 = 1,0307... y + 0,4846... y$$

$$0,4846... n_0 = 1,51536... y \quad | : 0,4846...$$

$$n_0 = 3,1267... y$$

dissociation %

$$\frac{y}{n_0} \cdot 100\% = \frac{1}{3,1267...} \cdot 100\% = 31,9816...$$

$$\approx \underline{\underline{32,0\%}} \quad 1p$$

MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin keväällä 2013.

- 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. Tuloksen tarkkuus määräytyy epätarkimman lähtöarvon mukaan.
- Välituloksissa tulee olla riittävä määrä numeroita näkyvissä.
- Laskutehtävissä suureyhtälöt ja kaavat on perusteltava tavalla, joka osoittaa kokelaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Symbolisen laskimen avulla tehdyissä ratkaisuisissa tulee käydä ilmi, mihin reaktioyhtälöön symboleineen ne perustuvat.
- 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 pienimminkin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta ei vaadita olomuotoja.

1. Kullekin yhdisteelle on valittu oikea käyttökohde. Perustelua ei vaadita.

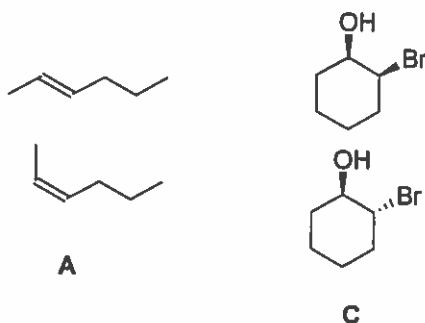
1 p/kohta

<i>Yhdiste</i>	<i>Käyttökohde</i>
<i>Kalsiumkloridi</i>	<i>maantiesuola</i>
<i>Ammoniumnitraatti</i>	<i>lannoite</i>
<i>Titaanidioksidi</i>	<i>valkoinen pigmentti</i>
<i>Litiumkarbonaatti</i>	<i>lääkeaine</i>
<i>Natriumnitriitti</i>	<i>säilöntäaine</i>
<i>Alumiinioksidi</i>	<i>hionta-aine</i>

- 2 $n(S_2O_3^{2-}) = n(Na_2S_2O_3) = V \cdot c = 0,0325l \cdot 0,200 \text{ mol/l} = 0,00650 \text{ mol}$ 2 p
 $n(ClO^-) = n(I_2) = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-}) = 0,00325 \text{ mol}$ 2 p
 $c(NaClO) = \frac{n}{V} = \frac{0,00325 \text{ mol}}{0,025 l} = 0,130 \text{ mol/l} (0,13 \text{ mol/l})$ 2 p
Jos ainemääräsuhteita käytetty väärin, korkeintaan 4 p.

3. a) Yhdisteiden nimet: 3 x 2/3 p
A on 2-hekseeni (tai heks-2-eeni)
B on 3-metyylibutanaali
C on 2-bromisykloheksanoli (2-bromi-1-sykloheksanoli, 1-bromi-2-hydroksisykloheksaani)
Jos hiiliketju on numeroitu väärin tai numero puuttuu johtaen väärään yhdisteeseen, -1/3 p.
Bromidi bromin tilalla, -1/3p.

b) Yhdisteillä A ja C voi esiintyä *cis/trans*-isomeriaa:



Valittu yhdiste A (1/3 p) ja piirretty sille isomeerit (2/3 p)

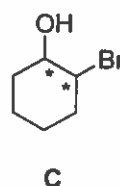
Valittu yhdiste C (2/3 p) ja piirretty sille isomeerit (1/3 p)

Jos käytetty selvästi väärää sidoskulkua, -1/3 p.

1 p

1 p

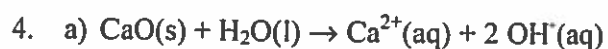
c) Peilikuvaisomeriaa voi esiintyä yhdisteellä C:



Valittu yhdiste C (1 p) ja merkitty kiraliakeskukset (2/3 p + 1/3 p).

Valittu lisäksi väärä yhdisteitä tai kiraliakeskuksia, -1/3 jokaisesta.

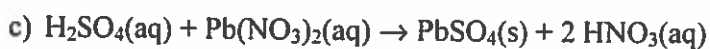
2 p



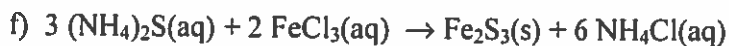
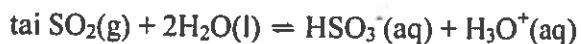
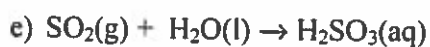
Hyväksytään myös $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$



Tuotteena $\text{Li}_2\text{O(aq)} + \text{H}_2(\text{g})$, 1/3p.



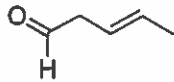
Jos $\text{PbSO}_4(\text{aq})$, -1/3p.



1 p/kohta

Vesiliuoksissa ionit voidaan kirjoittaa yhteen tai erikseen. Yksikin väärä yhdisteen kaava tai kerroin reaktioyhtälössä, 0 p.

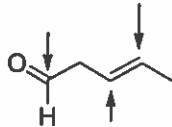
5. a)



3 p

Hyväksytään myös muoto $CH_2=CH-CH_2-CH=CHOH$ (enolimuoto)
 Jos kaksoissidokset peräkkäisten hiiliatomien välillä ja alkoholiryhmä, 1 p.
 Jos konjugoidut kaksoissidokset muiden ehtojen täytyessä, 1 p.

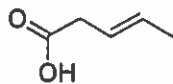
b)



sp^2 -hybridisoituneet hiiliatomit 3 x 2/3 p
 Jokaisesta väärästä valinnasta -2/3p

2 p

c)



Hyväksytään kaikki a-kohdan yhdisteiden oikeat hapetustuotteet
 Erilaiset rakennekaavojen esitystavat hyväksytään.
 Jos käytetty selvästi vääriä sidoskuilimia, -1/3 p.

1 p

6. a) Akvaarioveeten lisättävässä 25,0 -prosenttisessa ammoniakkiliuoksessa ammoniakkin massa on litraa kohti $0,250 \cdot 909 \text{ g/l} = 227,25 \text{ g/l}$

2/3p

Akvaarioveeten haluttu pitoisuus = 5,0 mg/l, joten akvaarioon tarvitaan $5,0 \text{ mg/l} \cdot 240 \text{ l} = 1,2 \text{ g}$ ammoniakkia.

2/3p

Lisättävän 25,0-prosenttisen ammoniakkiliuoksen tilavuus $V = \frac{1,2 \text{ g}}{227,25 \text{ g/l}} \approx 5,3 \text{ ml}$

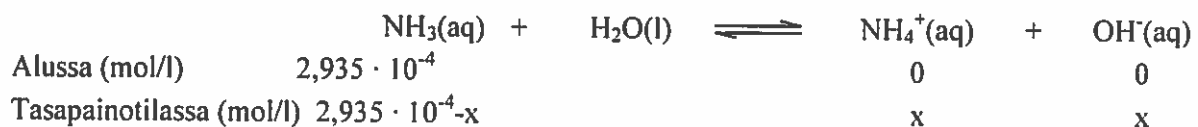
2/3p

b) Akvaarioveden ammoniakkikonsentraatio on

$$c(\text{NH}_3) = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{5,0 \text{ mg}}{17,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,0 \text{ l}} = 2,935 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

1/3p

Merkitään hydroksidi-ionien konsentraatiota tasapainotilassa x:llä



2/3p

Sijoitetaan tasapainotilan konsentraatioiden arvot ammoniakkin tasapainovakion lausekkeeseen

$$K_b = \frac{x^2}{2,935 \cdot 10^{-4} - x}, \text{ josta saadaan yhtälö}$$

$$x^2 + K_b x - K_b \cdot 2,935 \cdot 10^{-4} = 0$$

Ratkaisuksi saadaan $x_1 = 6,42 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ ja $x_2 = -8,22 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ (konsentraatio ei voi olla negatiivinen)

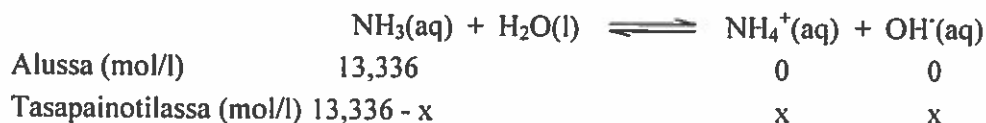
Liuoksessa $\text{pOH} = 4,19$, jolloin $\text{pH} \approx 9,81$

1p

c) 25-prosenttisen ammoniakiliuoksen konsentraatio

$$c(\text{NH}_3) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{227,25 \text{ g}}{17,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,00 \text{ l}} = 13,336 \text{ mol/l} \quad 1/3 \text{ p}$$

merkitään hydroksidi-ionien konsentraatiota tasapainotilassa x :llä



2/3 p

Ratkaistaan ammoniakkin emäsvakion lausekkeesta tasapainokonsentraatio x

$$K_b = \frac{x^2}{c-x}$$

Ratkaisuksi saadaan $x_1 = 0,01548$ ja $x_2 = -0,01550$ (konsentraatio ei voi olla negatiivinen).

Koska liuos on väkevä, voidaan myös käyttää perusteltua approksimaatiota

$$[\text{OH}^-] \approx \sqrt{K_b \cdot c}$$

liuoksen pOH = 1,8101, jolloin pH = 12,19

1 p

7. a) Anodireaktio: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^-$ 2/3 p

Katodireaktio: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$ 2/3 p

Kokonaisreaktion yhtälö:



Jos ehdotettu Na^+ - ja SO_4^{2-} -ionien reaktioita, 0 p.

Elektrodireaktiot väärin päin, -2/3 p.

b) Veden määrä loppuliouksessa saadaan ratkaistua yhtälöstä

$$\frac{10,0 \text{ g}}{m(\text{vesi}) + 10,0 \text{ g}} = 0,200$$

Tällöin veden massaksi saadaan 40,0 g.

1 p

Vettä on siten hajonnut $100,0 \text{ g} - 40,0 \text{ g} = 60,0 \text{ g} \triangleq 3,3304 \text{ mol}$.

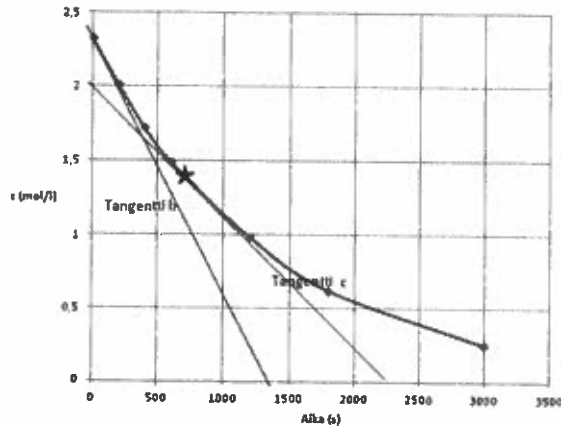
1 p

Reaktioyhtälön mukaan 1 mol vettä vastaa 2 elektronimoolin siirtymää. ($z = 2$)

1 p

$$t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I} = \frac{3,3304 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \text{ As/mol}}{4,00 \text{ A}} = 160\,667 \text{ s} \approx 44,6 \text{ h} \quad 1 \text{ p}$$

8. a) Kuvaajan tulee olla piirretty huolellisesti ja riittävän kokoisena. Millimetripaperin käyttö ei ole pakollista. Kuvaajaan tulee merkitä akselien nimet ja yksiköt sekä yhdistää mittauspisteet yhtenäisellä kaarevalla viivalla. Hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti on merkittävä näkyviin piirrokseseen. Tangentin kulmakertoimen arvo on määritettävä joko geometrisesti tai laskinta käyttäen numeerisella derivoinnilla. Reaktionopeudelle on annettava yksikkö.



Akselit valittu oikein, nimetty ja merkitty yksiköt.

2/3 p

Piirretty kuvaaja huolellisesti ja mittauspisteet yhdistetty yhtenäisellä viivalla.

4/3 p

Kuvaajana murtoviiva, -4/3 p.

Liian pieni tai muuten epäselvä kuvaaja, -1/3 – 2/3 p.

b) Vetyperoksidin suurin hajoamisreaktion nopeus on reaktion alussa, kun $t = 0$ s,

1/3 p

Laskettu tangentin b kulmakertoimesta $v = (-)1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)} (\pm 0,2 \cdot 10^{-3})$

2/3 p

Nopeuden yksikkö puuttuu tai väärin, -1/3 p

Laskettu keskinopeus ensimmäistä pisteparia käyttäen, -1/3 p

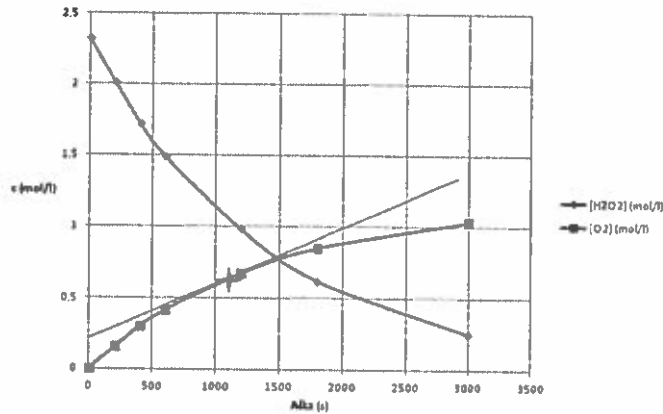
c) Määritetty tangentin avulla $v_{\text{(hajoaminen)}} = 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)} (\pm 0,5 \cdot 10^{-4})$.

1 p

d) Hapen muodostumisnopeus hetkellä $t = 1100$ s saadaan tangentin kulmakertoimesta tai reaktioyhtälön kertoimien avulla vastaavasta kohdasta vetyperoksidin hajoamiskuvaajasta:

$v_{\text{(muodostuminen)}} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)} (\pm 0,3 \cdot 10^{-4})$.

Aika (s)	[H ₂ O ₂] (mol/l)	[O ₂] (mol/l)
0	2,32	0,000
200	2,01	0,155
400	1,72	0,300
600	1,49	0,415
1200	0,98	0,670
1800	0,62	0,850
3000	0,25	1,035



2 p

9. a) Selitetty

- pyykinpesuaineissa fosfaatteja käytetään vedenpehmentäjinä.
- fosfaatin tehtävänä on sitoa kovassa vedessä olevia Ca^{2+} - ja Mg^{2+} - ioneja, ja näin ollen parantaa pesuaineen pesuvaikutusta

1 p
2/3 p
1/3 p

b) Selitetty

- fosfaattien aiheuttavan vesistöjen rehevöitymistä lisäämällä ravinnekuormitusta
- tarkemmin rehevöitymisen vaikutus esim. vesikasvien liiallinen kasvu ja muu kiihtyvä biologinen tuotanto, happikato.

1 p
1 p

c) Selitetty

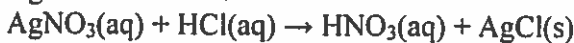
- jäteveden kemiallinen puhdistus. Fosfaatit saostetaan esimerkiksi rauta(II)sulfaatin (FeSO_4), rauta(III)sulfaatin ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) tai alumiinisulfaatin ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) kanssa.
- jäteveden biologinen puhdistus. Mikrobit sitovat itseensä fosforia polyfosfaatteina.

2 p

10. Luettu kuvaajasta oikein titrausliuoksen kulutus ja sen avulla on laskettu happojen kokonaisainemäärä.

$$n(\text{NaOH}) = 0,121 \text{ mol/l} \cdot 0,020 \text{ l} = 2,42 \text{ mmol} = n(\text{HCl}) + n(\text{HNO}_3) \text{ ekvivalenttipisteessä} \quad 2 \text{ p}$$

Perusteltu, esimerkiksi reaktioyhtälöllä, että AgNO_3 -lisäys saostaa HCl:n kloridit AgCl -saostumana:



$$n(\text{AgCl}) = \frac{225 \text{ mg}}{143,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,570 \text{ mmol} = n(\text{HCl}) \quad 2 \text{ p}$$

Typpihapon määrä laskettu vähentämällä HCl happojen yhteismäärästä:

$$n(\text{HNO}_3) = (2,42 - 1,570) \text{ mmol} = 0,850 \text{ mmol} \quad 1 \text{ p}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,001570 \text{ mol} \cdot 36,458 \text{ g/mol} = 0,057236 \text{ g} \approx 57 \text{ mg}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,00850 \text{ mol} \cdot 63,018 \text{ g/mol} = 0,053571 \text{ g} \approx 54 \text{ mg} \quad 1 \text{ p}$$

- +11. a) Aine C erotetaan aineista A ja B lisäämällä alkuperäiseen seokseen suolahappoliuosta, jolloin aine C reagoi hapon kanssa ja muodostaa vesiliukoisen kloridisuolan
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl})$ 1 p

Muodostunut suola saadaan erotettua erotussuppilossa A:sta ja B:stä, jotka jäävät dietyylieetterifaasiin. 1 p

C:n suolan vesiliuokseen lisätään väkevää NaOH-liuosta, joka vapauttaa amiinisuolan vapaaksi amiiniksi
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O})$ 1 p

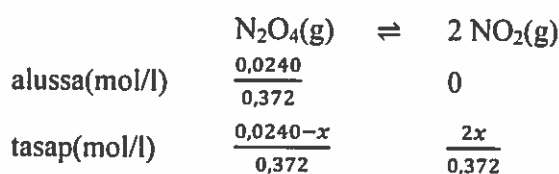
Muodostunut amiini uutetaan vesifaasista dietyylieetteriin, josta se voidaan tislata. dietyylieetterin kp. on 35 °C ja heksyyliamiinin 130 °C. 1 p

A:n ja B:n erottamiseksi eetteriliuoksesta suoritetaan tislaukset, jolloin aineet erottuvat seoksesta kiehumispisteiden mukaisessa järjestyksessä: dietyylieetteri (35 °C), syklinen eetteri (66 °C) ja hiilivety (129 °C). 1 p

- b) Nestemäisten aineiden puhtaus saadaan selville karkeasti kiehumispisteestä. 1 p
 Tarkempi puhtauden määrittäminen tehdään kromatografisella menetelmällä (ohutlevykromatografialla, kaasu- tai nestekromatografialla) tai erilaisilla spektroskooppisilla menetelmillä, kuten esim. UV-spektroskopiaa, IR-spektroskopiaa, massaspektroskopiaa tai NMR-spektrometriaa. Näistä selitetty ainakin yksi käyttökelpoinen menetelmä. 3 p

- + 12. a) Reaktio on endoterminen. 1 p
 Lämpötilan kohotessa muodostuu tyypidioksidia eli tasapaino siirtyy oikealle, endotermiseen (lämpöä kuluttavaan) suuntaan. 1 p

b)



$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad 1 \text{ p}$$

$$4,61 \cdot 10^{-3} = \frac{4x^2}{0,372(0,0240-x)}$$

$$x_1 = 3,000 \cdot 10^{-3}$$

$$x_2 = -3,429 \cdot 10^{-3} (< 0, \text{ ei käy}) \quad 1 \text{ p}$$

Dityypitetraoksidista dissosioitui $\frac{0,00300 \text{ mol}}{0,0240 \text{ mol}} \cdot 100 \% = 12,5 \% \quad 1 \text{ p}$

c) Keskimääräinen moolimassa $M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} = 69,0 \text{ g/mol}$

1 p

Seoksen mooliosuudet

$x \cdot M(\text{NO}_2) + (1 - x) \cdot M(\text{N}_2\text{O}_4) = 69,0 \text{ g/mol}$, josta $x = 0,500$

1 p

Kaasuseoksessa on yhtä paljon NO_2 - ja N_2O_4 -molekyylejä.

	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2 \text{NO}_2(\text{g})$
alussa (mol)	n_0		0
tasapaino (mol)	$n_0 - y$		$2y$

1 p

$n_0 - y = 2y$, joten $n_0 = 3y$ ja dissosioitumisprosentti on 33,3 %.

1 p

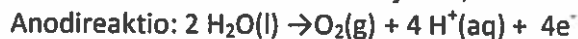
Jos c-kohdassa oletettu kaasujen ainemäärä tai tilavuus samaksi molemmissa mittauksissa, max 2p.

yhteensä 9 p.

Tehtävä 7

Reaktioyhtälöt on esitetty ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Laskuissa on käytetty asianmukaisia laskukaavoja. Siirtyvien elektronien lukumäärä on huomioitu kahta vesimolekyyliä kohti.

- a) Natriumsulfaattiliuoksessa Na^+ ja SO_4^{2-} -ionit eivät reagoi elektrolyysissä.



Kokonaisreaktion yhtälö:



- b) Veden määrä loppuliuoksessa on 20,0 massa-%.

$$\text{Se saadaan ratkaistua yhtälöstä } \frac{10,0 \text{ g}}{m(\text{vesi}) + 10,0 \text{ g}} = 0,200$$

ja veden massaksi saadaan 40,0 g.

Vettä on siten hajonnut $100,0 \text{ g} - 40,0 \text{ g} = 60,0 \text{ g} \cong 3,3304 \text{ mol}$.

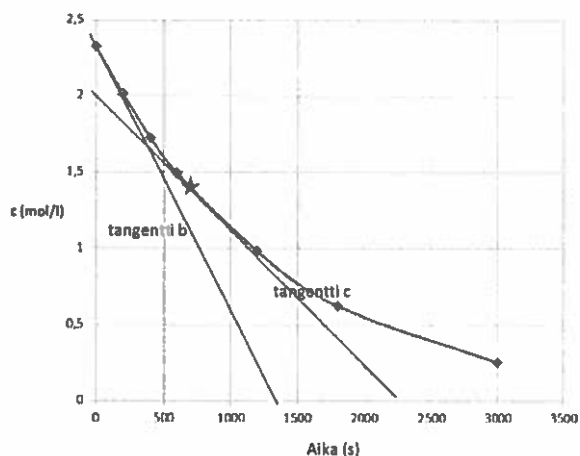
Reaktioyhtälön mukaan 1 mol vettä vastaa 2 elektronimoolin siirtymää, jolloin ajaksi saadaan:

$$t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I} = \frac{3,3304 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \text{ As/mol}}{4,00 \text{ A}} = 160\,667 \text{ s} \approx 44,6 \text{ h.} \quad 4 \text{ p.}$$

Tehtävä 8

Kuvaaja on piirretty huolellisesti ja riittävän kokoisena. Millimetripaperin käyttö ei ole pakollista. Kuvaajaan on merkitty akselien nimet ja yksiköt, ja mittauspisteet on yhdistetty yhteisellä kaarevalla viivalla. Hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti on merkitty näkyviin piirrokseseen. Tangentin kulmakertoimen arvo on määritetty joko geometrisesti tai laskinta käyttäen numeerisella derivoinnilla. Nopeudelle on annettu yksikkö.

- a) Piirretty vetyperoksidin hajoamista ajan funktiona esittävä kuvaaja: 2 p.



- b) Vetyperoksidin suurin hajoamisreaktion nopeus on reaktion alussa, kun $t = 0$ s. Tangentin b kulmakertoimesta saadaan $v = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s})$ 1 p.

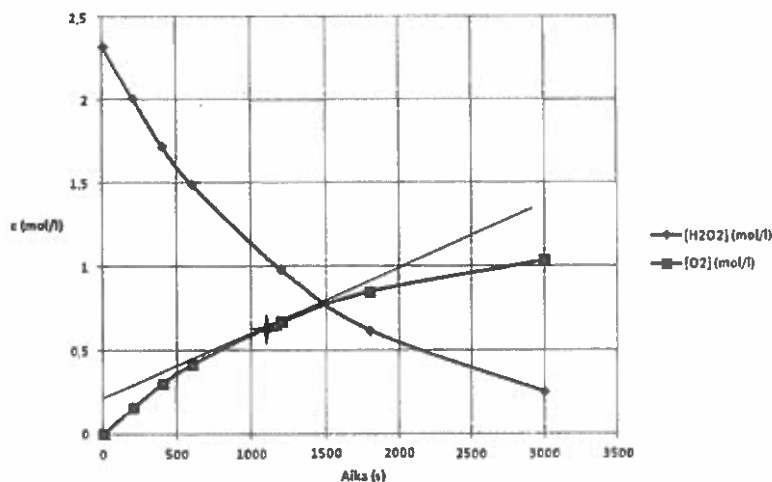
- c) Vetyperoksidin hajoamisreaktion nopeus hetkellä $t = 700$ s saadaan vetyperoksidin hajoamiskäyrän tangentin c kulmakertoimesta:

$$v_{\text{(hajoaminen)}} = 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}. \quad 1 \text{ p.}$$

- d) Lasketaan peroksidin hajoamista vastaavat hapen konsentraatiot ja piirretään vastaava kuvaaja.

Aika (s)	[H ₂ O ₂] (mol/l)	[O ₂] (mol/l)
0	2,32	0,000
200	2,01	0,155
400	1,72	0,300
600	1,49	0,415
1200	0,98	0,670
1800	0,62	0,850
3000	0,25	1,035

Hapen muodostumisnopeus hetkellä $t = 1100$ s saadaan tangentin kulmakertoimesta tai reaktioyhtälön kertoimien avulla vastaavasta kohdasta vetyperoksidin hajoamiskuvaajasta: $v_{\text{(muodostuminen)}} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}. \quad 2 \text{ p.}$



Tehtävä 9

- a) Selitetty kotitaloudessa käytetyn veden kovuus ja sen vaikutus pesutapahtumaan. Mainittu, että monet kotitalouksien käyttämät synteettiset pesuaineet sisältävät lisäaineena fosfaatteja, jotka pehmentävät veden muodostamalla kompleksiyhdisteitä Ca²⁺- ja Mg²⁺-ionien kanssa ja täten helpottavat pesutapahtumaa. 2 p.
- b) Selitetty fosfaattien vaikutus vesistöjen tilaan sekä syitä fosfaattien käytöstä luopumiseen. 2 p.