

## Insinöörivalinnan kemian koe 30.5.2012

1. a) Kun alkeeniin X lisätään vettä, saadaan alkoholi Y. Alkoholin Y hapetustuotteena saadaan 3,3-dimetyyli-2-heksanonia. Kirjoita näiden kahden reaktion reaktioyhtälöt täydellisillä rakennekaavoilla ja nimeä yhdisteet X ja Y.  
 b) HBr voi reagoida kolmen eri alkeenin kanssa, jolloin tuotteena saadaan 2-bromibutaania. Kirjoita näiden kolmen alkeenin täydelliset rakennekaavat ja kirjoita reaktioyhtälö, kun HBr reagoi näistä yhden alkeenin kanssa.

2. Muurahaishappo (metaanihappo) muodostaa erään tyydyttyneen yhdenarvoisen alkoholien kanssa esterin, joka sisältää 31,3 massa-% happea. Reaktioyhtälöä voidaan kuvata seuraavasti:  
 $\text{HCOOH} + \text{HOR} \rightarrow \text{HCOOR} + \text{H}_2\text{O}$

- a) Kirjoita esterin ja alkoholien molekyylikaavat.  
 b) Piirrä kyseisen alkoholien kaikki mahdolliset täydelliset rakennekaavat.

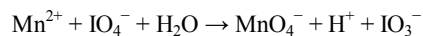
3. Palmitiinihappo  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$  on tyydyttynyt rasvahappo, jota on esimerkiksi lihassa ja maitorasvassa. Se on sakkaroosin eli ruokosokerin  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  ohella hyvä energianlähde.

- a) Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt näiden yhdisteiden täydelliselle palamiselle ja laske reaktioiden reaktiolämmöt ( $\Delta H$ ). Vesi esiintyy reaktioyhtälöissä nestemäisenä johtuen siitä, että näiden yhdisteiden metabolia tuottaa nestemäistä vettä.  
 b) Laske kumpi yhdisteistä tuottaa palaessaan enemmän lämpöenergiaa 1,00 g palavaa ainetta kohden.

Perusmuodostumislämmöt ( $\Delta H_f^\circ$ ):

$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2(\text{s}) -208,0 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s}) -2226,1 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) -285,8 \text{ kJ/mol}$ ,  
 $\text{CO}_2(\text{g}) -393,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{O}_2(\text{g}) 0 \text{ kJ/mol}$

4. Teräksen mangaanipitoisuus määritetään spektrofotometrisesti. Määrittystä varten teräsnäyte liuotetaan typpihappoon, jolloin mangaani hapettuu  $\text{Mn}^{2+}$ -ioneiksi. Kun liuokseen lisätään kiinteää kaliumperjodaattia ( $\text{KIO}_4$ ),  $\text{Mn}^{2+}$ -ionit hapettuvat värilliseksi permanganaatti-ioneiksi seuraavan tasapainottamattoman hapettumis-pelkistymisreaktion mukaisesti:



- a) Tasapainota reaktioyhtälö.  
 b) Spektrofotometrinen määrittäminen tehtiin niin kutsuttua vertailusuoramenetelmää käyttäen. Vertailu- eli standardiliuokset valmistettiin kantaliuoksesta A, joka sisälsi 5,00 mg/ml mangaanisuolaa,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . Mikä on kantaliuoksen A konsentraatio ( $\text{mol/dm}^3$ )?  
 c) Määrittäksen mukaan 0,203 gramman teräsnäyte sisälsi yhtä paljon mangaania kuin 2,21 ml kantaliuosta A. Kuinka monta massa-%a mangaania teräksessä oli?  
 d) Kuinka monta grammaa kiinteää kaliumperjodaattia vähintään tarvitsee lisätä liuokseen, että kaikki teräsnäytteen  $\text{Mn}^{2+}$ -ionit hapettuvat permanganaatti-ioneiksi?

5. Kaasumaisen, yksiarvoisen hapon tiheys on  $1,05 \text{ g/dm}^3$   $40 \text{ }^\circ\text{C}$  lämpötilassa ja  $101,325 \text{ kPa}$  paineessa. Kun  $1,85 \text{ g}$  tätä happoa liuotettiin veteen ja laimennettiin  $450 \text{ ml}$ :ksi, saatiin liuoksen pH:ksi 5,01.

- a) Määritä kyseisen hapon happovakion  $K_a$  arvo.  
 b) Kuinka monta prosenttia haposta on protolysoitunut (ionisoitunut)?

6. Lyijysulfaatin niukkaliukoisuutta käytetään hyväksi lyijyn kvantitatiivisessa määrittämisessä. Määrittämisessä lyijyionit saostetaan täydellisesti lyijysulfaattina lisäämällä liuokseen esimerkiksi ylimäärin laimeaa rikkihappoa. Saostuma pestään mahdollisten epäpuhtauksien poistamiseksi, jolloin myös osa lyijysulfaatista liukenee pesuliuokseen.

Eräässä määrittämisessä saatiin  $0,303 \text{ g}$  lyijysulfaattia.

- a) Kuinka monta prosenttia lyijysulfaatista liukenee, jos saostuma pestään  $200 \text{ ml}$ :lla vettä?  
 b) Kuinka monta prosenttia lyijysulfaatista liukenee, jos saostuma pestään veden asemasta  $200 \text{ ml}$ :lla  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -liuosta, jonka konsentraatio on  $0,100 \text{ mol/dm}^3$ ?

$$K_s(\text{PbSO}_4) = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

Alkuaineiden moolimassoja:

Alkuaine:	H	C	N	O	S	K	Mn	I	Pb
M / g mol <sup>-1</sup>	1,008	12,01	14,01	16,00	32,07	39,10	54,94	126,9	207,2

Vakio:  $R = 8,31451 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,0831451 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Ingenjörantagningens prov i kemi 30.5.2012

- Då vatten sätts till alken X bildas alkohol Y. Då alkohol Y oxideras bildas 3,3-dimetyl-2-hexanon. Skriv reaktionsformler för dessa två reaktioner med fullständiga strukturformler och namnge föreningarna X och Y.
  - HBr kan reagera med tre olika alkener så att 2-brombutan bildas. Skriv fullständiga strukturformler för dessa tre alkener och skriv reaktionsformel för reaktionen mellan HBr och en av dessa alkener.
- Myrsyra (metansyra) bildar med en mättad envärd alkohol en ester, som innehåller 31,3 mass-% syre. Reaktionsformeln kan skrivas på följande sätt:  
 $\text{HCOOH} + \text{HOR} \rightarrow \text{HCOOR} + \text{H}_2\text{O}$ 
  - Skriv molekylformeln för estern och för alkoholen.
  - Rita också alla möjliga fullständiga strukturformler för ifrågasvarande alkohol.
- Palmitinsyra  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$  är en mättad fettsyra, som finns i bland annat kött och mjölkfett. Den är, liksom sackaros eller rörsocker  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , en bra energikälla.
  - Skriv balanserade reaktionsformler för fullständig förbränning av dessa föreningar och beräkna reaktionernas reaktionsvärmen ( $\Delta H$ ). Vattnet i reaktionsformlerna är i flytande form på grund av att föreningarnas metabolism producerar flytande vatten.
  - Beräkna vilkendera föreningen som ger mera värmeenergi vid förbränning uträknat per 1,00 g bränsle.

Bildningsvärmen vid standardförhållanden ( $\Delta H_f^\circ$ ):

$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2(\text{s}) -208,0 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s}) -2226,1 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) -285,8 \text{ kJ/mol}$ ,  
 $\text{CO}_2(\text{g}) -393,5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{O}_2(\text{g}) 0 \text{ kJ/mol}$

- Manganhalten i stål kan bestämmas spektrofotometriskt. För bestämningen löses ett stålprov i salpetersyra, varvid mangan oxideras till  $\text{Mn}^{2+}$ -joner. Då fast kaliumperjodat ( $\text{KIO}_4$ ) sätts till lösningen oxideras  $\text{Mn}^{2+}$ -jonerna till färgade permanganatjoner enligt följande obalanserade oxidations-reduktionsreaktion:  
 $\text{Mn}^{2+} + \text{IO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{IO}_3^-$ 
  - Balansera reaktionsformeln.
  - Den spektrofotometriska bestämningen gjordes med en metod som bygger på användningen av så kallade standardkurvor. Standardlösningarna bereddes från stamlösning A, som innehöll 5,00 mg/ml mangansalt,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . Vilken koncentration ( $\text{mol/dm}^3$ ) har stamlösning A?
  - Enligt bestämningen innehöll 0,203 gram av stålprovet lika mycket mangan som 2,21 ml av stamlösning A. Hur många mass-% mangan innehöll stålet?
  - Hur många gram fast kaliumperjodat måste man minst sätta till lösningen för att alla  $\text{Mn}^{2+}$ -joner i stålprovet skall oxideras till permanganatjoner?

- Densiteten för en envärd syra i gasform är  $1,05 \text{ g/dm}^3$  vid temperaturen  $40^\circ\text{C}$  och trycket  $101,325 \text{ kPa}$ . Då  $1,85 \text{ g}$  av denna syra löstes i vatten och utspäddes till  $450 \text{ ml}$ , erhöles en lösning med  $\text{pH } 5,01$ .
  - Bestäm syrakonstanten  $K_a$  för ifrågasvarande syra.
  - Hur många procent av syran är protolyserad (joniserad)?
- Blyulfat är svårslösligt och detta utnyttjas vid kvantitativ bestämning av bly. Vid bestämningen utfälls blyjonerna fullständigt som blyulfat genom att sätta ett överskott av till exempel utspädd svavelsyra till lösningen. Fällningen tvättas för att avlägsna eventuella orenheter, varvid också en del av blyulfatet löser sig i tvättlösningen.

Vid en bestämning erhöles  $0,303 \text{ g}$  blyulfat.

- Hur många procent av blyulfatet löser sig om fällningen tvättas med  $200 \text{ ml}$  vatten?
- Hur många procent av blyulfatet löser sig om fällningen tvättas med  $200 \text{ ml}$   $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -lösning, vars koncentration är  $0,100 \text{ mol/dm}^3$ , i stället för vatten?

$K_s(\text{PbSO}_4) = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

Grundämnenas molmassor:

Grundämne:	H	C	N	O	S	K	Mn	I	Pb
M / g mol <sup>-1</sup>	1,008	12,01	14,01	16,00	32,07	39,10	54,94	126,9	207,2

Konstant:  $R = 8,31451 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,0831451 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

## Engineering programs, Chemistry 30 May 2012

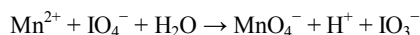
- Addition of water to alkene X gives an alcohol Y. Oxidation of Y produces 3,3-dimethyl-2-hexanone. Write reaction equations for these two reactions using structural formulas, and name compounds X and Y.
  - HBr can react with three different alkenes to form 2-bromobutane. Write the structural formulas of these three alkenes and write a reaction equation when HBr reacts with one of these alkenes.
- Formic acid (methanoic acid) forms with a saturated monoprotic alcohol an ester which contains 31.3 mass-% oxygen. The reaction equation can be described as follows:  
 $\text{HCOOH} + \text{HOR} \rightarrow \text{HCOOR} + \text{H}_2\text{O}$ 
  - Write the molecular formulas for the ester and for the alcohol.
  - Draw all the possible structural formulas of the alcohol in question.
- Palmitic acid  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$  is a saturated fatty acid found for instance in beef and milk fat. It is, along with sucrose (table sugar  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), a good source of energy.
  - Write balanced reaction equations for the complete combustion of these compounds and calculate the heat of reaction ( $\Delta H$ ) for these reactions. Water is in liquid form in the reaction equations because the metabolism of these compounds produces liquid water.
  - Calculate which one of the compounds produces more heat per 1.00 g of combustible matter.

Standard enthalpies of formation ( $\Delta H_f^\circ$ ):

$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2(\text{s}) -208.0 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s}) -2226.1 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) -285.8 \text{ kJ/mol}$ ,

$\text{CO}_2(\text{g}) -393.5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{O}_2(\text{g}) 0 \text{ kJ/mol}$

- The manganese content of steel can be determined by spectrophotometry. For the determination the steel sample is dissolved in nitric acid in which case manganese oxidizes to  $\text{Mn}^{2+}$ -ions. When solid potassium periodate ( $\text{KIO}_4$ ) is added to the solution,  $\text{Mn}^{2+}$ -ions oxidize to colored permanganate ions according to the following unbalanced oxidation - reduction reaction:



- Balance the reaction equation.
- The spectrophotometric determination was carried out using a so called standard curve method. Standard solutions were prepared from a stock solution A which contained 5.00 mg/mL manganese salt,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . What is the concentration ( $\text{mol/dm}^3$ ) of the stock solution A?
- According to the determination a 0.203 gram sample of steel contained as much manganese as 2.21 mL of the stock solution A. How many mass -% of manganese did the steel contain?
- How many grams of solid potassium periodate at least has to be added to the solution so that all the  $\text{Mn}^{2+}$ -ions of the steel sample will oxidize to permanganate ions?

- At the temperature of 40 °C and the pressure of 101.325 kPa, a gaseous monoprotic acid has a density of 1.05  $\text{g/dm}^3$ . After 1.85 g of this gas was dissolved in water and diluted to 450 mL, the pH of the solution was measured to be 5.01.
  - Determine the acid ionization constant  $K_a$  of this acid.
  - Determine the percent ionization of the acid.
- The low solubility of lead sulphate is utilized in quantitative determination of lead. In the determination lead ions are precipitated completely as lead sulphate by adding for instance an excess of diluted sulphuric acid to the solution. The precipitation is washed to remove possible impurities in which case also part of the lead sulphate is dissolved in washing solution.

In one determination 0.303 g of lead sulphate was obtained.

- How many percent of the lead sulphate is dissolved if the precipitation is washed with 200 mL of water?
- How many percent of the lead sulphate is dissolved if the precipitation is washed with 200 mL of 0.100  $\text{mol/dm}^3$   $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  solution, instead of water?

$$K_s(\text{PbSO}_4) = 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

Molar masses of the elements:

Element:	H	C	N	O	S	K	Mn	I	Pb
M / $\text{g mol}^{-1}$	1.008	12.01	14.01	16.00	32.07	39.10	54.94	126.9	207.2

$$\text{Constant: } R = 8.31451 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0.0831451 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$





a) Hapen osuus esterin moolimassasta M on 31,3 m-%:

$$\frac{100\% \cdot M(\text{O}) \cdot 2}{M(\text{esteri})} = 31,3\% \Rightarrow M = \frac{100 \cdot 32,0}{31,3} = 102,2 \text{ g/mol}$$

$$\text{R:n moolimassa } M_{\text{R}} = 102,2 - 32,0 - 12,01 - 1,008 = 57,182 \text{ g/mol}$$

$$\text{R:n kaava } \text{C}_n\text{H}_{2n+1} \Rightarrow 12,01 \text{ g/mol} \cdot n + 1,008 \text{ g/mol} \cdot (2n + 1) = 57,182 \text{ g/mol}$$

$$\Rightarrow n = 4 \Rightarrow \text{R on } \text{C}_4\text{H}_9$$

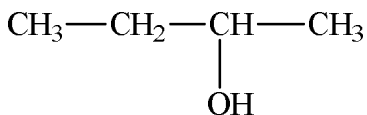
**Esterin molekyylikaava:**  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  ( $\text{HCOOC}_4\text{H}_9$ )

**Alkoholin molekyylikaava:**  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ )

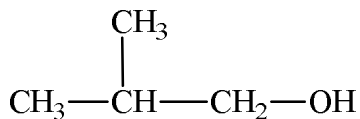
b)



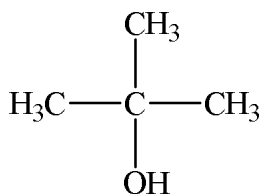
1-butanoli  
butan-1-oli



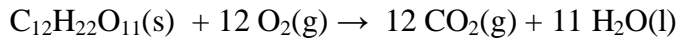
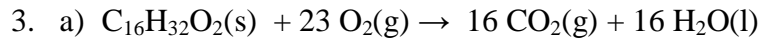
2-butanoli  
butan-2-oli



2-metyyli-1-propanoli  
2-metyylipropan-1-oli  
isobutanoli



2-metyyli-2-propanoli  
2-metyylipropan-2-oli  
tert-butyylialkoholi



Reaktiolämpö:  $\Delta H = \sum n\Delta H_f^\circ$  (reaktiotuotteet)  $- \sum n\Delta H_f^\circ$  (lähtöaineet)

Palmitiinihappo:  $\Delta H = [16 \text{ mol} \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 16 \text{ mol} \cdot (-285,8 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol} \cdot (-208,0 \text{ kJ/mol}) + 23 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}]$   
 $= -10868,8 \text{ kJ} + 208,0 \text{ kJ} = -10660,8 \text{ kJ} = \underline{-10660 \text{ kJ}}$

Ruokosokeri:  $\Delta H = [12 \text{ mol} \cdot (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 11 \text{ mol} \cdot (-285,8 \text{ kJ/mol})] - [(1 \text{ mol} \cdot (-2226,1 \text{ kJ/mol}) + 12 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol})]$   
 $= -7865,8 \text{ kJ} + 2226,1 \text{ kJ} = -5639,7 \text{ kJ} = \underline{-5640 \text{ kJ}}$

b)  $m_{\text{ph}} = 1,00 \text{ g}$   
 $M_{\text{ph}} = 256,416 \text{ g/mol}$

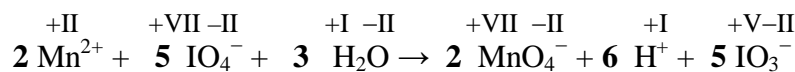
$\Rightarrow$  energiaa vapautuu:  $\frac{10660,8 \text{ kJ/mol}}{256,416 \text{ g/mol}} = \underline{41,6 \text{ kJ/g}}$

$m_{\text{sokeri}} = 1,00 \text{ g}$   
 $M_{\text{sokeri}} = 342,296 \text{ g/mol}$

$\Rightarrow$  energiaa vapautuu:  $\frac{5639,7 \text{ kJ/mol}}{342,296 \text{ g/mol}} = \underline{16,5 \text{ kJ/g}}$

**Palmitiinihapon palaminen tuottaa enemmän energiaa grammaa kohden:  
 41,6 kJ/g > 16,5 kJ/g**

4. a)



Hapettuu: luovuttaa  $5e^- \cdot 2$

Hapetusluku kasvaa  $+II \rightarrow +VII$

Pelkistyy: vast.ottaa  $2e^- \cdot 5$

Hapetusluku pienenee  $+VII \rightarrow +V$

**elektronien siirrot  
yhtä suuriksi**

- b)  $M(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 251,024 \text{ g/mol}$   
Litrassa liuosta  $m(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 5,00 \text{ g}$

$$n(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O})}{M(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O})} = \frac{5,00 \text{ g}}{251,024 \text{ g/mol}} = 0,0199 \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,0199 \text{ mol}}{1,00 \text{ dm}^3} = \underline{0,0199 \text{ mol/dm}^3}$$

- c) Lasketaan ensin kuinka monta prosenttia mangaanisuolassa on mangaania

$$\text{Mn} - \% = \frac{54,94}{251,024} \cdot 100\% = 21,89 \%$$

Paljonko mangaanisuolaa on 2,21 ml:ssa =>

$$m(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}) = 2,21 \text{ ml} \cdot 5,00 \text{ mg/ml} = 11,05 \text{ mg}$$

$$m(\text{Mn}) = 0,2189 \cdot 11,05 \text{ mg} = 2,419 \text{ mg}$$

**Mangaania teräsnäytteessä:**  $\text{Mn} - \% = \frac{2,419 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{0,203 \text{ g}} \cdot 100\% = \underline{1,19\%}$

- d)  $m(\text{Mn}^{2+}) = 2,419 \text{ mg}$

$$n(\text{Mn}^{2+}) = \frac{m}{M} = \frac{2,419 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{54,94 \text{ g/mol}} = 0,0440 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Reaktioyhtälöstä nähdään, että

$$n(\text{KIO}_4) = n(\text{IO}_4^-) = 5/2 \cdot n(\text{Mn}^{2+}) = 5/2 \cdot 0,0440 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,110 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M(\text{KIO}_4) = 230,0 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{KIO}_4) = n \cdot M = 25,3 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \underline{25,3 \text{ mg}}$$

5. a) Selvitetään ensin hapon moolimassa kaasujen yleisen tilanyhtälön ja tiheyden avulla:

$$pV = nRT \text{ ja } n = m/M$$

$$pV = \frac{m R T}{M} \Rightarrow M = \frac{\rho R T}{p} = \frac{1,05 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3 \cdot 8,31451 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 313,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 26,98 \text{ g/mol}$$

Liuotetun hapon ainemäärä:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,85 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,0686 \text{ mol}$$

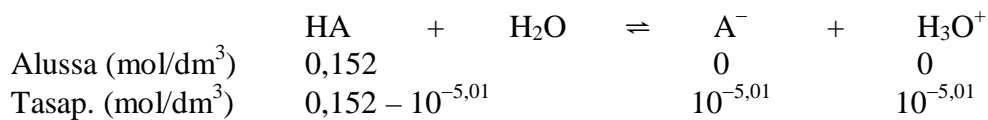
Konsentraatio:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,0686 \text{ mol}}{0,450 \text{ dm}^3} = 0,152 \text{ mol/dm}^3$$

Happovakion määrittäminen:

Tasapainon asetuttua pH oli 5,01

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 5,01 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,01}$$



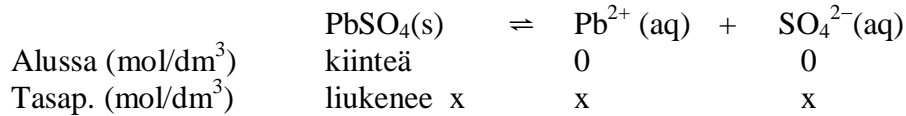
$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{(10^{-5,01})^2}{(0,152 - 10^{-5,01})} \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{6,3 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3}}$$

b) Haposta on protolysoitunut (ionisoitunut):

$$\frac{10^{-5,01}}{0,152} \cdot 100 \% = \underline{\underline{0,0064 \%}}$$



6. a) Merkitään, että  $\text{PbSO}_4$ :a liukenee  $x \text{ mol/dm}^3$



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = x^2 = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6 \Rightarrow x = 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{Liukoisuus } 200 \text{ cm}^3\text{:iin: } 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = 2,28 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

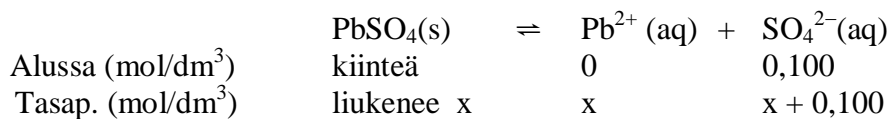
$$M(\text{PbSO}_4) = 303,27 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{PbSO}_4) = n \cdot M = 0,00691 \text{ g}$$

$$\text{Sakan lyijysulfaatista liukeni: } \frac{0,00691 \text{ g}}{0,303 \text{ g}} \cdot 100 \% = \underline{2,3 \%}$$

b)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  on runsasliukoinen suola:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$

$$0,100 \text{ mol/dm}^3 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-liuos} \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = x \cdot (x + 0,100) = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$\text{Oletus: } x \ll 0,100 \Rightarrow x = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{oletus ok.})$$

$$\text{Liukoisuus } 200 \text{ cm}^3\text{:iin: } 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol}$$

$$M(\text{PbSO}_4) = 303,27 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{PbSO}_4) = n \cdot M = 7,89 \cdot 10^{-6} \text{ g}$$

$$\text{Sakan lyijysulfaatista liukenee: } \frac{0,00000789 \text{ g}}{0,303 \text{ g}} \cdot 100 \% = \underline{0,003 \%}$$