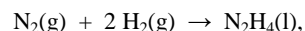


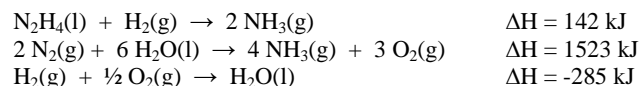
Insinöörivalinnan kemian koe 02.06.2010

1. Kirjoita rakennekaavat kaikille alkoholeille, joiden molekyylikaava on C_3H_6O . Nimeä alkoholit.
2. Kun hydrataan hiilivetyä, jonka molekyylikaava on C_5H_{10} , syntyy 2-metyyliibutaania. Jos alkuperäinen hiilivety reagoi vetykloridin kanssa Markovnikovin sääntöä noudattaen, syntyy yhdiste, josta natriumhydroksidilla käsiteltäessä muodostuu sekundäärinen alkoholi. Kun tätä alkoholia hapetetaan, syntyy ketoni.
- a) Kirjoita kaikki yllä mainitut reaktioyhtälöt rakennekaavoja käyttäen ja nimeä reaktiotuotteet.
b) Kirjoita alkuperäisen hiilivedyn rakennekaava ja nimeä yhdiste.

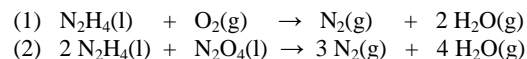
3. a) Laske reaktiolämpö ΔH (kJ) reaktiolle:



kun tunnetaan seuraavien reaktioiden reaktiolämmöt kyseisissä olosuhteissa:



- b) Hydratsiinia, N_2H_4 , voidaan käyttää nestemäisenä rakettipolttoaineena. Hydratsiini voidaan hapettaa joko hapella tai dityppitetroksidilla, N_2O_4 , seuraavien reaktioyhtälöiden mukaisesti:



Paljonko reaktioissa 1 ja 2 vapautuu lämpöä (MJ) hydratsiinikilogrammaa (1,00 kg) kohden perustilassa (25 °C, 101 325 Pa)?

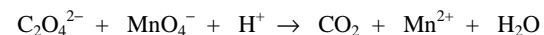
Tunnetaan seuraavat perusmuodostumislämmöt ΔH_f^0 (25 °C, 101 325 Pa):
 $N_2H_4(l)$ 50,2 kJ/mol, $N_2O_4(l)$ 51,9 kJ/mol, $H_2O(g)$ -242,0 kJ/mol.

4. Karbonyylikloridi eli fosgeeni, $COCl_2$, on hyvin myrkyllinen kaasu, jota käytettiin taistelukaasuna 1. maailmansodassa. Sitä valmistetaan hiilimonoksidin ja kloorin välisellä reaktiolla:



Reaktion tasapainovakio K_c on 1200 dm^3/mol 400 °C:ssa. Analyysin tuloksena astia, jonka tilavuus on 3,0 dm^3 , sisältää tietyllä ajanhetkellä 0,060 moolia CO:a, $3,9 \cdot 10^{-4}$ moolia Cl_2 :a ja 0,060 moolia $COCl_2$:a 400 °C:ssa.

- a) Osoita, että systeemi ei vielä ole tasapainossa.
b) Laske kaasujen konsentraatiot, kun tasapainotila on asetunut.
c) Tasapainossa olevan reaktioseoksen lämpötilaa nostetaan. Mihin suuntaan reaktio etenee, tuotteisiin vai lähtöaineisiin päin? Perustele vastauksesi.
d) Tasapainossa olevan reaktioseoksen reaktioastian tilavuutta pienennetään lämpötilan pysyessä vakiona. Mihin suuntaan reaktio etenee, tuotteisiin vai lähtöaineisiin päin? Perustele vastauksesi.
5. Kalsiumioneja tarvitaan veren hyytymiseen ja moniin soluprosesseihin. Epänormaali Ca^{2+} -ionikonsentraatio veressä on merkki sairaudesta. Ca^{2+} -ionikonsentraatio määritettiin 1,00 ml:n verinäytteestä saostamalla kalsiumionit ensin kalsiumoksalaattina, CaC_2O_4 , jonka jälkeen saostuma suodatettiin ja liuotettiin laimeaan rikkihappoon. Syntynyt oksalaattiliuos titrattiin $KMnO_4$ -liuoksella seuraavan tasapainottamattoman hapettumis-pelkistymisreaktion mukaisesti:



- a) Tasapainota reaktioyhtälö.
b) Mikä toimii reaktiossa hapettimena? Perustele vastauksesi.
c) Laske verinäytteen Ca^{2+} -ionikonsentraatio (mg/ml), kun titrauksessa kului 2,05 ml ($ml=cm^3$) $4,88 \cdot 10^{-4} mol/dm^3$ $KMnO_4$ -liuosta.
6. a) Magnesiumhydroksidin ja veden suspensiota eli magnesiummaitoa käytetään lievittämään närästystä. Se neutraloi vatsahappoa, joka on pääasiassa vetykloridihappoa, HCl. Suositeltu annos magnesiummaitoa on yksi teelusikallinen, joka sisältää 400 mg $Mg(OH)_2$:a. Kuinka monta millilitraa HCl-liuosta, jonka pH on 1,30, voidaan neutraloida teelusikallisella magnesiummaitoa?
b) Sorbiinihappo, $HC_6H_7O_2$, on heikko monokarboxyylihappo, jonka happovakio on $K_a = 1,7 \cdot 10^{-5} mol/dm^3$. Sen suolaa, kaliumsorbaattia, lisätään juustoihin estämään homeen syntymistä. Mikä on suolaliuoksen pH, kun liuos sisältää 11,25 g kaliumsorbaattia 1,75 dm^3 :ssa liuosta?

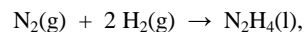
Alkuaineiden moolimassoja:

Alkuaine:	H	C	N	O	Mg	K	Ca
M / g mol ⁻¹	1,008	12,01	14,01	16,00	24,31	39,10	40,08

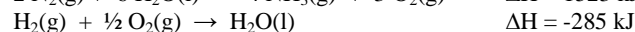
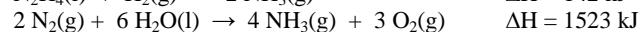
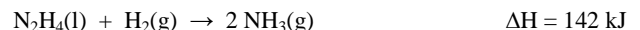
Vakio: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14} mol^2 dm^{-6}$

Ingenjörantagningens prov i kemi 02.06.2010

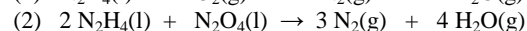
1. Skriv strukturformler för alla alkoholer med molekylformeln C_3H_6O . Namnge alkoholerna.
2. Då kolväte med molekylformeln C_5H_{10} hydrogeneras bildas 2-metylbutan. Om det ursprungliga kolväta reagerar med väteklorid enligt Markovnikovs regel bildas en förening som bildar en sekundär alkohol då den behandlas med natriumhydroxid. Då denna alkohol oxideras bildas en keton.
- a) Skriv alla ovan nämnda reaktionslikheter med strukturformler och namnge reaktionsprodukterna.
- b) Skriv strukturformel för det ursprungliga kolväta och namnge föreningen.
3. a) Beräkna reaktionsvärmets ΔH (kJ) för reaktionen:



då man känner följande reaktioners reaktionsvärmen under ifrågasvarande förhållanden:

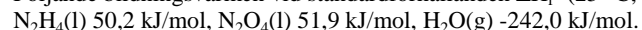


- b) Hydrazin, N_2H_4 kan användas som vätskeformigt raketbränsle. Hydrazin kan oxideras med antingen syre eller dikvävetetroxid, N_2O_4 , enligt följande reaktionslikheter:



Hur mycket värme (MJ) frigörs per kilogram (1,00 kg) hydrazin i reaktionerna 1 och 2 vid standardförhållanden (25 °C, 101 325 Pa)?

Följande bildningsvärmen vid standardförhållanden ΔH_f^0 (25 °C, 101 325 Pa) är givna:



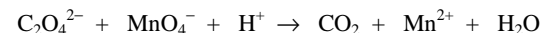
4. Karbonylklorid eller fosgen, $COCl_2$, är en mycket giftig gas som användes som stridsgas under första världskriget. Den framställs genom att låta kolmonoxid och klor reagera enligt följande reaktion:



Reaktionens jämviktskonstant K_c är $1200 \text{ dm}^3/\text{mol}$ vid 400 °C. Analysresultat visar att ett kärl, vars volym är $3,0 \text{ dm}^3$, vid en viss tidpunkt innehåller $0,060 \text{ mol CO}$, $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cl}_2$ och $0,060 \text{ mol COCl}_2$ vid 400 °C.

- a) Visa att systemet inte ännu är i jämvikt.
- b) Beräkna gasernas koncentrationer när jämvikten inställt sig.
- c) Temperaturen i jämviktsblandningen höjs. I vilken riktning sker reaktionen, mot produkterna eller mot reaktanterna? Motivera ditt svar.
- d) Volymen för det kärl, som innehåller jämviktsblandningen, minskar medan temperaturen hålls konstant. I vilken riktning sker reaktionen, mot produkterna eller mot reaktanterna? Motivera ditt svar.

5. Kalciumjoner behövs för blodets koagulering och för många av cellernas processer. En onormal Ca^{2+} -jonkoncentration i blodet är ett tecken på sjukdom. Ca^{2+} -jonkoncentrationen i ett 1,00 ml blodprov bestämdes genom att först fälla ut kalciumjonerna som kalciumoxalat, CaC_2O_4 , och därefter filtrera fällningen och lösa den i utspädd svavelsyra. Den oxalatlösning som bildats titrerades med $KMnO_4$ -lösning enligt följande obalanserade oxidations-reduktionsreaktion:



- a) Balansera reaktionslikheten.
- b) Vilket ämne fungerar som oxidationsmedel i reaktionen? Motivera ditt svar.
- c) Beräkna Ca^{2+} -jonkoncentrationen (mg/ml) i blodprovet, då det gick åt 2,05 ml ($ml = cm^3$) $4,88 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ $KMnO_4$ -lösning vid titreringen.
6. a) En suspension av magnesiumhydroxid och vatten, så kallad magnesiummjölk, används för att lindra halsbränna. Den neutraliserar magsyra, som huvudsakligen består av klorvätesyra, HCl . Den rekommenderade dosen av magnesiummjölk är en tesked, som innehåller 400 mg $Mg(OH)_2$. Hur många milliliter HCl -lösning, vars pH är 1,30, kan man neutralisera med en tesked magnesiummjölk?
- b) Sorbinsyra, $HC_6H_7O_2$, är en svag monokarboxylsyra, vars syrakonstant är $K_a = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Dess salt, kaliumsorbat, används i ost för att hindra mögeltillväxt. Vilket pH har en saltlösning som innehåller 11,25 g kaliumsorbat i $1,75 \text{ dm}^3$ lösning?

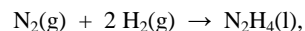
Grundämnenas molmassor:

Grundämne:	H	C	N	O	Mg	K	Ca
M / g mol ⁻¹	1,008	12,01	14,01	16,00	24,31	39,10	40,08

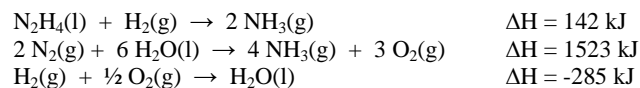
Konstant: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

Engineering programs, Chemistry 2 June 2010

- Write the structural formulas for all alcohols with the molecular formula C_3H_6O . Name the alcohols.
- When hydrocarbon with the molecular formula C_5H_{10} is hydrated 2-methyl butane is formed. If the original hydrocarbon reacts with hydrogen chloride following Markovnikov's rule, a compound is formed from which after treatment with sodium hydroxide a secondary alcohol is formed. When this alcohol is oxidized a ketone is formed.
 - Write all reaction equations mentioned above using structural formulas and name the reaction products.
 - Write the structural formula of the original hydrocarbon and name the compound.
- Calculate the heat of reaction ΔH (kJ) for the reaction



when the heats of reaction for the following reactions at the conditions in question are known:



- Hydrazine, N_2H_4 , can be used as a liquid rocket fuel. Hydrazine can be oxidized either with oxygen or dinitrogen tetroxide, N_2O_4 , according to the following reaction equations:
 - $N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2 H_2O(g)$
 - $2 N_2H_4(l) + N_2O_4(l) \rightarrow 3 N_2(g) + 4 H_2O(g)$

How much heat (MJ) per one kilogram (1.00 kg) of hydrazine is released in reactions 1 and 2 in standard state (25 °C, 101 325 Pa)?

The following standard enthalpies of formation ΔH_f^0 (25 °C, 101 325 Pa) are known: $N_2H_4(l)$ 50.2 kJ/mol, $N_2O_4(l)$ 51.9 kJ/mol, $H_2O(g)$ -242.0 kJ/mol.
- Carbonyl chloride or phosgene, $COCl_2$, is a very toxic gas which was used as a chemical war gas in World War I. It is prepared from carbon monoxide and chlorine according to the following reaction:



The equilibrium constant K_c for the reaction is $1200 \text{ dm}^3/\text{mol}$ at 400 °C. As a result of an analysis a 3.0 dm^3 container at 400 °C contains at certain time 0.060 mol CO , $3.9 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cl}_2$ and 0.060 mol COCl_2 .

- Prove that the system is not yet at equilibrium.
 - Calculate the concentrations of the gases when equilibrium has settled.
 - The temperature of the reaction mixture at equilibrium is raised. In which direction will the reaction proceed, towards products or reactants? Justify your answer.
 - The volume of the container of the reaction mixture at equilibrium is decreased when the temperature remains constant. In which direction will the reaction proceed, towards products or reactants? Justify your answer.
- Calcium ions are required for blood to clot and for many cell processes. An abnormal Ca^{2+} ion concentration in blood is indicative of disease. The Ca^{2+} ion concentration in a 1.00 ml blood sample was determined by precipitating first calcium ions as calcium oxalate, CaC_2O_4 , after which the precipitate was filtered and dissolved in dilute sulfuric acid. The oxalate solution formed was titrated with $KMnO_4$ solution according to the following unbalanced oxidation-reduction reaction:

$$C_2O_4^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow CO_2 + Mn^{2+} + H_2O$$
 - Balance the reaction equation.
 - Identify the oxidizing agent in reaction. Justify your answer.
 - Calculate the Ca^{2+} ion concentration (mg/ml) in blood sample, when 2.05 ml ($\text{ml}=\text{cm}^3$) of $4.88 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ $KMnO_4$ solution was consumed in titration.
 - An aqueous suspension of magnesium hydroxide, also known as milk of magnesia, is used to reduce the discomfort associated with acid stomach. It neutralizes excess stomach acid, which is mainly hydrochloric acid, HCl. The recommended dose of milk of magnesia is one teaspoon, which contains 400 mg of $Mg(OH)_2$. How many milliliters of HCl solution with a pH of 1.30 can be neutralized by one teaspoon of milk of magnesia?
 - Sorbic acid, $HC_6H_7O_2$, is a weak monocarboxylic acid with the acid dissociation constant $K_a = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Its salt, potassium sorbate, is added to cheese to inhibit the formation of mould. What is the pH of a salt solution containing 11.25 g of potassium sorbate in 1.75 dm^3 of solution?

Molar masses of the elements:

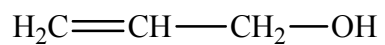
Element:	H	C	N	O	Mg	K	Ca
M / g mol ⁻¹	1.008	12.01	14.01	16.00	24.31	39.10	40.08

Constant: $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

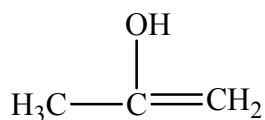
Diplomi-insinöörien ja arkkitehtien yhteisvalinta – dia-valinta 2010

Insinööriarinnan kemian koe 2010 malliratkaisut

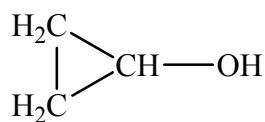
1.



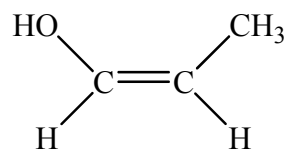
2-propen-1-oli



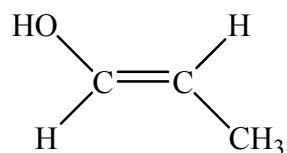
1-propen-2-oli



syklopropanoli

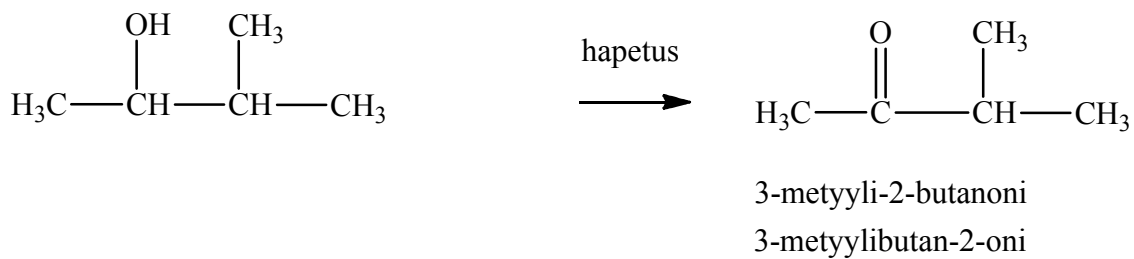
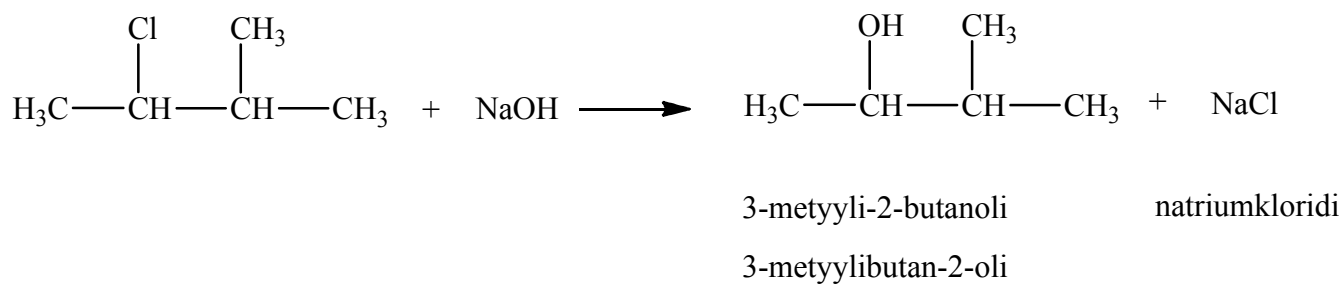
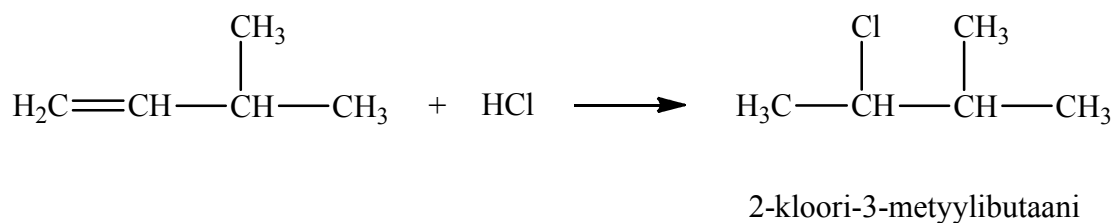
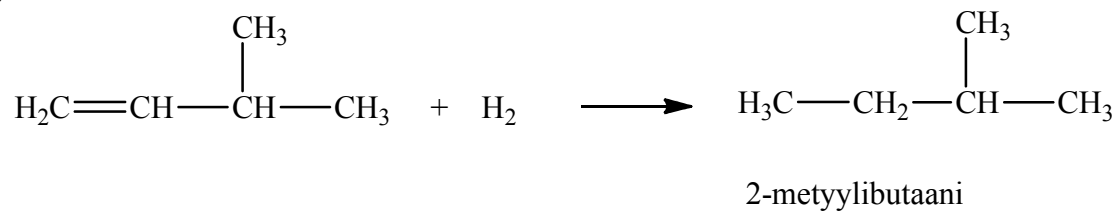


cis-1-propen-1-oli

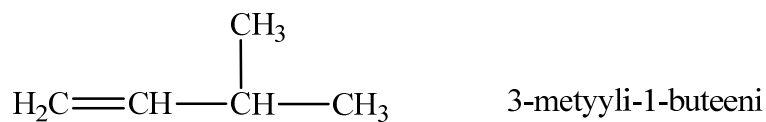


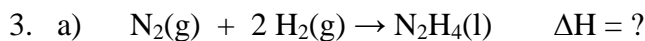
trans-1-propen-1-oli

2. a)

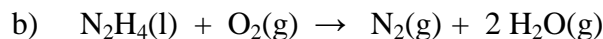
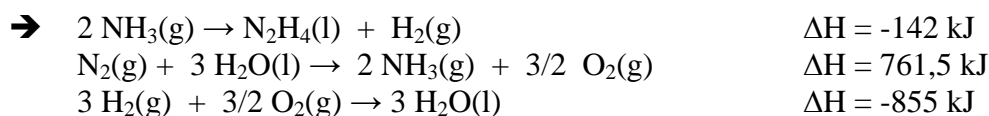
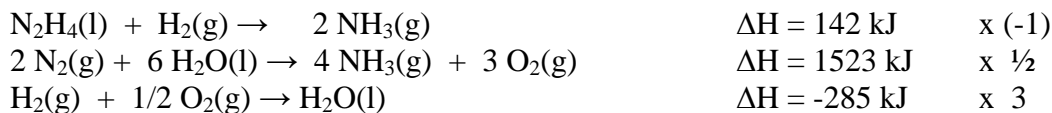


2. b)





Kysytty reaktio saadaan yhdistämällä annetut reaktiot. Ennen reaktioiden yhteenlaskua reaktio 1 käännetään (kerrotaan miinus yhdellä), reaktio 2 jaetaan kahdella ja reaktio 3 kerrotaan kolmella. Samat toimenpiteet tehdään vastaavasti reaktioiden reaktiolämpöjen arvoille (Hessin laki).

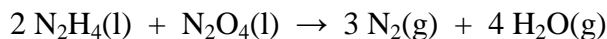


$$\begin{aligned} \Delta\text{H}_1 &= [1 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{N}_2(\text{g})) + 2 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))] - [1 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})) + 1 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{O}_2(\text{g}))] \\ &= [0 + 2 \cdot (-242,0) - 50,2 - 0] \text{ kJ / mol N}_2\text{H}_4 = -534,2 \text{ kJ / mol N}_2\text{H}_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(\text{N}_2\text{H}_4) &= 32,052 \text{ g/mol, yhden N}_2\text{H}_4\text{-moolin massa} = 1 \text{ mol} \cdot 32,052 \text{ g/mol} = 32,052 \text{ g} \\ &= 0,032052 \text{ kg} \end{aligned}$$

→ hydratsiinikilogrammaa kohden lämpöä vapautuu:

$$-534,2 \text{ kJ} / 0,032052 \text{ kg} = \underline{\underline{-16,7 \text{ MJ/kg}}}$$



$$\begin{aligned} \Delta\text{H}_2 &= [3 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{N}_2(\text{g})) + 4 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))] - [2 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})) + 1 \cdot \Delta\text{H}_f^0(\text{N}_2\text{O}_4(\text{l}))] \\ &= [0 + 4 \cdot (-242,0) - 2 \cdot 50,2 - 1 \cdot 51,9] \text{ kJ / 2 mol N}_2\text{H}_4 = -1120,3 \text{ kJ / 2 mol N}_2\text{H}_4 \\ &= -560,15 \text{ kJ / mol N}_2\text{H}_4 \end{aligned}$$

→ hydratsiinikilogrammaa kohden lämpöä vapautuu:

$$-560,15 \text{ kJ} / 0,032052 \text{ kg} = \underline{\underline{-17,5 \text{ MJ/kg}}}$$

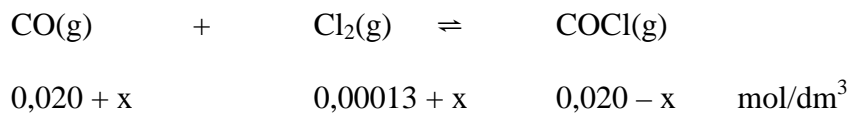
4. a) Alussa: $[\text{CO}] = \frac{0,060 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,020 \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0,00039 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,00013 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{COCl}_2] = \frac{0,060 \text{ mol}}{3,0 \text{ dm}^3} = 0,020 \text{ mol/dm}^3$$

$$Q = \frac{0,020 \text{ mol/dm}^3}{0,020 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00013 \text{ mol/dm}^3} = \underline{7692} \neq K_c \rightarrow \text{seos ei ole tasapainossa}$$

b) $Q > K_c \rightarrow$ Reaktio alkaa tapahtua käänteiseen suuntaan, eli vasemmalle:



$$K_c = \frac{0,020 - x}{(0,020 + x)(0,00013 + x)} = 1200$$

$$\rightarrow 1200x^2 + 25,156x - 0,01688 = 0$$

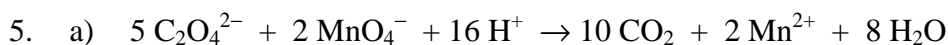
$$\rightarrow x = \frac{-25,156 \pm 26,718}{2400} \rightarrow x_1 = \text{negat.}, x_2 = 0,00065 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{CO}] = 0,020 + x = (0,020 + 0,00065) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,021 \text{ mol/dm}^3}}$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,00013 + x = (0,00013 + 0,00065) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,00078 \text{ mol/dm}^3}}$$

$$[\text{COCl}_2] = 0,020 - x = (0,020 - 0,00065) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,019 \text{ mol/dm}^3}}$$

- c) Reaktio on eksoterminen, eli lämpöä vapauttava. Jos tasapainossa olevan seoksen lämpötilaa nostetaan, reaktio pyrkii Le Chatelierin periaatteen mukaan kuluttamaan ylimääräisen lämmön, joten reaktio etenee endotermiseen suuntaan, eli **lähtöaineisiin päin** (vasemmalle).
- d) Jos reaktioastian tilavuutta pienennetään lämpötilan pysyessä vakiona, paine kasvaa. Tasapainossa oleva systeemi pyrkii kumoamaan paineen kasvun, joten reaktio etenee suuntaan, jossa on pienempi paine toisin sanoen vähemmän kaasumolekyylejä, eli **tuotteisiin päin** (oikealle).



b) MnO_4^- on hapetin: mangaani pelkistyy (+7 \rightarrow +2) ja siten hapettaa hiilen.

c) $n(\text{KMnO}_4) = n(\text{MnO}_4^-) = cV = 4,88 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{5}{2} n(\text{MnO}_4^-) = 2,50 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaC}_2\text{O}_4) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 2,50 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = n \cdot M = 2,50 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 40,08 \text{ g/mol} = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

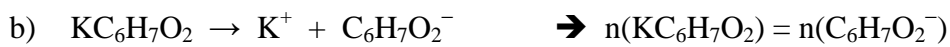
$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,1 \text{ mg}}{1,00 \text{ ml}} = \underline{\underline{0,100 \text{ mg/ml}}}$$



$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Mg(OH)}_2) = 2 \cdot \frac{m(\text{Mg(OH)}_2)}{M(\text{Mg(OH)}_2)} = 2 \cdot \frac{0,400 \text{ g}}{58,326 \text{ g/mol}} = 1,372 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- \quad \rightarrow \quad c(\text{HCl}) = c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,30} = 5,012 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{c(\text{HCl})} = \frac{1,372 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{5,012 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3} = 0,274 \text{ dm}^3 = \underline{\underline{274 \text{ ml}}}$$



$$n(\text{KC}_6\text{H}_7\text{O}_2) = \frac{11,25 \text{ g}}{150,216 \text{ g/mol}} = 0,07495 \text{ mol}$$

$$c(\text{KC}_6\text{H}_7\text{O}_2) = \frac{0,07495 \text{ mol}}{1,75 \text{ dm}^3} = 4,28 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2 + \text{OH}^-$	
Alussa	$4,28 \cdot 10^{-2}$	0
Tasapainossa	$4,28 \cdot 10^{-2} - x$	x
		0
		x
		$[\text{mol dm}^{-3}]$
		$[\text{mol dm}^{-3}]$

$$K_b = \frac{[\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2^-]} = \frac{x^2}{(4,28 \cdot 10^{-2} - x)} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,9 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

Oletus: $x \ll 4,28 \cdot 10^{-2}$

$$\rightarrow x^2 = 4,28 \cdot 10^{-2} \cdot 5,9 \cdot 10^{-10} = 2,5 \cdot 10^{-11}$$

$$\rightarrow x = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 14,00 + \log [\text{OH}^-] = \underline{\underline{8,70}}$$