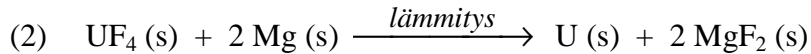
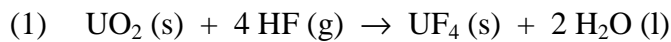
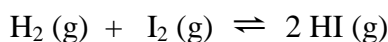


TKK, TTY, LTY, OY, TY, VY, ÅA / Insinööriosastot
Valintakuulustelujen kemian koe 31.5.2006

1. Uraanimetallin valmistus puhdistetusta uraanidioksidimalmista koostuu seuraavista reaktiovaiheista:



- Mikä on uraanin hapetusaste UO_2 :ssa, UF_4 :ssa ja U :ssa?
 - Mikä toimii reaktiossa (2) pelkistimenä? Perustele vastauksesi.
 - Montako litraa HF -kaasua tarvitaan tuottamaan 0,500 g uraanimetallia, U ?
Lämpötila on $300\text{ }^\circ\text{C}$ ja paine $101,325\text{ kPa}$.
 - Uraanimetallia voidaan valmistaa myös elektrolysoimalla sulaa UF_4 :ia seuraavan kokonaisreaktion mukaisesti: $\text{UF}_4(\text{l}) \rightarrow \text{U}(\text{l}) + 2 \text{F}_2(\text{g})$. Mikä sähkömäärä tarvitaan tuottamaan 0,500 g uraanimetallia, U ?
2. Poltettaessa rikkipitoisia polttoaineita, kuten öljyä ja kivihiiltä, vapautuu ilmaan rikkidioksidia. Rikkidioksidi hapettuu ilmassa rikkiatrioksidiksi, joka edelleen reagoi veden kanssa muodostaen rikkihappoa. Rikkihappo laskeutuu sateen mukana alas. Vuosien aikana järveen kerääntyneen rikkihapon seurauksena erään järven pH oli laskenut arvoon 5,00. Järven vesi voidaan neutraloida kalsiumhydroksidilla, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Kirjoita neutraloitumisreaktio.
 - Kuinka monta kilogrammaa kalsiumhydroksidia tarvitaan järveden neutraloimiseen, kun järven pinta-ala on $1,5\text{ km}^2$ ja keskisyvyys $6,0\text{ m}$? Lämpötila on $25\text{ }^\circ\text{C}$.
3. Suljettuun reaktioastiaan, jonka tilavuus oli $1,00\text{ dm}^3$, johdettiin H_2 - ja I_2 -kaasua ja lämpötila nostettiin $229\text{ }^\circ\text{C}$:seen. Vety- ja jodikaasu reagoivat vetyjodidikaasuksi seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Tasapainon asetuttua kaasujen konsentraatiot astiassa olivat seuraavat:
 $[\text{HI}] = 0,490\text{ mol/dm}^3$, $[\text{H}_2] = 0,080\text{ mol/dm}^3$ ja $[\text{I}_2] = 0,060\text{ mol/dm}^3$

- Laske reaktion tasapainovakion, K_c , arvo $229\text{ }^\circ\text{C}$:ssa.
 - Mihin suuntaan tasapainoasema siirtyy, jos reaktioastiaan lisätään HI -kaasua. Lämpötila on $229\text{ }^\circ\text{C}$. Perustele vastauksesi.
 - Jos tasapainossa olevaan kaasuseokseen lisätään $0,300\text{ mol HI}$ -kaasua, mitkä ovat kaasujen konsentraatiot astiassa uuden tasapainon asetuttua? Lämpötila on $229\text{ }^\circ\text{C}$.
4. a) Paljonko (mg) kalsiumkarbonaattia, CaCO_3 , liukenee $1,00\text{ dm}^3$:iin puhdasta vettä ($25\text{ }^\circ\text{C}$)? Kalsiumkarbonaatin liukoisuustulo $K_s(\text{CaCO}_3) = 5,0 \cdot 10^{-9}\text{ mol}^2/\text{dm}^6$ lämpötilassa $25\text{ }^\circ\text{C}$.
- Kova vesi sisältää Ca^{2+} -ioneja, jotka saadaan saostumaan niukkaliukoisena kalsiumkarbonaattina, jos veteen lisätään CO_3^{2-} -ioneja. Muodostuuko CaCO_3 -saostuma, jos 10 mg kiinteää natriumkarbonaattia, Na_2CO_3 , lisätään 250 cm^3 :iin kovaa vettä, jonka $[\text{Ca}^{2+}] = 8,0 \cdot 10^{-4}\text{ mol/dm}^3$? (Liuoksen tilavuuden voidaan olettaa olevan vakio).

5. a) Piirrä rakennekaavat seuraaville yhdisteille:

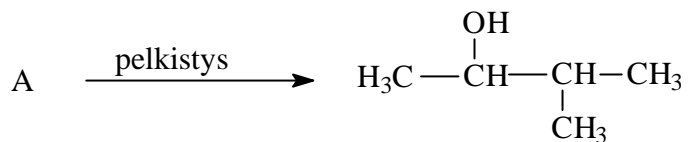
- 1) dietyylieetteri
- 2) neljähiilinen tertiäärinen alkoholi
- 3) 3-buten-1-oli
- 4) butanaali

b) Mitkä a) kohdan yhdisteistä ovat 2-butanonin rakenneisomeerejä? Perustele vastauksesi.

6. a) Kirjoita reaktioyhtälöt rakennekaavoja käyttäen, kun 2-metyyli-2-penteeni, jonka molekyylikaava on C_6H_{12} , reagoi seuraavien yhdisteiden kanssa:

- 1) H_2 , katalyytti
- 2) H_2O , katalyytti
- 3) HCl

b) Kirjoita seuraavan reaktion lähtöaineen A rakennekaava ja nimeä yhdiste A.



c) Kirjoita bentsoehapon etyyliesterin eli etyylibentsoaatin hydrolyysireaktion reaktioyhtälö rakennekaavoja käyttäen.

Alkuaineiden atomimassoja:

Alkuaine:	H	C	O	Na	Ca	U
M / (g mol^{-1})	1,01	12,01	16,00	22,99	40,08	238,03

Vakiot: $R = 8,315 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $F = 96500 \text{ A s mol}^{-1}$

TKK, TTY, LTY, OY, TY, VY, ÅA / Insinööriosastot
Kemian valintakoetehtävien 2006 malliratkaisut

1. a) uraanin hapetusasteet UO_2 : +IV, UF_4 : +IV ja U: 0

b) reaktion (2) pelkistin on **Mg**, sillä se hapettuu $0 \Rightarrow +\text{II}$

c) $m(\text{U}) = 0,500 \text{ g}$

$$M(\text{U}) = 238,03 \text{ g/mol} \quad \rightarrow \quad n(\text{U}) = 2,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$(2): n(\text{UF}_4) = n(\text{U})$$

$$(1): n(\text{UF}_4) = \frac{1}{4} n(\text{HF})$$

$$\rightarrow n(\text{HF}) = 4 n(\text{U}) = 8,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$pV = nRT$$

$$\rightarrow V(\text{HF}) = \frac{nRT}{p} = \frac{8,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 8,315 \text{ J / Kmol} \cdot 573,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 3,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = \underline{\underline{0,395 \text{ dm}^3}}$$

d) $\text{UF}_4 (\text{l}) \rightarrow \text{U} (\text{l}) + 2 \text{F}_2 (\text{g})$

$$m(\text{U}) = 0,500 \text{ g}$$

$$M(\text{U}) = 238,03 \text{ g/mol} \quad \rightarrow \quad n(\text{U}) = 2,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

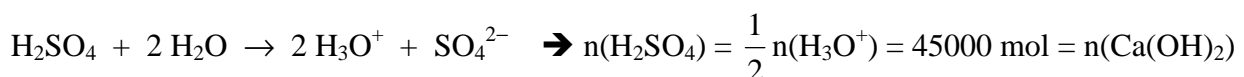
$$Q = It = znF = 4 \cdot 2,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 96500 \text{ A s mol}^{-1} = \underline{\underline{811 \text{ A s}}}$$

2. Neutralointireaktio: $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{s}) \rightarrow \text{CaSO}_4 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

$$\text{Järviveden pH} = 5,00 \quad \rightarrow \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

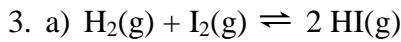
$$\text{Järven tilavuus} = 1500000 \text{ m}^2 \cdot 6,0 \text{ m} = 9000000 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow n(\text{H}_3\text{O}^+) = cV = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 9000000000 \text{ dm}^3 = 90000 \text{ mol}$$



$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74,10 \text{ g/mol}$$

$$\rightarrow m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 45000 \text{ mol} \cdot 74,10 \text{ g/mol} = 3334500 \text{ g} = \underline{\underline{3300 \text{ kg}}}$$



$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(0,490 \text{ mol/dm}^3)^2}{0,080 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,060 \text{ mol/dm}^3} = \underline{\underline{50}}$$

b) Le Chatelierin periaatteen mukaisesti reaktio pyrkii kumoamaan ulkoisen muutoksen ts. pyrkii kuluttamaan lisätyn HI-kaasun, jolloin tasapainoasema siirtyy lähtöaineiden suuntaan eli vasemmalle.

	$\text{H}_2(\text{g})$	+	$\text{I}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2 \text{HI}(\text{g})$
tasapaino (mol/dm ³)	0,080		0,060		0,490
lisäys (mol/dm ³)	0		0		+0,300
uudet alkukonsentraatiot (mol/dm ³)	0,080		0,060		0,790
muutos (mol/dm ³)	+x		+x		-2x
uusi tasapaino (mol/dm ³)	0,080 + x		0,060 + x		0,790 - 2x

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(0,790 - 2x)^2}{(0,080 + x) \cdot (0,060 + x)} = 50$$

$$\rightarrow 0,624 - 3,16x + 4x^2 = 50x^2 + 7,0x + 0,24$$

$$\rightarrow 46x^2 + 10,16x - 0,384 = 0$$

$$\rightarrow x = 0,033 \text{ mol/dm}^3 \quad (x_2 < 0)$$

$$\rightarrow [\text{H}_2] = (0,080 + 0,033) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,113 \text{ mol/dm}^3}}$$

$$[\text{I}_2] = (0,060 + 0,033) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,093 \text{ mol/dm}^3}}$$

$$[\text{HI}] = (0,790 - 2 \cdot 0,033) \text{ mol/dm}^3 = \underline{\underline{0,724 \text{ mol/dm}^3}}$$

	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$	+	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
alussa (mol/dm ³)	a		0		0
tasapainossa (mol/dm ³)	a-x		x		x

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$\rightarrow x^2 = 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$$

$$\rightarrow x = 7,07 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$$

$$\rightarrow m(\text{CaCO}_3) = c \cdot V \cdot M = 7,07 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 1 \text{ dm}^3 \cdot 100,09 \text{ g/mol} = 7,08 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \underline{\underline{7,1 \text{ mg}}}$$

$$b) m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10 \text{ mg}, M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g/mol} \rightarrow n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ mg}}{105,99 \text{ mg / mmol}} = 0,0943 \text{ mmol}$$

$$V = 250 \text{ cm}^3 \rightarrow c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n}{V} = \frac{0,0943 \text{ mmol}}{250 \text{ cm}^3} = 3,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{ Na}^+ + \text{CO}_3^{2-})$$

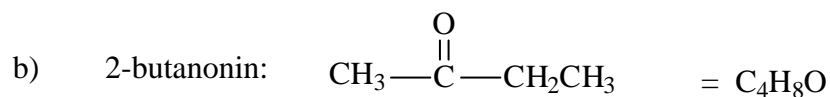
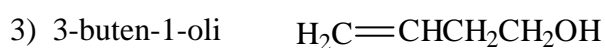
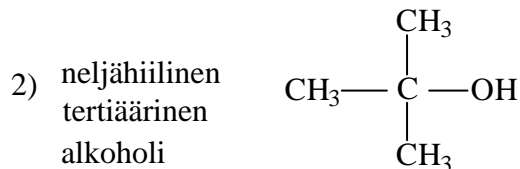
$$c(\text{Ca}^{2+}) = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{Ionitulo} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot 3,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 =$$

$$3,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{dm}^6 > 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{dm}^9 (=K_s(\text{CaCO}_3))$$

→ saostuma muodostuu

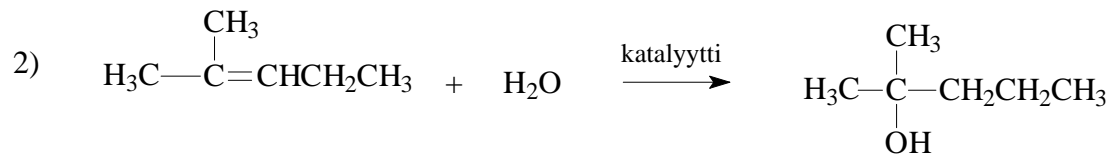
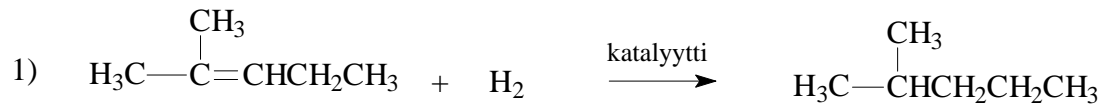
5.



rakenneisomeerejä ovat 3-buten-1-oli ja butanaali, sillä niillä on sama molekyylikaava ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) kuin 2-butanonilla

6.

a)



b)

