

Fasit til 1. runde
for uttakning til den



40. internasjonale kjemiolympiaden
i Budapest, Ungarn, 12.-21. juli 2008



40th International
Chemistry Olympiad
2008 Budapest, Hungary

Oppgave 1

1 C	2 D	3 C	4 C	5 D
6 B	7 A	8 B	9 A	10 A
11 A	12 A	13 B	14 B	15 C
16 C	17 B	18 C	19 D	20 B

Oppgave 2

A.

- a) $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 (\text{s})$
b) Stabil fargeforandring fra lys rosa til mørk lilla
viser overskudd/ureagert kaliumpermanganat
c) $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 10\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
d) 24,35 masse%
e) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$
f) 24,35 masse%

B.

- a) 1 mot høyre, 3 mot venstre, 2 og 4 ingen forandring
b) 3 (likevektskonstanter er temperaturavhengige)
c) $[\text{SO}_3] = 0,38 \text{ mol}/500\text{L}$
 $[\text{SO}_2] = (0,40 - 0,38) \text{ mol}/500\text{L}$
 $[\text{O}_2] = (0,65 - 0,5 \cdot 0,38) \text{ mol}/500\text{L}$
Innsatt gir dette $K = 3,9 \cdot 10^5$ *

* Regner man med partielle trykk og gasslikningen $pV=nRT$ får man tilsvarende :

$$p(\text{SO}_3) = 0,38 \cdot R \cdot T/V = 0,38 \cdot (0,04891) = 0,018585 \text{ atm}$$

$$p(\text{SO}_2) = 0,02 \cdot R \cdot T/V = 0,000978155 \text{ atm}$$

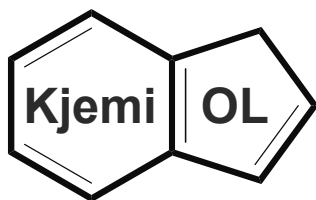
$$p(\text{O}_2) = 0,46 \cdot R \cdot T/V = 0,02249757 \text{ atm}$$

$$\text{Innsatt gir dette } K = 1,6 \cdot 10^4 \text{ atm}^{-1}$$

Oppgave 3

Prosess	pH øker	pH uendret	pH avtar
Natriumklorid løses i 2 M salpetersyre		X	
Fast magnesium løses i 0,1 M saltsyre	X		
Svoveldioksidgass løses i 0,1 M natriumhydroksid			X
2 M eddiksyre fortynnes	X		
6 M ammoniakk kokes			X
Ammoniumnitrat løses i 1 M ammoniakk			X
Sølv løses i 6 M salpetersyre	X		
Korken på en brusflaske tas av	X		

Hvilken løsning	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
... er mest konsentrert			X	
... har minst tetthet	X			
... inneholder flest sulfationer				X
... inneholder 1,0 mol H ₂ SO ₄		X		



Fasit til 2. runde
for uttakning til den



40. internasjonale kjemiolympiaden
i Budapest, Ungarn, 12.-21. juli 2008



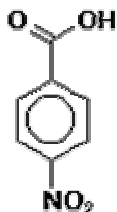
40th International
Chemistry Olympiad
2008 Budapest, Hungary

Oppgave 1

- 1) B 2) A 3) A 4) C 5) B
6) B 7) C 8) C 9) B 10) B

Oppgave 2

a) 4-nitro-benzosyre



- b) $(\text{NO}_2)\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CO-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ (dvs $\text{NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ erstatter OH i figur over)
c) $(\text{NO}_2)\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CO-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ (dvs $\text{O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ erstatter OH i figur over)
d) Ester (poeng om noen også nevner amin)
e) Kondensasjon

Oppgave 3

- a) $[\text{:N=C=Au=C=N:}]^-$ lineært
b) 13,22 gram
c) $\text{Au(s)} + 3\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow$
 $\text{AuCl}_4^-(\text{aq}) + 3\text{NO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}$
d) Oksidasjonsmiddel = NO_3^- ; Reduksjonsmiddel = Au

Oppgave 4

a) De fire løsningene nummereres slik:

(I) = $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq); (II) = $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (aq); (III) = $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ og (IV) = ZnSO_4 (aq)

(I+II) $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Pb}(\text{OH})_2(\text{s}) = \text{PbO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}$

(I+III) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) = \text{FeO}(\text{OH})(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(I+IV) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4(\text{s})$

(i tillegg vil det skje: $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$ dersom pH blir over ca. 8)

(II+III) Ingen reaksjon

(II+IV) $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4(\text{s})$

(III + IV) Ingen reaksjon

Ut fra skjemaet over blir (III) = **$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 = \text{D}$** og (I) = **$\text{Ba}(\text{OH})_2$ (aq) = C**

b) Mangler å skille ut $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ og ZnSO_4 .

Alternativ 1: Tilsett NaCl og se om det blir felling i kald løsning. Der det blir felling er det PbCl_2 som felles ut.

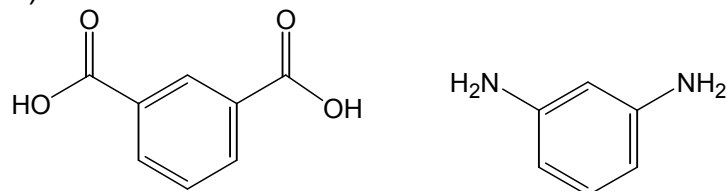
Alternativ 2: Tilsett NaI (aq). Bly felles som gult blyjodid, $\text{PbI}_2(\text{s})$.

Alternativ 3: Tilsett $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Felling viser BaSO_4

Andre alternativer finnes også

Oppgave 5

a)



b)



c) Nomex = kondensasjonspolymer

Polystyren = addisjonspolymer

Oppgave 6

- a) Anode = oksidasjon = lav konsentrasjon
b) Lik konsentrasjon: $= (0,1 + 1,0 \text{ M})/2 = 0,55 \text{ M}$ (antatt likt volum)
c) Forholdet blir $4,6 \cdot 10^{-26}$, dvs: $[\text{Ag}^+]_{\text{Høy}} = 2,2 \cdot 10^{25} [\text{Ag}^+]_{\text{Lav}}$

Oppgave 7

- a) $\text{AgCl (s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
 $K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \Leftrightarrow 2,0 \cdot 10^{-10} = x^2 \Leftrightarrow x = 1,41 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ $n = cV = 1,41 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
 $m_{\text{AgCl}} = nM_m = 1,41 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 143,4 \text{ g/mol} = 0,0020 \text{ g} = \underline{2,0 \text{ mg}}$
- b) $K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \Leftrightarrow 2,0 \cdot 10^{-10} = (0,090 + x) \cdot x$, antar $x \ll 0,090 \Rightarrow x = 2,22 \cdot 10^{-9} \text{ M}$ $m_{\text{AgCl}} = cV$
 $M_m = 2,22 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \text{ L} \cdot 143,4 = 3,19 \cdot 10^{-7} \text{ g} = \underline{0,00032 \text{ mg}} = 0,32 \mu\text{g}$
- c) $n_{\text{AgCl}} = m/M_m = 122,1 \text{ mg} / 143,4 \text{ g/mol} = 0,8514 \text{ mmol} = n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{NaCl}}$
 $m_{\text{NaCl}} = nM_m = 0,8514 \text{ mmol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 49,81 \text{ mg}$,
 m_{NaCl} (i ostebiten) = 498 mg (formelt $5,0 \cdot 10^2 \text{ mg}$) eller 1,75%
- d) i) Vasking med vann gjøre at litt AgCl løses opp pga fortynningseffekten, og likevekten i a) forskyves litt mot høyre. Vi måler for lavt innhold av kloridioner, og dermed er den virkelige mengden NaCl i cheddar ost litt høyere enn den vi har beregnet.
ii) Vi måler litt for lavt innhold av kloridioner som i i), men vasking med HCl gjør at meget lite sølvklorid løses opp i forhold til ved bruk av rent vann, se forskjellen på svaret i a) og b). Likevekten i a) forskyves kun svært svakt mot høyre fordi det allerede er mye kloridioner på høyre side av likevekten.
iii) Vasking med NH_3 vil være meget ugunstig fordi ammoniakk reagerer med sølvionene og danner et løselig kompleks:
 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2 \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{aq})$
Vi vil dermed veie en betydelig mindre mengde AgCl, og får dermed en betydelig lavere verdi for NaCl innholdet i ostebiten. Den virkelige mengden NaCl i cheddarosten er betydelig høyere enn den vi har beregnet.
Konklusjon: HCl-løsning benyttes til vasking.
- e) $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgSCN (s)}$
- f) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$ komplekset er blodrødt
- g) $n_{\text{AgSCN}} = cV = 0,100 \text{ M} \cdot 36,49 \text{ mL} = 3,649 \text{ mmol} = n_{\text{Ag}^+, \text{titrering}}$
 $n_{\text{Ag}^+, \text{tilsatt}} = cV = 0,0500 \text{ M} \cdot 90,00 \text{ mL} = 4,500 \text{ mmol} = n_{\text{Ag}^+}$
 $n_{\text{Cl}^-, \text{osteløsning, 10 mL}} = n_{\text{AgCl}} = n_{\text{Ag}^+, \text{m/AgCl}} = 4,500 - 3,649 = 0,851 \text{ mmol}$
 $n_{\text{NaCl, 100 mL}} = 8,51 \text{ mmol}$,
 $m_{\text{NaCl}}(\text{i ostebiten}) = nM_m = 8,51 \text{ mmol} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = \underline{498 \text{ mg}}$, eller 1,75%
- h) $K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 2,0 \cdot 10^{-10}$, $K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{SCN}^-] = 2,0 \cdot 10^{-12}$, sølvtiocyanat er mindre løselig enn sølvklorid. Hva skjer dersom AgCl ikke fjernes før titrering med KSCN?: som normalt vil Ag^+ -ionene i løsningen felles som AgSCN inntil K_{sp} er overskredet og vi skulle egentlig få omslag, men da er $[\text{Ag}^+]$ for liten i forhold til K_{sp} for AgCl, og Ag^+ -ionene bundet som AgCl vil løse seg, og kan reagere med nye SCN^- -ioner, og først når disse også er "brukt opp" vil det bli overskudd av SCN^- -ionene som gir omslaget med Fe^{3+} og danner FeSCN^{2+} . Dermed kommer omslaget for sent, og vi bestemmer for høy verdi av sølvioner.