Grundlæggende nanokemi

Eksamensbesvarelse

Thomas Just Sørensen 2023

Navn og/eller eksamensnummer

Thomas Just Sørensen / dsk326

Opgave 1

a) $M(NH_4Cl)$ = 53,491 g/mol (Google); $n(NH_4Cl)$ = 2 g/53,491 g/mol = 0,037 mol;

$c(NH_4Cl)$ = n/V = 0,037 mol / 0,25 L = 0,15 M; pK_A = 9,25 (Google)

$pH = pK_A + \log([NH_3]/[NH_4^+]) = 9,25 + \log(0,10/0,15)$ = 9,075

b) $M(MgSO_4)$ = 120,366 g/mol (Google); $c(MgSO_4)$ = 2 g/53,491 g/mol / 0,25 L = 0,0166 M

SÆL

$Mg(OH)_2$ =	Mg^{2+}	$2OH^-$
0	0,0166	$10^{-(14-9,075)}$
+x	-x	-2x
x	0,0166 - x	1,19e-5 - 2x

$K_{SP} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = (0,0166-x)*(1,19e-5-2x)^2 = 1,5e-11\ M^3$

Solve for x (Wolfram alfa): x = 0,000021 M

$M(Mg(OH)_2)$ = 58,3697 g/mol (Google); $m(Mg(OH)_2) = c*V*M = x*0,25*58,3697$ = 0,31 mg

Der frigives 2*2,1e-5 - 1,19e-5 protoner, så pH er efter reaction –log(0,00003) = 4,52

c)

$AgCl = Ag^+ + Cl^-$; $K_{SP} = [Ag^+][Cl^-] = 1e-10\ M^2$

$Ag^+ + 4Cl^- = [Ag(Cl)_4]^{3-}$; $K_{kompleks} = [Ag(Cl)_4]/[Ag^+][Cl^-]^4 = 10^{5,3}\ M^{-4}$

$AgCl + 3Cl^- = [Ag(Cl)_4]^{3-}$; $K = [Ag(Cl)_4]/[Cl^-]^3 = [Ag^+][Cl^-] * [Ag(Cl)_4]/[Ag^+][Cl^-]^4 = 2,0e-5\ M^{-2}$

AgCl	$3Cl^-$ =	$[Ag(Cl)_4]^{3-}$
0,1 mmol / V	10 M	0
-	- 3x ≈ 0	+ 0,1 mmol/V
0	10 M	0,1 mmol/V

$K = [Ag(Cl)_4]/[Cl^-]^3 = 2,0e-5\ M^{-2} = 0,1\ mmol/V / (10)^3 \Rightarrow V = 0,1\ mmol/10^3\ M^3 * 2,0e-5\ M^{-2}$ = 5 mL

Opgave 1, fortsat

d)

$AgCN = Ag^+ + CN^-$; $K_{SP} = [Ag^+][CN] = 1{,}2e{-}16\ M^2$

$Ag^+ + 2CN^- = [Ag(CN)_2]^-$; $K_{kompleks} = [Ag(CN)_2]/[Ag^+][CN^-]^2 = 1e20\ M^{-2}$

$AgCN + CN^- = [Ag(CN)_2]^-$

e)

$K = [Ag(CN)_2]/[CN^-] = [Ag^+][CN] * [Ag(CN)_2]/[Ag^+][CN^-]^2 = K_{SP} * K_{kompleks} = 1{,}2e{-}16\ M^{2\,*}\ 1e20\ M^{-2} = 12.000$

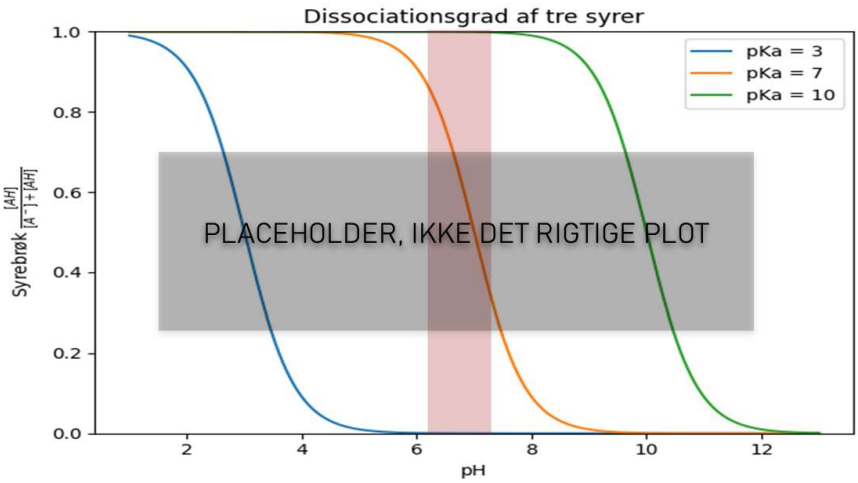
$\Delta G = -RT*\ln K = -8{,}31451*298*\ln(12000) = -23{,}3\ kJ/mol$

Opgave 2

a)

Vi har kun syrer at bruge til bufferen. Så vi kan ikke bruge 1M HCl. Vi kan ikke bruge 0,1 M fosforsyre til en 0,222 M buffer.

b)



c) Vi bruger svovlsyre med anden pKa = 1,9 (svovlsyrling kan også fint bruges)

Molvægt: M(H_2SO_4) = 98.079 g/mol
pH = pK_A + log[A^-]/[HA]

2,00 = 1,9 + log[A^-]/[HA]

[A^-]/[HA] = $10^{2,00-1,9}$ = $10^{0,1}$ = 1,259

Det giver mening, vi er over pK_A.

Vi skal bruge 0,222 M bisulfat i bufferen, og bemærker at vi skal pille to protoner af svovlsyren da: [A^-]/[HA] = [SO_4^{2-}]/[HSO_4^-]

0,222 M bisulfat, 0,222*1,259 M sulfat, i alt 0,222*2,259 M = 0,501 M

Vi laver 1 L, så vi skal bruge 0,501 mol svovlsyre.

Vi skal indstille med 0,501 mol for at lave bisulfat og siden med 0,222*1,259 M = 0,279 mol for at få rette mængde sulftat, altså 0,501 + 0,279 = 0,780 mol NaOH.

Opskrift:

0,780 mol = 780 ml 1M NaOH afmåles og overføres til en 1,000 L volumetrisk flaske.

0,501 mol * 98,079 g/mol = 50,02 g svovlsyre afvejes (27,33 mL) i et bægerglas for tilsættes LANGSOMT til den volumetriske flaske. Bægerglasset vaskes med 2 gange 50 mL vand, der overføres til den volumetriske flaske.

Når væsken har nået stuetemperatur, fyldes der til 1,000 L med vand.

Opgave 3

a) $2N_2O_5 + Br_2(l) = 4NO_2 + O_2 + Br_2(l)$

$\Delta H = 4*33{,}10 + 0 + x - (2*11{,}30 + x) =$ 108,4 kJ/mol

$\Delta S = 4*240{,}04 + 205{,}0 + x - (2*346{,}55 + x) =$ 472,1 J/mol*K

b)

$\Delta G(T) = 108.400 - T*472{,}1$ J/mol

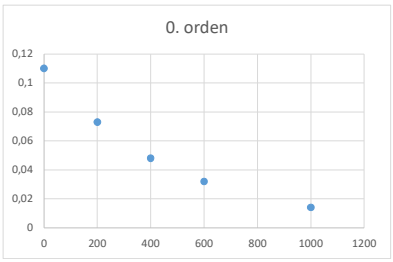
$\Delta G(298) = 108.400 - 298*472{,}1$ J/mol = -32,7 kJ/mol

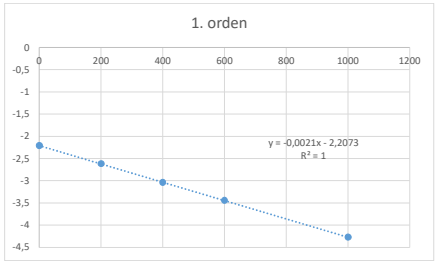
K(298) = e^(32700/(8,31451*298))= 539.000 M^3

c)

$\Delta G(T) = 108.400 - T*267{,}1$ J/mol = 0 $\Leftrightarrow$ T = 108400/472,1 = 230 K = -43 °C

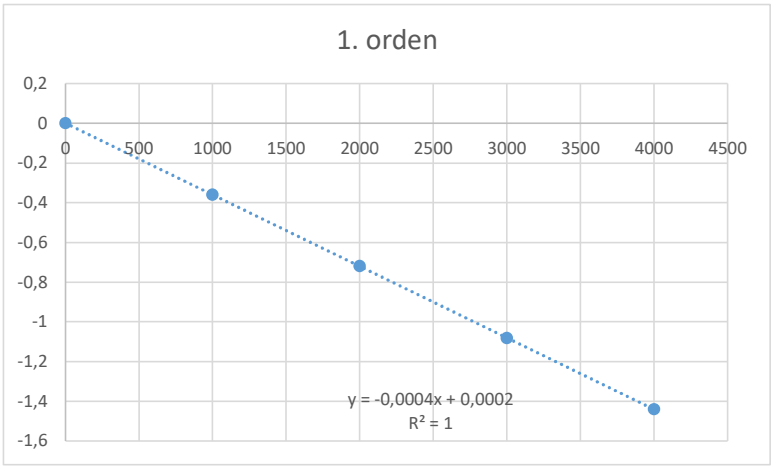
d) Alt er i de rette enheder, så vi plotter:





Det må være 1. orden i N_2O_5 med k = 0,0021 s^{-1}

e) Vi plotter ln(p/p0) mod t:



Det må være 1. orden i N_2O_5 med k = 0,0004 s^{-1} for $v = dp(N_2O_5)/dt$

Opgave 4

a)

$Cu(II) + 2e^- = Cu(s)$; $E_{red} = 0{,}339$ V (Google)

$2H^+ + 2e^- = H_2(g)$; $E_{red} = 0$ V

$Al(III) + 3e^- = Al(s)$; $E_{red} = -1{,}662$ V

b)

$E = E_{red} - RT/nF*\ln(1/[Cu^{2+}]) = 0{,}339 - 8{,}31451*298/(2*96485)*\ln(1/0{,}050)$ V = 0,301 V

$\Delta G = -n*F*E = -2*96485*(-0{,}301)$ kJ/mol = -58,1 kJ/mol (reaktionen går mod kobber metal)

c)

$E = E_{red} - RT/nF*\ln(1/[Al^{3+}]) = -1{,}662 - 8{,}31451*298/(3*96485)*\ln(1/0{,}025)$ V = -1,694 V

$\Delta G = -n*F*E = -3*96485*(-1{,}694)$ kJ/mol = 490 kJ/mol (reaktionen går mod aluminium ioner)

d)

$3Cu(II) + 6e^- + 2Al(s) = 3Cu(s) + 2Al(III) + 6e^-$

e)

$E = E_{red} + E_{ox} = E_{red} - E'_{red} = 0{,}301\text{ V} - (-1{,}694\text{ V})$ = 1,995 V

$E^\ominus = E^\ominus_{red} + E^\ominus_{ox} = E^\ominus_{red} - E^{\ominus\prime}_{red} = 0{,}339\text{ V} - (-1{,}662\text{ V}) = 2{,}001$ V

$E = E_{red} - RT/nF*\ln([Al^{3+}]^2/[Cu^{2+}]^3) = 2{,}001 - 8{,}31451*298/(6*96485)*\ln(0{,}025\text{^}2/0{,}05\text{^}3)$ V = 1,994 V

f)

$3Cu(s) + 8H^+ + 2NO_3^- = 3Cu^{2+} + 2NO(g) + 4H_2O(g)$

Cu(0) → Cu(II), $-2e^-$; N(V) → N(II), $+3e^-$; fællesnævneren er 6, 3Cu(s) og 2 nitrat

Der er 6O på venstre side, og 2O på højre, vi bruger 4 vand, så er der 6O på begge sider

Med 8 protoner så passer ladning og protoner

e)

$\Delta G = -n*F*E = -6*96485*(+0{,}96-(0{,}339))$ kJ/mol = -360 kJ/mol

$K(298) = e\text{^}(360000/(8{,}31451*298)$ = 1,26e63 M^{-1}

Bemærk at det vi lige har gjort er at opløse kobber i salpetersyre.