SIMULTÁNNÍ CHEMICKÉ ROVNOVÁHY

1 Dvě simultánní reakce v roztoku, výpočet konstant

V uzavřeném reaktoru probíhají v roztoku současně dvě reakce, které je možno schematicky zapsat jako

$$A\ (aq) = R\ (aq) + 2S\ (aq) \qquad (1)$$
$$A\ (aq) = B\ (aq) \qquad (2)$$

Při počáteční koncentraci látky A c_{A0} = 0,15 mol dm^{-3} bylo v rovnovážné směsi nalezeno 28,57 mol.% S a 35,71 mol.% B. Vypočítejte rovnovážné konstanty obou reakcí pro standardní stav složka v ideálním roztoku o koncentraci c^{st} = 1 mol dm^{-3}. Aktivitní koeficienty mohou být považovány za jednotkové.

[$K_1 = 2{,}3166 \cdot 10^{-3}$; $K_2 = 1{,}2623$]

2 Dvě simultánní reakce v roztoku, výpočet konstant

V roztoku, který na počátku obsahuje látku A v koncentraci c_{A0} = 0,07 mol dm^{-3} a látku R v koncentraci c_{R0} = 0,25 mol dm^{-3}

$$R\ (aq) = D\ (aq) + S\ (aq) \qquad (1)$$
$$A\ (aq) + R\ (aq) = 2\ B\ (aq) \qquad (2)$$

Rovnovážná směs obsahovala 20 mol. % D a 22 mol. % B. Vypočítejte rovnovážné konstanty obou reakcí pro standardní stav složka v ideálním roztoku o koncentraci c^{st} = 1 mol dm^{-3}. Aktivitní koeficienty mohou být považovány za jednotkové.

[$K_1 = 0{,}0508$; $K_1 = 2{,}3639$]

3 Simultánní reakce v roztoku, výpočet složení rovnovážné směsi

V ideálním roztoku, který na počátku obsahoval 0,1 mol dm^{-3} látky A probíhají dvě reakce:

$$A = R + S \qquad (1)$$
$$A = B + D \qquad (2)$$

jejichž rovnovážné konstanty pro standardní stav složka v ideálním roztoku o koncentraci c^{st} = 1 mol dm^{-3} mají hodnoty $K_1 = 0{,}32$ a $K_2 = 1{,}28$. Vypočítejte složení rovnovážné směsi v mol.%.

[1,652 mol.% A; 16,391 mol % R; 16,391 mol % S; 32,783 mol % B; 32,783 mol % D]

4 Dvě simultánní reakce v plynné fázi, výpočet konstant

Ethylen reaguje s ethylbenzenem za současného vzniku o-diethylbenzenu a p-diethylbenzenu. Při studiu těchto reakcí za teploty 700 K a za atmosférického tlaku bylo zjištěno toto složení rovnovážné směsi: 19,22 mol.% o-diethylbenzenu, 13,58 mol.% p-diethylbenzenu, 33,60 mol.% ethylenu, 33,60 mol.% ethylbenzenu. Vypočítejte rovnovážné konstanty obou reakcí, jestliže byl poměr ethylenu k ethylbenzenu v nástřiku 1:1. Předpokládejte ideální chování a pro standardní stav p^{st} = 101,325kPa.

[$K_1 = 1{,}7028$; $K_2 = 1{,}2029$ ($\xi_1 = 0{,}2895$, $\xi_2 = 0{,}2045$)]

5 Dvě simultánní reakce v plynné fázi, výpočet složení rovnovážné směsi

Vypočítejte zastoupení jednotlivých izomerů pentanu (v mol.%) po dosažení izomerační rovnováhy při teplotě 400 K, jestliže soustava obsahovala na počátku pouze plynný pentan. Slučovací Gibbsovy energie čistých izomerů pentanu mají při teplotě 400 K tyto hodnoty (v kJ mol^{-1}): pentan 40,21; 2-methylbutan 34,35; 2,2-dimethylpropan 37,66.

[64,88 mol.% 2-methylbutanu, 23,98 mol.% 2,2-dimethylpropanu, 11,14 mol.% pentanu ($\xi_1 = 0{,}6488$, $\xi_2 = 0{,}2398$)]

6 Tři simultánní reakce

Při alkylaci toluenu acetylenem probíhají tři paralelní reakce: první vzniká o-methylstyren, druhou m-methylstyren a třetí vzniká p-methylstyren. Rovnovážné konstanty těchto reakcí mají při teplotě 1100 K hodnoty $K_1 = 2{,}282$; $K_2 = 17{,}111$; $K_3 = 3{,}423$ (pro standardní stav p^{st} = 101,325 kPa). Vypočítejte složení rovnovážné směsi v mol.%, jestliže byl při reakci použit dvojnásobný přebytek acetylenu. Reakce probíhá za atmosférického tlaku; předpokládejte ideální chování.

[4,437 mol.% o-methylstyrenu, 33,270 mol.% m-methylstyrenu, 6,656 mol.% p-methylstyrenu, 3,758 mol.% toluenu, 51,879 mol.% acetylenu ($\xi_1 = 0{,}0922$; $\xi_2 = 0{,}6914$; $\xi_3 = 0{,}1383$)]

SIMULTÁNNÍ ROVNOVÁHY V ROZTOCÍCH ELEKTROLYTŮ

1 Zředěný roztok silné zásady

Jaké je pH vodného roztoku, který byl při teplotě 17°C připraven zředěním 1 cm^3 roztoku NaOH o koncentraci $1 \cdot 10^{-4}$ mol dm^{-3} na objem 10 dm^3? Při teplotě 17°C má iontový součin vody hodnotu $5{,}83 \cdot 10^{-15}$ (standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}). Předpokládejte ideální roztok.

[pH = 7,146]

2 Roztok slabé kyseliny

U vodného roztoku slabé kyseliny HA o koncentraci 0,002 mol dm^{-3} bylo naměřeno pH = 3,8. Vypočítejte disociační konstantu kyseliny pro standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}. Iontový součin vody má za daných podmínek hodnotu $1{,}008 \cdot 10^{-14}$. Předpokládejte ideální roztok.

[$K_{HA} = 1{,}364 \cdot 10^{-5}$]

3 Roztok slabé kyseliny

Kyselina akrylová (CH_2=CHCOOH) je slabý elektrolyt, jehož disociační konstanta má pro standardní stav hodnotu $5{,}5 \cdot 10^{-5}$. Ověřte, je-li oprávněný předpoklad, že při daných podmínkách lze zanedbat autoprotolýzu vody a vypočítejte, kolik gramů kyseliny akrylové je třeba navážit do 100 cm^3 vody, abychom získali roztok, který má při teplotě 20°C pH = 4,2. Předpokládejte ideální roztok. Iontový součin vody má při teplotě 20°C hodnotu $6{,}8 \cdot 10^{-15}$.

[$m_0 = 9{,}763 \cdot 10^{-4}$ g]

4 Roztok slabé kyseliny

U vodného roztoku slabé kyseliny HA o analytické koncentraci $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ mol dm^{-3} bylo při teplotě 18°C naměřeno pH = 6,8. Vypočítejte disociační konstantu kyseliny pro standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}. Iontový součin vody má za daných podmínek hodnotu $5{,}826 \cdot 10^{-15}$. Předpokládejte ideální roztok.

[$K_{HA} = 7{,}755 \cdot 10^{-10}$]

5 Disociační konstanta slabé kyseliny, neideální roztok

U roztoku kyseliny chloroctové o analytické koncentraci 0,001 mol dm^{-3} byla zjištěna koncentrace vodíkových iontů $6{,}8 \cdot 10^{-4}$ mol dm^{-3}. Vypočítejte disociační konstantu kyseliny chloroctové pro standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}. Střední aktivitní koeficient vypočítejte z Debyeova-Hückelova limitního vztahu (A = 1,165 $dm^{3/2}$ $mol^{-1/2}$), aktivitní koeficient nedisociované kyseliny považujte za jednotkový.

[$K = 1{,}36 \cdot 10^{-3}$ ($\gamma_\pm = 0{,}97$]

6 Roztok dvou slabých kyselin

Roztok, který obsahuje 0,001 mol dm^{-3} kyseliny octové (AH) a 0,001 mol dm^{-3} další jednosytné kyseliny (BH), má pH = 3,78. Určete disociační konstantu druhé kyseliny. Předpokládejte ideální roztok a standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}. Disociační konstanta kyseliny octové je $K_{HA} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$. Iontový součin vody má za daných podmínek hodnotu $1{,}008 \cdot 10^{-14}$.

[$K_{HB} = 1{,}26 \cdot 10^{-5}$]

7 Roztok slabé zásady

Určete pH roztoku amoniaku o koncentraci 0,002 mol dm^{-3} při teplotě 20°C. Konstanta kyselosti iontu NH_4^+ má hodnotu $5{,}56 \cdot 10^{-10}$ a iontový součin vody $K_v = 6{,}8 \cdot 10^{-15}$ (standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}). Předpokládejte, že množství vodíkových iontů, vznikajících autoprotolýzou vody je při této koncentraci zanedbatelně malé a že aktivitní koeficienty je možno považovat za jednotkové.

[pH = 10,345]

8 Roztok slabé zásady

Při měření pH roztoku methylaminu ve vodě při teplotě 30,1°C bylo zjištěno, že roztok o koncentraci 0,002 mol dm^{-3} má pH hodnotu 10,87. Vypočítejte konstantu kyselosti iontu $CH_3NH_3^+$ a disociační konstantu methylaminu pro standardní stav elektrolytu c^{st} = 1 mol dm^{-3}. Iontový součin vody při teplotě 30,1°C má hodnotu $1{,}484 \cdot 10^{-14}$. Aktivitní koeficienty považujte za jednotkové.

[$K_{BH+} = 1{,}104 \cdot 10^{-11}$, $K_{dis} = 1{,}344 \cdot 10^{-3}$]

9 Roztok slabé zásady

Roztok pyridinu (C_6H_5NH) o koncentraci $5 \cdot 10^{-5}$ mol dm^{-3} má při teplotě 15°C pH = 7,95. Iontový součin vody při této teplotě je $K_v = 4{,}53 \cdot 10^{-15}$. Vypočítejte konstantu kyselosti iontu $C_6H_5NH_2^+$ pro standardní stav c^{st} = 1 mol dm^{-3}. Předpokládejte, že aktivitní koeficienty je možno považovat za jednotkové.

[$K_{C6H5NH2+} = 1{,}418 \cdot 10^{-6}$]

10 Roztok soli slabé zásady a slabé kyseliny

U vodného roztoku soli slabé kyseliny a slabé zásady BA bylo při teplotě 25°C a koncentraci 0,0025 mol dm^{-3} zjištěno pH = 9,65. Vypočítejte disociační konstantu kyseliny (pro standardní stav elektrolytu c^{st} = 1 mol dm^{-3}), jestliže víte, že disociační konstanta kyseliny konjugované k uvažované zásadě má hodnotu $K_{B+} = 1{,}32 \cdot 10^{-9}$.

[$K_{dis\ (HA)} = 3{,}26 \cdot 10^{-11}$]