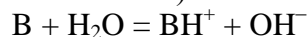
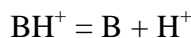


8. SIMULTÁNNÍ ROVNOVÁHY V ROZTOCÍCH ELEKTROLYTŮ

Disociační konstanta zásady (ve starších tabulkách) – rovnovážná konstanta K_B pro reakci



Disociační konstanta kyseliny konjugované k uvažované zásadě – rovnovážná konstanta K_{BH^+} pro reakci



Mezi oběma konstantami platí (K_v – iontový součin vody)

$$K_B \cdot K_{BH^+} = K_v$$

Hodnoty disociačních konstant a konstant kyselosti některých slabých zásad ve vodě při 25°C (standardní stav $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$)

zásada B	K_B	konjugovaná kyselina BH^+	K_{BH^+}
piperidin $C_5H_{10}NH$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	$C_5H_{10}NH_2^+$	$7,52 \cdot 10^{-12}$
methylamin CH_3NH_2	$4,58 \cdot 10^{-4}$	$CH_3NH_3^+$	$2,2 \cdot 10^{-11}$
ethylamin $C_2H_5NH_2$	$4,58 \cdot 10^{-4}$	$C_2H_5NH_3^+$	$2,2 \cdot 10^{-11}$
propylamin $C_3H_7NH_2$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$C_3H_7NH_3^+$	$2,5 \cdot 10^{-11}$
amoniak NH_3	$1,80 \cdot 10^{-5}$	NH_4^+	$5,6 \cdot 10^{-10}$
pyridin C_6H_5NH	$1,71 \cdot 10^{-9}$	$C_6H_5NH_2^+$	$5,9 \cdot 10^{-6}$
anilin $C_6H_5NH_2$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$C_6H_5NH_3^+$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
difenylamin $(C_6H_5)_2NH$	$6,90 \cdot 10^{-14}$	$(C_6H_5)_2NH_2^+$	0,146

01 pH roztoků silné zásady

Jaké je pH vodného roztoku NaOH, který byl při teplotě 17°C připraven (a) zředěním 1 cm³ roztoku NaOH o koncentraci $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ na objem 10 dm³ (b) zředěním 1 cm³ roztoku NaOH o koncentraci 0,1 mol dm⁻³ na objem 10 dm³? Je možno v obou případech zanedbat protolýzu vody? Při teplotě 1 má iontový součin vody hodnotu $5,83 \cdot 10^{-15}$ (standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$). Předpokládejte, že aktivitní koeficienty jsou rovny jedné.

$$[(a) \text{ pH} = 7,1456; (b) \text{ pH} = 9,23436;$$

protolýzu je možno zanedbat u roztoku (b): (a) pH = 6,2343; (b) pH = 9,23433]

02 Roztok slabé kyseliny – výpočet disociační konstanty

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

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

03 Roztok slabé kyseliny – výpočet koncentrace

Kyselina akrylová ($CH_2=CHCOOH$) je slabý elektrolyt, jehož disociační konstanta má pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, hodnotu $5,5 \cdot 10^{-5}$. Ověřte, zda můžete při daných podmínkách lze zanedbat autoprotolýzu vody a vypočítejte, kolik gramů kyseliny akrylové je třeba navážít do 100 cm³ vody, abychom získali roztok, který má při teplotě 20°C pH = 4,2. Předpokládejte, že aktivitní koeficienty jsou rovny jedné. Ionový součin vody má při teplotě 20°C hodnotu $6,8 \cdot 10^{-15}$.

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

04 Roztok dvou slabých kyselin – výpočet disociační konstanty

Roztok, který obsahuje $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$ kyseliny octové (HA) a $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$ další jednosytné kyseliny (HB), má $\text{pH} = 3,78$. Určete disociační konstantu druhé kyseliny. Předpokládejte, že aktivitní koeficienty jsou rovny jedné. Disociační konstanta kyseliny octové je $K_{\text{HA}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$. Iontový součin vody má za daných podmínek hodnotu $1,008 \cdot 10^{-14}$.

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

05 Roztok slabé zásady – výpočet pH

Určete pH roztoku amoniaku o koncentraci $0,002 \text{ mol dm}^{-3}$ 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 nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$). Předpokládejte, že množství vodíkových iontů, vznikajících autoprotolýzou vody je při této koncentraci zanedbatelně malé a že aktivitní koeficienty je možno považovat za jednotkové.

$$[\text{pH} = 10,345]$$

06 Roztok slabé zásady – výpočet konstanty kyselosti

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

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

07 Roztok soli slabé zásady a slabé kyseliny – výpočet disociační konstanty

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

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

08 Zastoupení nábojových stavů

Malé množství methylaminu bylo přidáno do pufru o $\text{pH} = 10$. Jaký bude poměr koncentrací $c(\text{CH}_3\text{NH}_2) : c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)$? Pro konstantu acidity methylammonia pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, platí $\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = 10,64$.

$$[c(\text{CH}_3\text{NH}_2) : c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = 0,229; \text{pH} < \text{p}K, \text{ podíl protonované formy je větší}]$$

09 Zastoupení nábojových stavů

Jaký je rovnovážný poměr koncentrací $c(\text{CO}_2) : c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-})$ v krvi ($\text{pH} = 7,4$)? Pro konstanty acidity platí: $\text{p}K_a(\text{CO}_2) = 6,37$ (včetně H_2CO_3), $\text{p}K_a(\text{HCO}_3^-) = 10,25$.

$$[c(\text{CO}_2) : c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-}) = 0,0933 : 1 : 0,00141]$$

10 Simultánní reakce v roztocích elektrolytů - bilance

Ve dvou dm^3 vody bylo rozpuštěno $0,2 \text{ mol}$ salmiaku (NH_4Cl) a $0,001 \text{ mol}$ NH_3 .

(a) Napište rovnice, pomocí kterých byste vypočítali pH. Rovnice neřešte.

(b) Vypočítejte pH roztoku za předpokladu, že můžete zanedbat protolýzu vody. Konstanta acidity NH_3 pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{\text{st}} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, má hodnotu $5,6 \cdot 10^{-10}$.

$$[(a) K_1 = \frac{(c_{\text{A}0} + x) \cdot (x + y)}{(c_{\text{S}0} - x)}, K_2 = y \cdot (x + y) \quad (b) \text{pH} = 6,951]$$

11 Simultánní reakce - bilance

Jaké je pH roztoku, který ve dvou litrech obsahuje 0,01 mol HCl a 0,04 mol NH₄Cl? Jaké je pH tohoto roztoku při teplotě 25°C? Konstanta acidity NH₃ je $K_a = 5,6 \cdot 10^{-10}$, iontový součin vody $K_v = 1,008 \cdot 10^{-14}$.

[pH = 2 (roztok není pufr)]

12 Simultánní reakce - bilance

Dva litry roztoku obsahují 0,2 mol NH₃ a 0,4 mol NH₄Cl. Jaké je pH tohoto roztoku při teplotě 25 °C? Konstanta acidity NH₃ je $K_a = 5,6 \cdot 10^{-10}$, iontový součin vody $K_v = 1,008 \cdot 10^{-14}$.

[pH = 8,949]

13 Pufry

Rozpuštěním 0,096 mol octanu sodného v 800 cm³ roztoku kyseliny octové o koncentraci 0,1 mol dm⁻³ byl připraven pufr. Disociační konstanta kyseliny octové pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, má hodnotu $1,78 \cdot 10^{-5}$.

(a) Jaké je pH tohoto pufru?

(b) Jak se změní pH přidáním 2 cm³ HCl o koncentraci 4 mol dm⁻³ (objemovou změnu zanedbejte)?

(c) Jaká bude změna v pH, jestliže v uvedeném pufru rozpustíme 8 mmol NaOH?

[(a) pH = 4,838 ; (b) ΔpH = 0,078 ; (c) ΔpH = -0,046]

14 Pufry

Pufr složený z 0,2 mol dm⁻³ kyseliny octové a 0,2 mol dm⁻³ octanu sodného má pH = 4,75. Jak se změní pH když se v 1 dm³ tohoto pufru rozpustí 0,05 mol KOH?

[pH₁ = 4,75, pH₂ = 4,97]

15 Pufry

Systém dihydrogenfosforečnan (H₂PO₄⁻)/hydrogenfosforečnan (HPO₄²⁻) je klasický pufr, který se v organismu významně podílí na udržování intracelulární hodnoty pH. Pro rovnovážnou konstantu reakce



platí $pK = 7,2$ (standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$). Uvnitř buňky je pH = 7,4 a celková koncentrace fosforečnanu 0,02 mol dm⁻³. Jaké jsou koncentrace jednotlivých složek tohoto pufru? Předpokládejte, že aktivity je možno nahradit koncentracemi.

[[HPO₄²⁻] = 7,737 mmol dm⁻³ ; [H₂PO₄⁻] = 12,263 mmol dm⁻³]

16 Amfolyty - Aminokyseliny

Zjistěte zastoupení jednotlivých iontových forem v roztoku alaninu o koncentraci 0,02 mol dm⁻³ při pH = 5,2 a teplotě 25°C. Pro disociační konstanty alaninu (standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$) platí

$$pK_1(-\text{COOH}) = 2,34 \quad , \quad pK_2(-\text{NH}_3^+) = 9,69$$

[0,0032 % Ala⁻ ; 0,138 % Ala⁺ ; 99,859 % Ala⁰]

17 Amfolyty - Aminokyseliny

Jaké by mělo být pH 0,03 molárního roztoku methioninu, aby obsahoval 1,2 mol.% Met⁺ formy a 0,008 mol.% Met⁻ formy? Při teplotě 25°C mají disociační konstanty methioninu pro standardní stav nekonečné zředění, $c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, hodnoty

$$pK_1(-\text{COOH}) = 2,28 \quad , \quad pK_2(-\text{NH}_3^+) = 9,21.$$

Jaké pH odpovídá izoelektrickému bodu methioninu?

[pH = 4,66 ; pI = 5,745]