

ELEKTROCHEMIE

1. Pro vodné roztoky AlCl_3 a $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o celkové látkové koncentraci $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ vypočítejte iontovou sílu, střední molární koncentraci a střední aktivitu. Střední aktivitní koeficienty elektrolytů v uvedených roztocích jsou $\gamma_{\pm, \text{AlCl}_3} = 0,305$ a $\gamma_{\pm, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,0225$.

$$[\text{AlCl}_3: I = 1,20 \text{ mol dm}^{-3}, c_{\pm} = 0,456 \text{ mol dm}^{-3}, a_{\pm} = 0,139, \\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3: I = 3,00 \text{ mol dm}^{-3}, c_{\pm} = 0,510 \text{ mol dm}^{-3}, a_{\pm} = 0,0115]$$

2. Jaké budou navážky K_2SO_4 a KCl pro přípravu 500 ml roztoku obsahujícího KCl ($M_r = 74,551$) o koncentraci $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ a K_2SO_4 ($M_r = 174,254$) v takovém množství, aby iontová síla roztoku byla $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$[m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 2,32 \text{ g}, m_{\text{KCl}} = 0,746 \text{ g}]$$

3. Porovnejte hodnoty středních aktivitních koeficientů KCl a LaCl_3 ve vodných roztocích při teplotě 25°C vypočtené podle Debyeova-Hückelova limitního zákona (D.-H.z.) a podle McInnesovy aproximace (McInn.) s hodnotami tabelovanými pro tyto koncentrace:

$c/\text{mol dm}^{-3}$	$\gamma_{\pm}(\text{KCl})$			$\gamma_{\pm}(\text{LaCl}_3)$		
	tab.	[D.-H.z.]	McInn.]	tab.	[D.-H.z.]	McInn.]
$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,965	[0,964	0,965]	0,790	[0,762	0,783]
$1,0 \cdot 10^{-2}$	0,901	[0,889	0,903]	0,560	[0,423	0,533]
$1,0 \cdot 10^{-1}$	0,770	[0,690	0,778]	0,356	[0,066	0,284]

4. Při určité teplotě má bromid stříbrný a uhličitan stříbrný stejnou hodnotu součinu rozpustnosti $P = 10^{-12}$. Která z uvedených látek má při této teplotě větší rozpustnost?



5. Součin rozpustnosti siřičitanu barnatého při 25°C činí $4,0 \cdot 10^{-10}$. Určete rozpustnost BaSO_3

a) v čisté vodě,

b) v roztoku siřičitanu sodného o koncentraci $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

$$[\text{a) } s = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ b) } s = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}]$$

6. Sraženina fosforečnanu barnatého byla při 20°C promyta třikrát za sebou 50 cm^3 destilované vody. Vypočítejte celkový úbytek hmotnosti sraženiny. Pro výpočet γ_{\pm} použijte Debyeův-Hückelův limitní zákon. $P(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 3,4 \cdot 10^{-23}$, $M_r(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 601,9$.

$$[\Delta m = 1,26 \text{ mg}]$$

7. Vypočítejte pH vodného roztoku kyseliny chlorovodíkové o koncentraci $c = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$[\text{pH} = 1,10]$$

8. Vypočítejte pH vodného roztoku kyseliny octové ($\text{p}K_A = 4,76$) o koncentraci $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$[\text{pH} = 2,88]$$

9. Vypočítejte pH vodného roztoku kyseliny chloroctové ($pK_A = 2,87$) o koncentraci $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ a stupeň disociace kyseliny chloroctové v tomto roztoku.
[pH = 3,17, $\alpha = 0,671$]
10. Vypočítejte koncentraci roztoku kyseliny akrylové ($K_A = 5,5 \cdot 10^{-5}$), který má pH = 4,20.
[$c = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$]
11. Hydrazin N_2H_4 je slabá zásada. Ve vodném roztoku se tedy ustavuje rovnováha podle rovnice $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$. Vypočítejte disociační konstantu hydrazinu, víte-li, že jeho roztok o koncentraci $3,0 \text{ mol dm}^{-3}$ má pH = 11,23.
[$K_B = 9,61 \cdot 10^{-7}$]
12. Vypočítejte hodnotu pH vodného roztoku methylaminu ($pK_A = 10,62$), je-li v tomto roztoku disociován z 37%. Předpokládejte ideální chování.
[pH = 10,85]
13. Disociační konstanta kyseliny benzoové má hodnotu řádově 10^{-4} . Z kolika procent bude přibližně hydrolyzován benzoan draselný ve svém setinmolárním roztoku? Aktivitní koeficienty pokládejte za jednotkové.
[$\gamma \cong 0,01\%$]
14. Vodný roztok octanu sodného o určité koncentraci má pH = 8,9. Určete koncentraci a stupeň hydrolyzy octanu sodného v tomto roztoku. $pK_A(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$. Aktivitní koeficienty pokládejte za jednotkové.
[$c = 0,11 \text{ mol dm}^{-3}$, $\gamma = 7,2 \cdot 10^{-5}$]
15. Vypočítejte pH roztoku NH_4Cl o koncentraci $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$. Aktivitní koeficient univalentního iontu v roztoku uni-univalentního elektrolytu o této koncentraci je přibližně 0,6. $pK_A(\text{NH}_4^+) = 9,25$.
[pH = 5,3]
16. Roztok, který obsahuje kyselinu octovou ($K_A = 1,75 \cdot 10^{-5}$) o koncentraci $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ a další jednosytnou kyselinu o téže koncentraci, má pH = 3,77. Určete disociační konstantu druhé kyseliny.
[$K_A = 1,40 \cdot 10^{-5}$]

17. Do jednoho litru roztoku dvojsytné kyseliny H_2A ($K_{A,1} = 1 \cdot 10^{-9}$, $K_{A,2} = 1 \cdot 10^{-14}$) o koncentraci $0,050 \text{ mol dm}^{-3}$ byl přidáván tuhý KOH až do hodnoty $pH = 12$ (změna celkového objemu roztoku je zanedbatelná). Vypočítejte:

- hodnotu pH roztoku před přidáním KOH,
 - koncentrace všech druhů částic dané kyseliny přítomných ve výsledném roztoku,
 - látkové množství přidaného hydroxidu draselného.
- Aktivitní koeficienty pokládejte za jednotkové.

$$[\text{a) } pH = 5,15, \text{ b) } c_{HA^-} = 4,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}, c_{H_2A} = 4,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}, \\ c_{A^{2-}} = 4,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}, \text{ c) } n_{KOH} = 6,05 \cdot 10^{-2} \text{ mol}]$$

18. Vypočítejte pH roztoku, který obsahuje kyselinu boritou o koncentraci $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ a hydroxid draselný o koncentraci $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$. Disociační konstanta kyseliny borité do prvního stupně má hodnotu $7,3 \cdot 10^{-10}$, disociační konstanty do druhého a třetího stupně jsou řádově 10^{-12} a 10^{-14} . Předpokládejte ideální chování.

$$[pH = 9,14]$$

19. Je třeba připravit 250 ml acetátového pufru o $pH = 4,9$ a koncentraci sodných iontů v pufru $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$. Jaká bude navážka trihydrátu octanu sodného ($M_r = 136,08$) a spotřeba zásobního roztoku kyseliny octové ($pK_A = 4,76$) o koncentraci $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$? Jaká bude iontová síla pufru? Předpokládejte ideální chování.

$$[m = 0,340 \text{ g}, V = 18,1 \text{ ml}, I = 0,010 \text{ mol dm}^{-3}]$$

20. Je třeba připravit 100 ml pufru o $pH = 4,9$ a koncentraci chloridových iontů v pufru $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$. Jaké budou spotřeby zásobních roztoků pyridinu ($pK_A = 5,18$) o koncentraci $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ a kyseliny chlorovodíkové o koncentraci $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$. Jaká bude iontová síla pufru? Předpokládejte ideální chování.

$$[V_{C_5H_5N} = 15,2 \text{ ml}, V_{HCl} = 10,0 \text{ ml}, I = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}]$$

21. Vypočítejte pH a iontovou sílu pufru, který byl připraven smícháním 150 ml vodného roztoku amoniaku ($pK_B = 4,74$) o koncentraci $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ a 100 ml roztoku chloridu amonného o koncentraci $0,015 \text{ mol dm}^{-3}$. Předpokládejte ideální chování.

$$[pH = 9,56, I = 6,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}]$$

22. Vypočítejte pH a pufrální kapacitu pufru, který byl připraven z $0,020 \text{ mol}$ kyseliny benzoové ($pK_A = 4,2$), $0,01 \text{ mol}$ KOH a takového množství vody, aby celkový objem roztoku byl $1,0 \text{ dm}^3$. Jakým způsobem lze dosáhnout pětinasobného zvýšení pufrální kapacity daného pufru při stejné hodnotě pH ? Předpokládejte ideální chování.

$$\beta = \ln 10 c_B \left(1 - \frac{c_B}{c_A} \right)$$

$$[pH = 4,2, \beta = 1,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}]$$

23. Je třeba připravit 500 ml acetátového pufru o $\text{pH} = 4,9$ tak, aby jeho pufrací kapacita byla $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$. K dispozici jsou zásobní roztoky kyseliny octové ($\text{p}K_{\text{A}} = 4,76$) o koncentraci $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ a hydroxidu sodného o téže koncentraci. Jaké budou spotřeby těchto zásobních roztoků pro přípravu požadovaného pufru? Předpokládejte ideální chování.

$$[V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 89,3 \text{ ml}, V_{\text{NaOH}} = 52,0 \text{ ml}]$$

24. 25,0 ml vodného roztoku slabé kyseliny HA ($\text{p}K_{\text{A}} = 4$, $c_{\text{A}} = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$) je titrováno silnou zásadou B ($c_{\text{B}} = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$). Vypočítejte pH roztoku v jednotlivých fázích titrace, a to pro spotřeby titračního činidla 0, 5, 10, 15, 20, 24, 25, 26 a 35 ml. Předpokládejte ideální chování. Vypočítané hodnoty vynesete do grafu.

$$[\text{pH}_0 = 2,5, \text{pH}_5 = 3,4, \text{pH}_{10} = 3,8, \text{pH}_{15} = 4,2, \text{pH}_{20} = 4,6, \\ \text{pH}_{24} = 5,4, \text{pH}_{25} = 8,3, \text{pH}_{26} = 11,3, \text{pH}_{35} = 12,2]$$

25. U vodivostní nádoby naplněné roztokem KCl o koncentraci $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ byl při 25°C naměřen odpor $24,36 \Omega$. Molární vodivost $0,10\text{M-KCl}$ činí $1,1639 \cdot 10^{-2} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$. Stejná vodivostní nádoba naplněná roztokem kyseliny octové o koncentraci $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$ měla při teplotě 25°C odpor 1982Ω . Pro přípravu roztoků bylo použito vody o měrné vodivosti $7,5 \cdot 10^{-4} \text{ S m}^{-1}$. Vypočítejte molární vodivost kyseliny octové o dané koncentraci.

$$[A = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}]$$

26. Specifická (měrná) vodivost nasyceného roztoku chromanu stříbrného při 25°C byla $3,098 \text{ mS m}^{-1}$, specifická vodivost použité vody byla $0,160 \text{ mS m}^{-1}$. Vypočítejte molární rozpustnost a součin rozpustnosti Ag_2CrO_4 , znáte-li pro danou teplotu limitní molární vodivosti iontů: $\lambda_{\text{Ag}^+}^0 = 61,9 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, $\lambda_{\frac{1}{2}\text{CrO}_4^{2-}}^0 = 85,0 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$.

$$[s = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}, P = 4,00 \cdot 10^{-12}]$$

27. Jaký odpor bude mít při 25°C roztok kyseliny octové, jehož $\text{pH} = 4,20$, ve vodivostní nádobce, jejíž odporová kapacita je $0,20 \text{ cm}^{-1}$? Pro danou teplotu jsou limitní molární vodivosti iontů: $\lambda_{\text{H}^+}^0 = 349,7 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 = 40,9 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$. Vodivost vody zanedbejte.

$$[R = 8,12 \text{ k}\Omega]$$

28. Vypočítejte molární vodivost kyseliny mravenčí v roztoku o koncentraci $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$, znáte-li pro danou teplotu tyto údaje: $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}^0 = 0,0315 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$, $\lambda_{\text{HCOO}^-}^0 = 0,0047 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$, $K_{\text{A}}(\text{HCOOH}) = 1,76 \cdot 10^{-4}$.

$$[A = 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}]$$

29. Vodný roztok amoniaku měl konduktivitu $1,08 \cdot 10^{-2} \text{ S m}^{-1}$. Roztok byl připraven rozpuštěním 200 cm^3 (měřeno při teplotě 25°C a standardním tlaku) plynného amoniaku ve vodě. Celkový objem vzniklého roztoku byl $1,0 \text{ dm}^3$. Voda použitá k přípravě roztoku měla konduktivitu $5,30 \cdot 10^{-4} \text{ S m}^{-1}$. Vypočítejte disociační konstantu vodného roztoku amoniaku. Předpokládejte ideální chování roztoku i plynného amoniaku.

$$\lambda_{\text{NH}_4^+}^0 = 73,7 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}, \lambda_{\text{OH}^-}^0 = 197,6 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

$$[K_B = 1,85 \cdot 10^{-5}]$$

30. Vypočítejte převodové číslo iontů H_3O^+

a) v roztoku HCl o koncentraci $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$,

b) v roztoku obsahujícím HCl o koncentraci $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ a NaCl o koncentraci $1,0 \text{ mol dm}^{-3}$.

Předpokládejte, že v obou roztocích jsou pohyblivosti iontů stejné, a to $U_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,623 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$, $U_{\text{Na}^+} = 5,19 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$, $U_{\text{Cl}^-} = 7,91 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ V}^{-1}$.

$$[\text{a) } t_{\text{H}_3\text{O}^+} = 0,821, \text{ b) } t_{\text{H}_3\text{O}^+} = 2,76 \cdot 10^{-3}]$$

31. U článku

$\text{Pt(s)} | \text{H}_2(\text{g}, p = 1 \text{ atm}) | \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}, c = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}) | \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) | \text{Ag(s)}$
bylo při teplotě 25°C naměřeno rovnovážné (elektromotorické) napětí $0,712 \text{ V}$. Vypočítejte součin rozpustnosti Ag_2SO_4 , víte-li, že $\gamma_{\pm, 0,10\text{M-H}_2\text{SO}_4} = 0,7$ a $E_{\text{Ag}^+|\text{Ag}}^\circ = 0,799 \text{ V}$. Předpokládejte, že kyselina sírová je v daném roztoku disociována úplně i do 2. stupně. $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$

$$[P = 1,56 \cdot 10^{-6}]$$

32. Rozpustnost bromidu thalného ve vodě při teplotě 25°C je $1,97 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Za předpokladu ideálního chování nasyceného roztoku TlBr vypočítejte standardní potenciál elektrody II. druhu $E_{\text{TlBr/Tl, Br}^-}^\circ$. Standardní potenciál thalné elektrody je $E_{\text{Tl}^+/\text{Tl}}^\circ = -0,336 \text{ V}$.

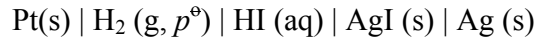
$$[E_{\text{TlBr/Tl, Br}^-}^\circ = -0,656 \text{ V}]$$

33. Vypočítejte střední aktivitní koeficient $0,10\text{M-ZnCl}_2$ z rovnovážného napětí článku

$\text{Zn(s)} | \text{ZnCl}_2(\text{aq}, c = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}) | \text{Cl}_2(\text{g}, p = 101,3 \text{ kPa}) | \text{Pt(s)}$
při 25°C . Experimentální hodnota rovnovážného napětí je $2,2176 \text{ V}$. Standardní elektrodové potenciály jsou: $E_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-}^\circ = 1,3595 \text{ V}$, $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^\circ = -0,762 \text{ V}$. Předpokládejte ideální chování chlóru.

$$[\gamma_{\pm, \text{ZnCl}_2} = 0,520]$$

34. Rovnovážné napětí článku

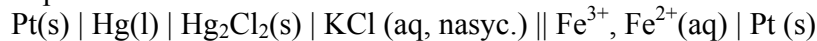


je při teplotě 25°C 0,163 V. Vypočítejte pH roztoku kyseliny jodovodíkové.

$$E_{\text{AgI}/\text{Ag}, \text{I}^-}^\ominus = -0,15 \text{ V.}$$

$$[\text{pH} = 2,65]$$

35. Rovnovážné napětí článku



je při teplotě 25°C 0,5354 V. Vypočítejte procentuální zastoupení Fe^{3+} a Fe^{2+} v roztoku, který je natolik zředěný, že se chová prakticky ideálně. Elektrodotový potenciál nasycené kalomelové elektrody $E_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}, \text{Cl}^-}^\ominus = 0,2438 \text{ V}$, standardní elektrodotový potenciál redox elektrody $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\ominus = 0,771 \text{ V}$.

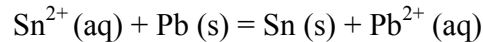
$$[57,9\% \text{ Fe}^{3+}]$$

36. Jestliže do roztoku modré skalice ponoříme železné hřebíky, vylučuje se na nich kovová měď. Vypočítejte rovnovážnou konstantu této reakce při 25°C, znáte-li: $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\ominus = 0,337 \text{ V}$,

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^\ominus = -0,441 \text{ V.}$$

$$[K = 2,07 \cdot 10^{26}]$$

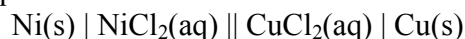
37. Vypočítejte rovnovážnou konstantu reakce



při teplotě 25°C, znáte-li: $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^\ominus = -0,136 \text{ V}$, $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^\ominus = -0,126 \text{ V}$.

$$[K = 0,459]$$

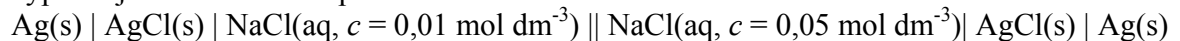
38. Standardní rovnovážné napětí článku



závisí na teplotě podle vztahu: $E^\ominus(T) = 0,5999 - 4,034 \cdot 10^{-8} T - \frac{85,25}{T^2}$ (K, V). Uveďte reakci, která v článku probíhá, a vypočítejte její standardní reakční entalpii při teplotě 298 K.

$$[\Delta_r H^\ominus = -115,2 \text{ kJ mol}^{-1}]$$

39. Vypočítejte rovnovážné napětí koncentračního článku



při teplotě 25°C. Aktivitní koeficienty vypočítejte podle vztahu $-\log \gamma_{\text{Cl}^-} = \frac{0,51\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$.

$$[E = -0,0383 \text{ V}]$$