

Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum ...



Úloha č.

Název úlohy:

Jméno: Obor: FOF FAF FMUZV

Datum měření:

Datum odevzdání:

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

Pracovní úkoly

1. Změřte měrnou elektrickou vodivost (konduktivitu) destilované vody.
2. Do odměrných baněk 100 ml napipetujte postupně 1, 2, 4, 6, 8 a 10 ml slabého a silného elektrolytu a doplňte baňky do 100 ml (spodní meniskus hladiny se musí krýt s ryskou).
3. Změřte konduktivitu připravených vzorků.
4. Stanovte molární konduktivitu těchto vzorků a znázorněte ji graficky jako funkci \sqrt{c} .
5. Diskutujte rozdíly mezi koncentrační závislostí molární konduktivity slabého a silného elektrolytu.
6. Lineární extrapolací pro nekonečné zředění (nulovou koncentraci) stanovte Λ_0 .
7. Kalibraci elektrody pomocí roztoku KCl neprovádějte.

Teoretická část

Podle stupně disociace dělíme elektrolyty na silné (stupeň disociace blízký jedné) a slabé (velmi nízký stupeň disociace).

Měříme závislost měrné vodivosti σ roztoku na molární koncentraci c_M . Definujeme molární konduktivitu [1]

$$\Lambda = \frac{\sigma}{c_M} . \quad (1)$$

Molární konduktivita se mění s koncentrací, neboť je na ní závislá pohyblivost iontů. Pro silné a slabé elektrolyty je koncentrační závislost různá. U silných elektrolytů lze závislost popsat empirickým vztahem [1]

$$\Lambda = \Lambda_0 - k \cdot \sqrt{c_M} , \quad (2)$$

kde k je konstanta a Λ_0 je limitní molární konduktivita při nekonečném zředění.

Výsledky měření

Teplota v místnosti a tedy i teplota roztoků byla $(21,7 \pm 0,3)^\circ\text{C}$.

Jako silný elektrolyt jsme použili 0,01 M HCl a jako slabý jsme použili 0,01 M CH_3COOH .

Změřili jsme měrnou elektrickou vodivost destilované vody. Měrnou vodivost destilované vody použité k přípravě roztoků jsme změřili dvakrát, ještě před měřením roztoků HCl jsme naměřili $1,35 \mu\text{S cm}^{-1}$, poté mezi měřeními HCl a CH_3COOH jsme naměřili $1,37 \mu\text{S cm}^{-1}$. Tyto hodnoty jsou také uvedeny v prvním řádku tabulky 1. Po měření CH_3COOH destilovaná voda došla a byla doplněna jinou, konduktivitu jsme změřili $1,23 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Výsledky jsou shrnuty v tabulce 1. První sloupec (V) udává, jaký objem roztoku jsme napipetovali do baňky a poté doplnili na 100 ml. Molární koncentraci vypočteme

$$c_M = \frac{V}{100 \text{ ml}} \cdot 0,01 \text{ M}$$

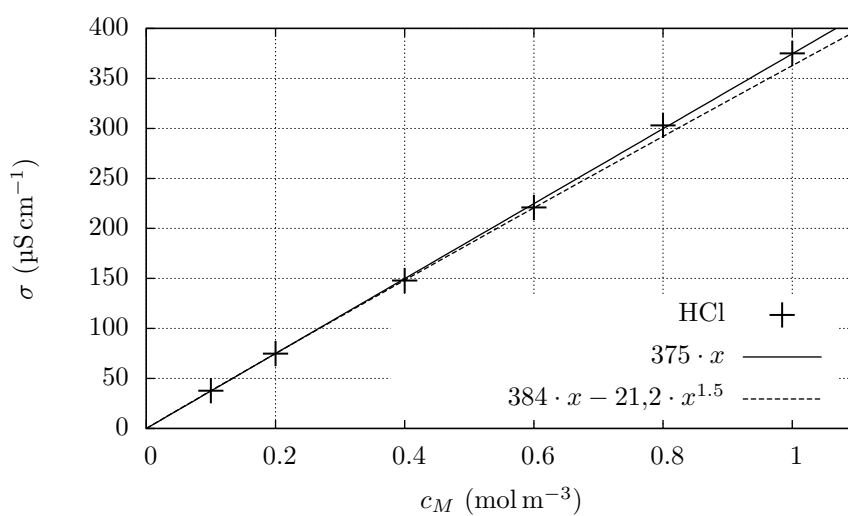
Při měření jsme počkali, než se hodnota na konduktometru ustálí. Používali jsme konduktometr Mettler Toledo s přesností 0,5 %.

Lineární regresí závislosti molární konduktivity na odmocnině z koncentrace a následnou extrapolací pro $c_M \rightarrow 0$ jsme určili pro HCl $\Lambda_0 = (37,4 \pm 0,2) \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$.

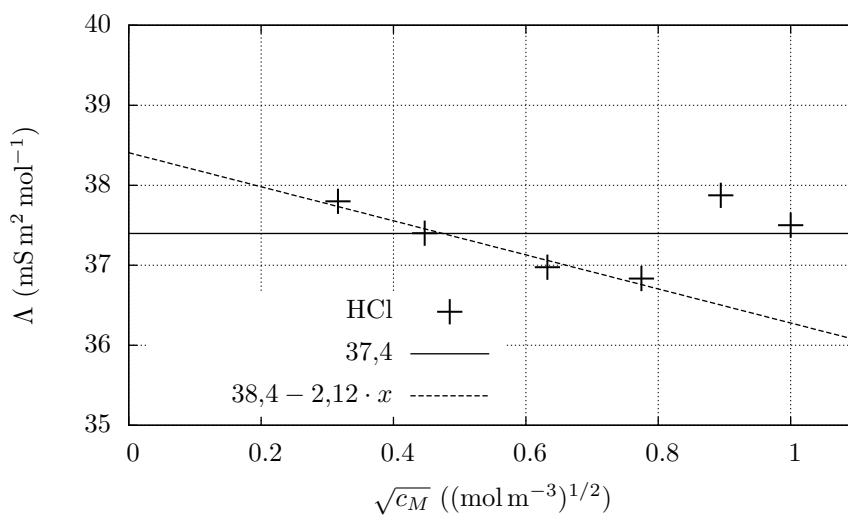
Poznámka ke grafům: pokud je v legendě uveden vzorec některé proložené funkce, za x dosazujeme číselnou hodnotu veličiny na ose x v uvedených jednotkách a získáme číselnou hodnotu veličiny na ose y v jejích jednotkách.

V (ml)	c_M (mol m ⁻³)	HCl		CH ₃ COOH	
		σ (μS cm ⁻¹)	Λ (mS m ² mol ⁻¹)	σ (μS cm ⁻¹)	Λ (mS m ² mol ⁻¹)
0	0,0	1,35	—	1,37	—
1	0,1	37,8	37,8	12,6	12,6
2	0,2	74,8	37,4	20,4	10,2
4	0,4	148	37,0	29,4	7,35
6	0,6	221	36,8	36,4	6,07
8	0,8	303	37,9	42,5	5,31
10	1,0	375	37,5	47,7	4,77

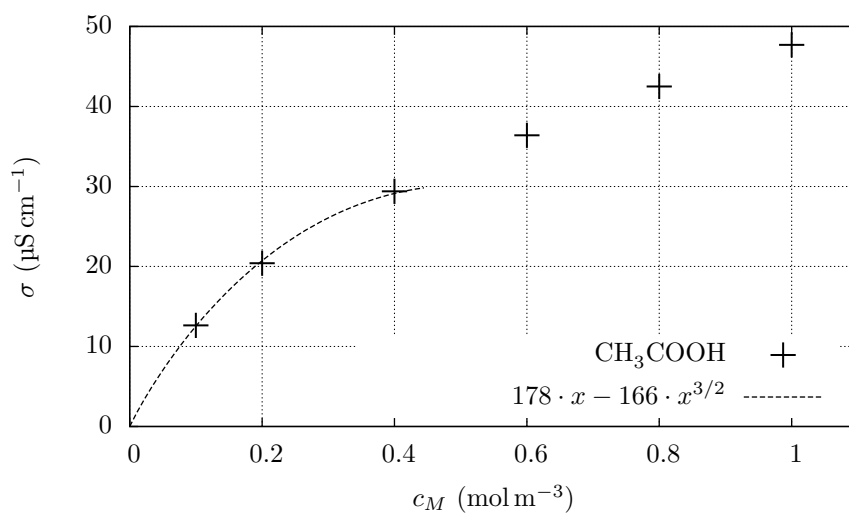
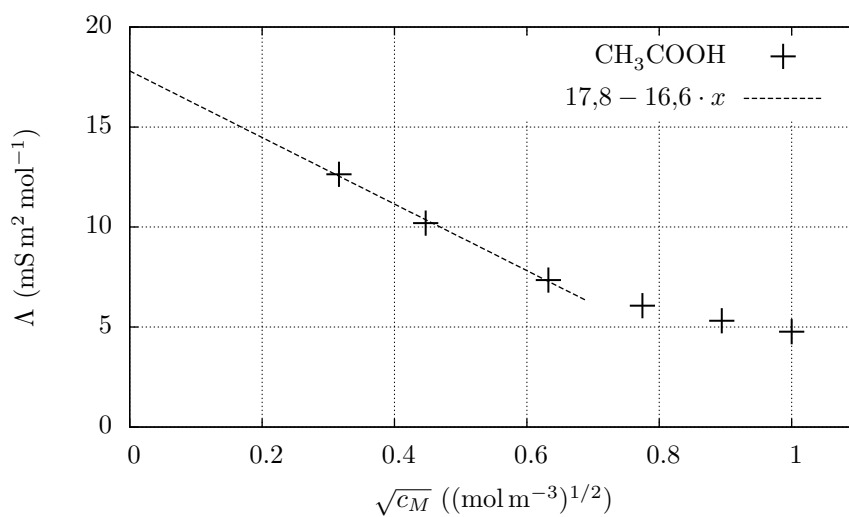
Tabulka 1:



Graf 1: Závislost konduktivity HCl na koncentraci



Graf 2: Závislost molární konduktivity HCl na odmocnině z koncentrace

Graf 3: Závislost konduktivity CH_3COOH na koncentraciGraf 4: Závislost molární konduktivity CH_3COOH na odmocnině z koncentrace

Diskuze

Z grafu 1 vyplývá, že závislost konduktivity HCl na koncentraci je velmi dobře lineární a z grafu 2 nevyplývá žádná jednoduchá závislost molární konduktivity na koncentraci. Závislost není dokonce ani monotónní, což neodpovídá empirickému vzorci (2). První čtyři hodnoty naznačují klesající trend, pokud bychom proložili přímkou jen je (v grafu přerušovanou čarou), obdrželi bychom mírně odlišnou hodnotu $\Lambda_0 = (38,4 \pm 0,2) \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$. Tento postup ale považujeme za neoprávněný. Konstanta k je pravděpodobně příliš malá na to, abychom ji změřili našimi prostředky.

CH_3COOH není silný elektrolyt a proto pro ni neplatí (2). Z grafu 4 je vidět, že závislost $\Lambda(\sqrt{c_M})$ v měřeném rozsahu určitě není lineární. Pokud bychom předpokládali, že se na intervalu $(0; 0,7)$ chová lineárně, extrapolací bychom získali $\Lambda_0 = (17,8 \pm 0,5) \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$. Odpovídající závislost $\sigma(c_M)$ je zakreslena do grafu 3. Ve skutečnosti ale graf 4 naznačuje spíše ryze konvexní průběh, takže můžeme usuzovat, že skutečná hodnota je vyšší. Uvedené úvahy jsou ovšem pouhé dohady, pro spolehlivé určení Λ_0 pro CH_3COOH by bylo nutné důkladnější měření a studium slabých elektrolytů.

Zjistili jsme, že molární konduktivita silného elektrolytu je přibližně čtyřikrát vyšší než slabého elektrolytu. Se zvyšující se koncentrací u slabého elektrolytu velmi rychle klesá, zatímco u silného elektrolytu klesá velmi pomalu, či je dokonce konstantní.

Závěr

Změřili jsme závislost konduktivity na koncentraci jednoho silného (HCl) a jednoho slabého (CH_3COOH) elektrolytu.

Konduktivita obou elektrolytů v měřeném rozsahu roste s rostoucí koncentrací.

Molární konduktivita HCl byla v celém rozsahu téměř konstantní, zatímco u CH_3COOH rychle klesala.

Lineární extrapolací jsme určili limitní molární konduktivitu pro nekonečné zředění pro HCl $\Lambda_0 = (37,4 \pm 0,2) \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$.

Seznam použité literatury

1. *Základní fyzikální praktikum* [online]. [cit. 2016-12-08]. Dostupný z WWW: <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/start>.