

# FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

## Fyzikální praktikum 2

**Zpracoval:** Jakub Juránek

**Naměřeno:** 10. prosinec 2012

**Obor:** UF    **Ročník:** II    **Semestr:** III

**Testováno:**

### Úloha č. 4: Pohyblivost častic

$$T = 16,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p = 975 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 28 \text{ \%}$$

## 1. Teorie

### 1.1. Povinná část

*Určení odporové kapacity elektrolytické cely.*

*Změření teplotní závislosti pohyblivosti iontů v elektrolytu.*

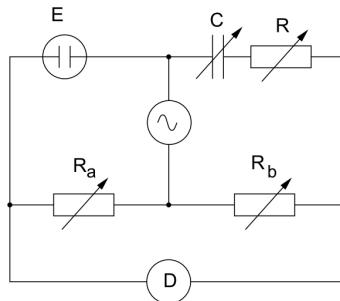
Pro odpor  $R_x$  elektrolytu v elektrolytické cele platí vztah:

$$R_x = \frac{A}{\sigma}$$

kde  $A$  je odporová kapacita elektrolytické cely a  $\sigma$  měrná vodivost roztoku.

Pro určení odporové kapacity elektrolytické cely využijeme nasyceného roztoku sádrovce, u kterého známe měrnou vodivost v rozmezí 15 – 20 °C.

Pro měření odporu  $R_x$  využijeme následující můstkové zapojení:



Ve stavu rovnováhy, tedy když detektorem  $D$  nepoteče proud, můžeme odpor elektrolytu vzorcem:

$$R_x = \frac{R_a}{R_b} R$$

Pokud známe odporovou kapacitu elektrolytické cely, můžeme z uvedeného vzorce určovat měrnou vodivost roztoku.

K tomu užijeme automatického mostu, který měří v paralelním zapojení  $R_p$  a  $C_p$  a je tedy nutno odpor  $R_x$  přepočítat vztahem:

$$R_x = \frac{R_p}{1 + 4\pi^2 f^2 C_p^2 R_p^2}$$

kde  $f$  je frekvence mostu.

Známe-li měrnou vodivost roztoku, můžeme určit pohyblivost iontů  $\mu$  ze vzorce:

$$\mu = \frac{\sigma}{2Fc_m}$$

kde  $F$  je Faradayův náboj a  $c_m$  molarita.

## 1.2. Varianta B

*Teplotní závislost pohyblivosti volných elektronů v kovu.*

Pro odpor drátu platí vztah:

$$R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{S}$$

kde  $L$  je délka a  $S$  průřez drátu.

Měření odporu a stanovení měrného odporu provedeme stejně, jako v předchozím případě pomocí automatického mostu.

Pohyblivosti volných elektronů pak můžeme spočítat jako:

$$\mu = \frac{\sigma}{e_0 n}$$

kde  $e_0$  je elementární náboj a  $n$  koncentrace volných elektronů.

## 2. Měření

### 2.1. Povinná část

Nejprve budeme měřit odpor nasyceného roztoku sádrovce, z čehož určíme odporovou kapacitu  $A$  elektrolytické cely.

$$R_a = 900 \Omega$$

$$R_b = 500 \Omega$$

$T[\text{°C}]$	$R[\Omega]$	$R_x[\Omega]$	$\sigma[\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}]$	$A[\text{m}^{-1}]$
15	250,0	450,0	0,1734	78,0
16	246,0	442,8	0,1782	78,9
17	243,0	437,4	0,1831	80,1
18	240,0	432,0	0,1880	81,2
19	237,0	426,6	0,1928	82,2
20	234,0	421,2	0,1976	83,2
21	229,0	412,2	0,2024	83,4

$$A = (81,0 \pm 0,8) \text{ m}^{-1}$$

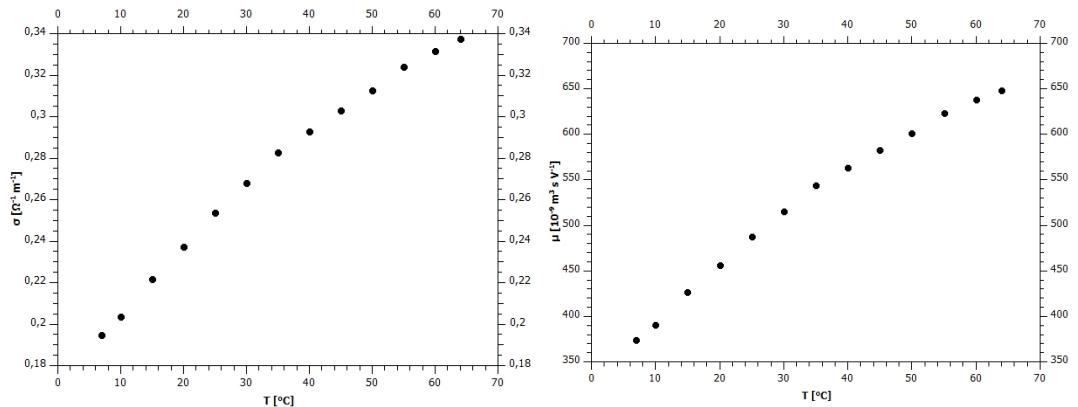
Dále budeme měřit teplotní závislost elektrolytické vodivosti a pohyblivosti iontů  $0,02 \text{ mol l}^{-1}$  roztoku KCl pomocí automatického mostu .

$$f = 1 \text{ kHz}$$

$$F = 96485,35 \text{ C mol}^{-1}$$

$$c_m = 20 \text{ mol m}^{-3}$$

$T[\text{°C}]$	$R_x[\Omega]$	$\sigma[\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}]$	$\mu[10^{-9} \text{ m}^3 \text{ s V}^{-1}]$
7	416, 5	0, 1945	50, 41
10	398, 3	0, 2034	52, 70
15	365, 3	0, 2218	57, 46
20	341, 4	0, 2373	61, 48
25	319, 3	0, 2537	65, 74
30	302, 3	0, 2680	69, 43
35	286, 5	0, 2828	73, 28
40	276, 7	0, 2929	75, 88
45	267, 4	0, 3029	78, 49
50	259, 0	0, 3128	81, 06
55	250, 0	0, 3241	83, 98
60	244, 2	0, 3318	85, 96
64	240, 2	0, 3374	87, 41



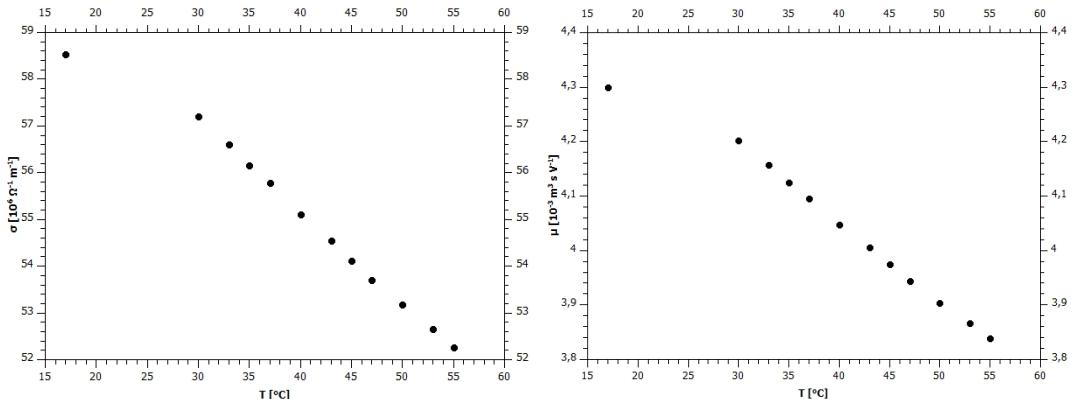
## 2.2. Varianta B

Budeme měřit měděný drát, takže potřebné veličiny jsou:

$$\begin{aligned}
 L &= 29 \text{ m} \\
 d &= 0,112 \text{ mm} \\
 S &= 9,85 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \\
 e_0 &= 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
 n &= 8,5 \cdot 10^{28} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Změříme teplotní závislost měrné vodivosti a pohyblivosti nábojů pomocí automatického mostu .

$T [^{\circ}\text{C}]$	$R_x [\Omega]$	$\sigma [10^6 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}]$	$\mu [10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s V}^{-1}]$
55	56,3	52,26	3,838
53	55,9	52,65	3,866
50	55,4	53,17	3,904
47	54,8	53,70	3,944
45	54,4	54,12	3,974
43	54,0	54,54	4,005
40	53,4	55,11	4,047
37	52,8	55,78	4,096
35	52,4	56,16	4,124
33	52,0	56,60	4,157
30	51,4	57,21	4,202
17	50,3	58,54	4,299



### 3. Závěr

V první části jsme nejpreve změřili odporovou kapacitu elektrolytické cely.

Poté jsme změřili teplotní závislost vodivosti a pohyblivosti iontů v roztoku KCl.

Zde nám měrná vodivost vyšla asi dvojnásobná oproti udávané hodnotě pro  $20 \text{ } ^{\circ}\text{C}$   $\sigma_{KCl} = 0,129 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ .

V druhé části jsme měřili teplotní závislost vodivosti a pohyblivosti nábojů měděného drátu.

Naměřená měrná vodivost je zde blízko udávané hodnotě pro  $25 \text{ } ^{\circ}\text{C}$   $\sigma_{Cu} = 51,14 \cdot 10^6 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ .