

# University of South Bohemia

Faculty of Science



Praktika IV

Comptnův rozptyl

Datum: 18.10.2023  
Jmeno: Martin Skok  
Obor: Fyzika  
Hodnoceni:

# 1 Úkoly

- experimentálně zjistit hodnotu elektrického elementárního náboje  $e$  pomocí Milikanova experimentu

# 2 Pomůcky

Základní deska, mikroskop s milimetrovou škálou, deskový kondenzátor, osvětlovací zařízení, olej, rozprašovač oleje, gumový balónek

# 3 Teorie

Millikan rozprašoval malé kapky oleje do komory. V jeho prvním experimentu jednoduše měřil, jak rychle kapky padají pod vlivem gravitace. Poté bylo možné vypočítat hmotnost jednotlivých kapek. Následně rozprašoval olejové kapky a aplikoval na ně elektrický náboj tím, že pomocí rentgenových paprsků svítil shora skrz spodní část zařízení. Rentgenové paprsky ionizovaly vzduch, což způsobilo, že se elektrony připojovaly k olejovým kapkám. Olejové kapky nabraly statický náboj a byly zavěšeny mezi dvěma nabitými destičkami. Millikan byl schopen sledovat pohyb olejových kapek mikroskopem a zjistil, že se kapky řadily do určitého uspořádání mezi destičkami v závislosti na počtu elektrických nábojů, které získaly.

Millikan využil tuto informaci k výpočtu náboje elektronu. Jeho výsledek byl náboj  $1.5924 \times 10^{-19}$  C, kde C značí coulomb. Dnes je přijímaná hodnota náboje elektronu  $1.602176487 \times 10^{-19}$  C.

Sutherlandův vztah pro zjištěné dynamické viskozity vzduchu

$$\eta_{vzduch} = \eta_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{3/2} [uPa] \quad (1)$$

Kde  $\eta_0 = 18,27 \mu Pa$ ,  $T_0 = 291.15 K$ ,  $C = 120 K$  je Sutherlandova konstanta. Tlak saturovaných par

$$p_{sat} = 6.1087 \cdot 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}} [hPa] \quad (2)$$

Kde teplota je v  $^{\circ}C$

Tlak vodních par

$$p_v = \phi p_{sat} [hPa] \quad (3)$$

Kde  $\phi$  je vlhkost vzduchu.

Parciální tlak suchého vzduchu

$$p_d = p - p_v [hPa] \quad (4)$$

Hustota vzduchu

$$\rho_1 = \frac{p_d}{R_d T} + \frac{p_v}{R_v T} [kg \cdot m^{-3}] \quad (5)$$

Kde  $R_d = 287.058 [JKg^{-1}K^{-1}]$  je měrná plynová konstanta suchého vzduchu a  $R_v = 461.495 [JKg^{-1}K^{-1}]$  je měrná plynová konstanta vodních par.

Poloměr kapky

$$r = \sqrt{\frac{9}{2} \frac{\eta \frac{\Delta x}{\Delta t}}{(p_2 - p_1)g}} \quad (6)$$

Kde  $\eta$  je viskozita vzduchu,  $\rho_2 = 873$  je hustota oleje,  $g = 9.81$  je gravitační zrychlení.

Náboj kapky

$$q = 9\pi \frac{d}{U} \sqrt{\frac{2\eta^3 v^3}{(p_2 - p_1)g}} \quad (7)$$

Kde  $d = 6mm$  je vzdálenost mezi deskami kondenzátoru,  $U$  je napětí.

Korekce náboje kapky

$$q_c = \frac{q}{\sqrt{\left(1 + \frac{A}{r}\right)^3}} \quad (8)$$

Kde  $A = 0.07776\mu m$  je koeficient tření olejové kapky

## 4 Data

Tabulka 1:

Napětí $U[V]$	Vzdálenost $\Delta s[mm]$	Čas $\Delta t[s]$	Teplota $T[K]$	Tlak $p[hPa]$	Vlhkost $\phi[\%]$
323	0.5	4.362	21.6	964.7	40
425	1.5	1.588	-	-	-
424	2.0	4.579	-	-	-
64	0.5	21.303	-	-	-
112	0.5	21.303	-	-	-
168	0.5	2.128	-	-	-
173	0.5	2.04	-	-	-
78	0.5	6.738	22.0	965.0	40
116	0.5	13.675	-	-	-
130	0.5	9.521	-	-	-
150	0.5	7.563	-	-	-
80	0.5	11.318	-	-	-
36	0.5	11.456	22.1	965.2	39
120	0.5	18.594	-	-	-
42	0.5	11.659	-	-	-

Následující hodnoty jsem počítal podle vzorců 1 až 5 a potom jsem tři hodnoty, které mi vyšli, aritmeticky zprůměroval

Dynamická viskozita vzduchu  $\eta_{vzduch} = 18.463[\mu Pa]$

Tlak saturovaných par  $p_{sat} = 26.278[hPa]$

Tlak vodních par  $p_v = 10.422[hPa]$

Parciální tlak suchého vzduchu  $p_d = 954.543[hPa]$

Hustota vzduchu  $\rho_1 = 1.134[kgm^{-3}]$

Poloměr kapky, náboj kapky a korekci náboje kapky jsem počítal podle vzorců 6 až 8.

Počet elektronů v kapce jsem počítal jako

$$n = \frac{q_c}{e_t}$$

Kde  $n$  jsem zaokrouhlil na nejbližší celé číslo a  $e_t$  je hodnota náboje elektronu z tabulky.

Můj naměřený náboj jsem spočetl jako

$$e = \frac{q_c}{n}$$

Tabulka 1:

Poloměr kapky $r[m \cdot 10^{-6}]$	Náboj kapky $q[C \cdot 10^{-19}]$	korekce náboje kapky $q_c[C \cdot 10^{-19}]$	počet elektronů $n$	náboj $e[C \cdot 10^{-19}]$
1.055	7.82	7.029	4	1.757
3.029	140.583	135.338	84	1.611
2.06	44.308	41.912	26	1.612
0.477	3.657	2.916	2	1.458
0.477	2.089	1.666	1	1.666
1.511	44.121	40.922	26	1.574
1.543	45.648	42.403	26	1.631
0.849	16.866	14.789	9	1.643
0.596	3.923	3.263	2	1.632
0.714	6.025	5.16	3	1.72
0.801	7.375	6.419	4	1.605
0.655	7.554	6.384	4	1.596
0.651	16.484	13.918	9	1.546
0.511	2.392	1.934	1	1.934
0.645	13.762	11.603	7	1.658

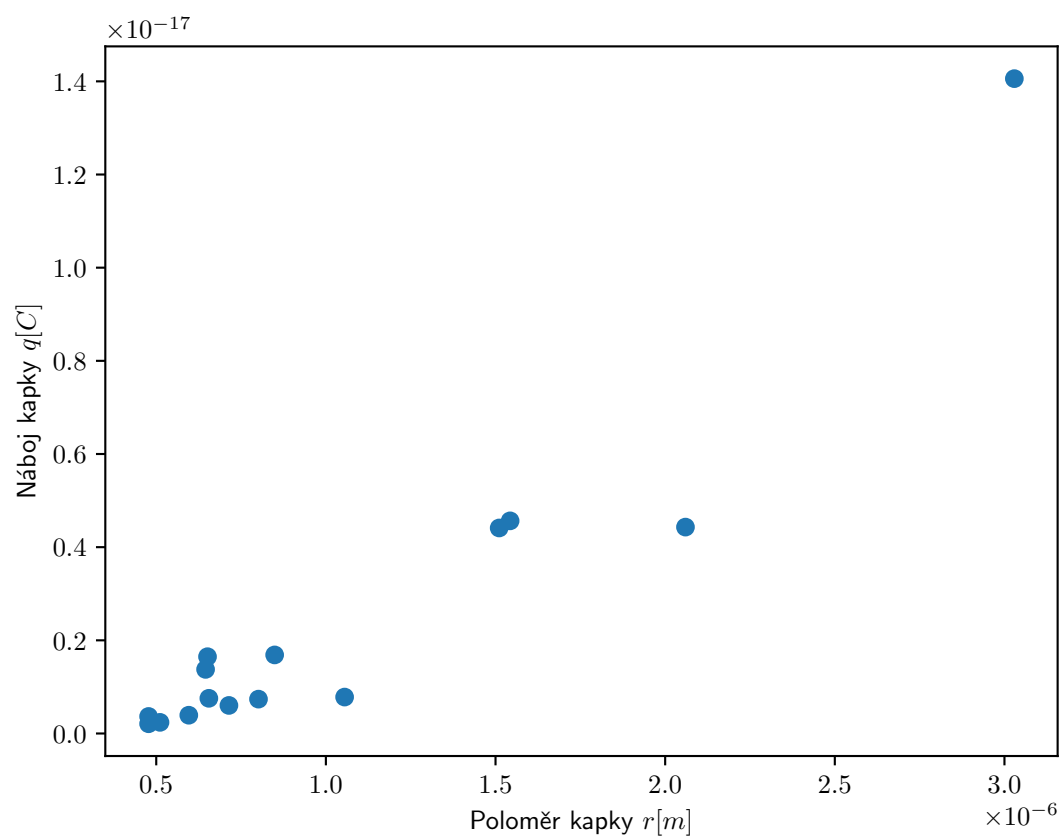


Figure 1: Rutherfordův rozptyl

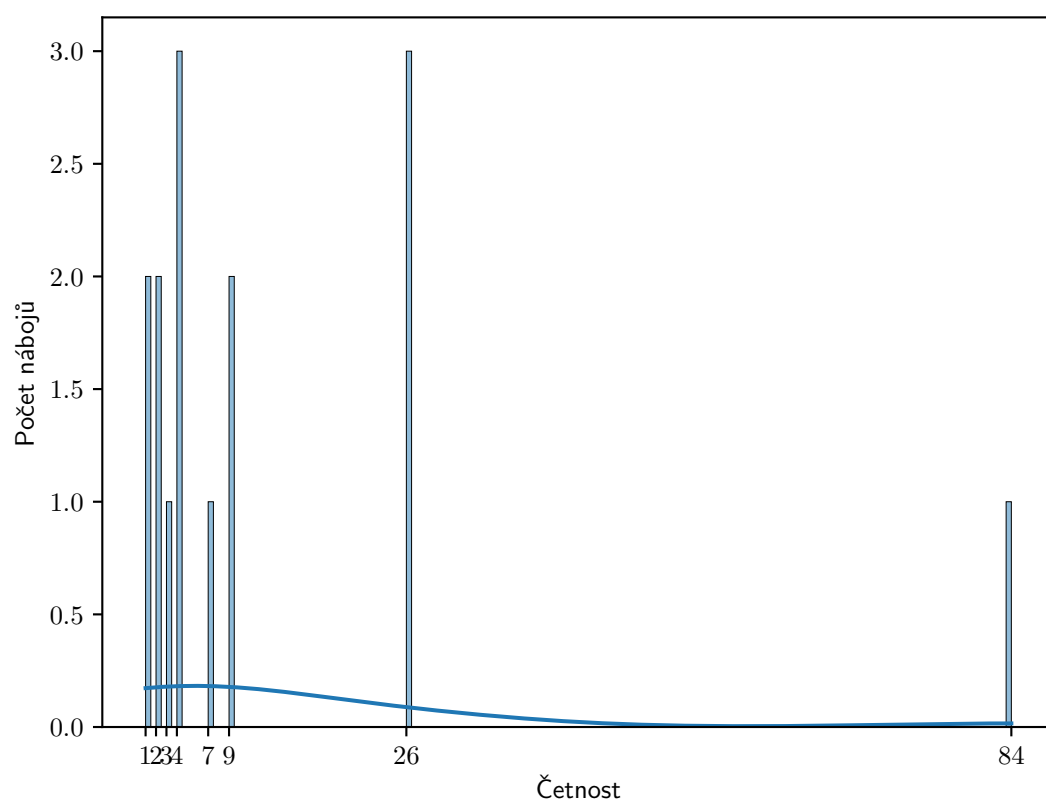


Figure 2: Rutherfordův rozptyl