

MILLIKANŮV EXPERIMENT

Na experimentu pracovali :

David Šubrt (Gymnázium Děčín)

Jakub Hraníček (Gymnázium Pelhřimov)

Václav Kohoutek, Šárka Dosoudilová, David Štencel, Michal Kolář (Gymnázium Šternberk)

Supervisor :

Ing. Vojtěch Svoboda - Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
katedra fyziky

Celé téma a experiment probíhal na katedře fyziky FJFI ČVUT

Základní popis elementárního náboje

Jedna z nejjednodušších konstant dnešní fyziky je tzv. elementární náboj / zn. e /. Je to elektrický náboj elementárních částic, charakterizuje jejich interakci s elektromagnetickým polem. K základním vlastnostem elektrického náboje patří jeho existence ve dvou formách – kladné a záporné. Dále zákon zachování elektrického náboje při všech procesech mezi elementárními částicemi, a konečně to, že náboj všech elementárních částic je až na znaménko přesně stejně velký a dále nedělitelný.

/ Podle kvarkové teorie jsou silně interagující částice – hadrony (př. proton) složeny z ještě „elementárnějších“ částic – kvarků, nesoucí zlomkový elementární náboj. Tyto částice jsou v hadronech velmi silně vázány a nebyly dosud samostatně pozorovány. /

Z tohoto tvrzení vyplývá, že elektrický náboj je vždy kvantován, je tedy diskrétní. Každý reálný náboj v přírodě je vždy celým násobkem elementárního náboje. / Dnešní technika však ještě není schopna tuto skutečnost prokázat při měření větších nábojů díky velmi malé hodnotě e . Klíčové postavení elementárního náboje mezi základními fyzikálními konstantami je dáno též tím, že spojuje mnohé makroskopicky měřitelné veličiny s veličinami atomárními ; např. z měrného náboje elektronu e/m_e lze pomocí e určit jeho hmotnost m_e , z Faradayovy konstanty $F=eN_a$ Avogadrovu konstantu, a tím i hmotnost jednoho atomu apod. Hodnota elementárního náboje je přibližně $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ / Dle Millikanových měření /.

PRINCIP MILLIKANOVA EXPERIMENTU

Mill. experiment je založen na principu měření pohybu nabitých kapek v elektrickém poli. Používá se olej podobný hodinářskému oleji. Do prostoru mezi vodorovně orientovanými deskami kondenzátoru jsou vstříkovány drobné olejové kapičky a jejich pohyb je pozorován mikroskopem. Kapičky nesou malé el. náboje získané třením při rozstříkávání. Pokud na kondenzátor není podáno napětí, budou se kapičky pohybovat vertikálně dolů pod vlivem F_G , vzlaku , odporu prostředí, který je možno popsat Stokesovou silou. Díky odporu prostředí se rychlost kapiček v_g ustálí jako konstantní. Podáme-li na kondenzátor napětí, bude se táž kapička pohybovat vzhůru k opačně nabitě desce kondenzátoru konstant. rychlostí v_e . Změříme-li rychlost kapičky v obou případech, můžeme z pohybových rovnic určit poloměr kapičky a její náboj.

$$mg - m'g - 6\pi\eta r v_g = 0 \quad (\text{bez pole})$$

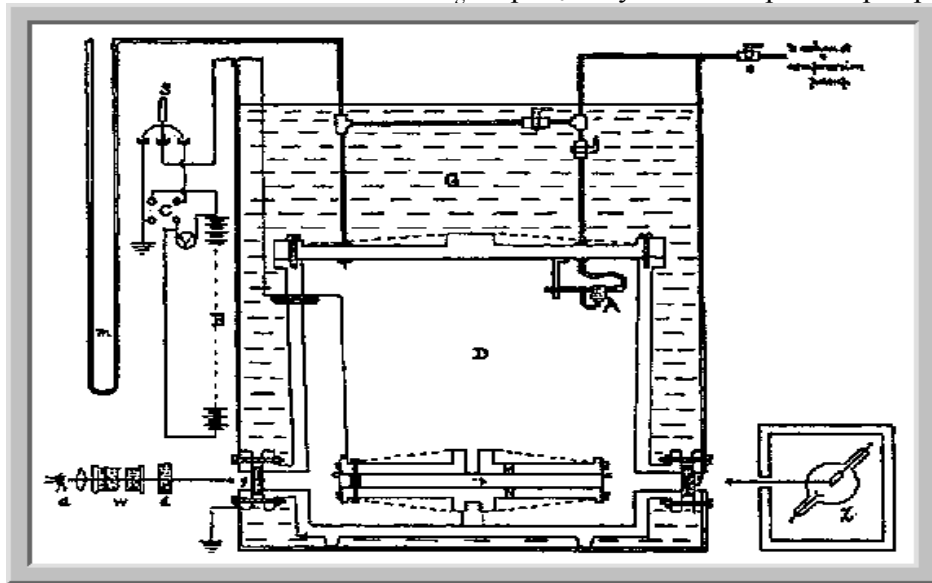
$$mg - m'g + 6\pi\eta r v_e = EQ \quad (\text{s polem})$$

m - hmotnost kapičky ;

m' - hmotnost vytlačeného vzduchu

η - viskozita vzduchu

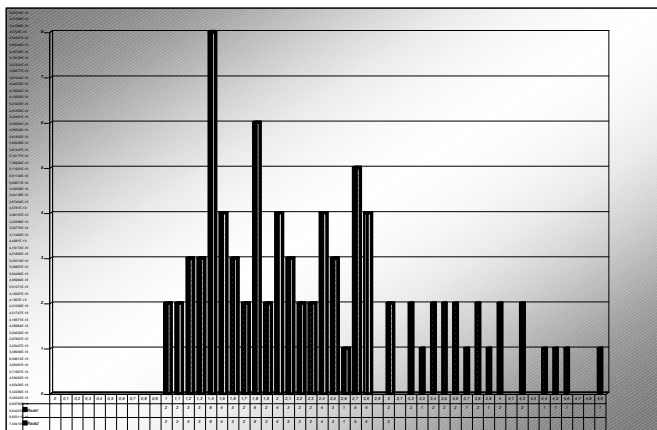
r - poloměr kapičky
 v_g resp. v_e - rychlost bez pole resp. s polem



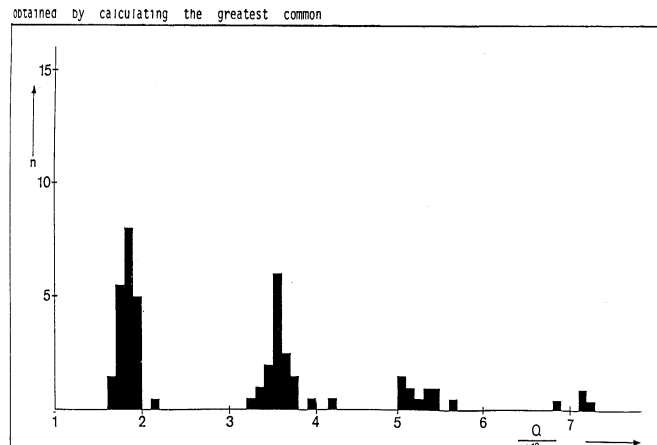
Nákres Millikanovy aparatury

Při našem měření jsme naměřili 90 údajů, které obsahovaly rychlost bez pole a s el. polem. Poté jsme podle rovnic určili náboje ke každé hodnotě a z těchto hodnot jsme sestavili histogram. Z něho jsme pak určili elementární náboj.

$$\text{rovnice : } r = \sqrt{\frac{v_g \eta}{2(\sigma - \rho)g}} \quad q = \frac{6\pi\eta r}{E}(v_g + v_e)$$



Histogram dle našich hodnot



Histogram sestavený dle manuálu

Konečný výsledek elementárního náboje dle našich měření byl vypočten na $1,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- Literatura :
- 1) Doc. Ing. Ivan Štoll, CSc. - Elektřina a magnetismus (FJFI ČVUT 1998)
 - 2) Prof. RNDr. Jaromír Brož , RNDr. Vladimír Roskovec, CSc. - Základní fyzikální konstanty (SPN 1987)
 - 3) Determining the elementary charge ; The Millikan experiment (LEYBOLD)