

Millikanův experiment

V. Bobuskyy, D. Harutyunyan*, P. Nechanický

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

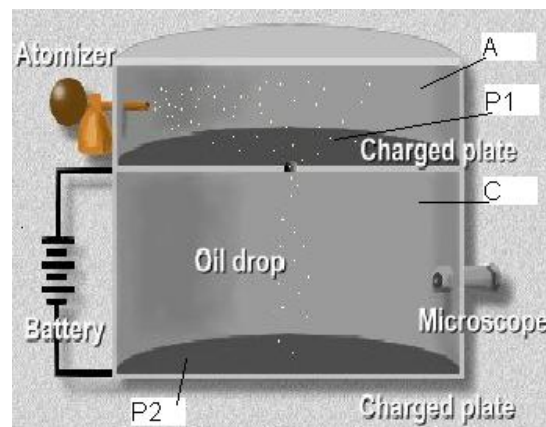
*dovoluchen@rambler.ru

Abstrakt

Již od roku 1913 fyzikové vědí o elementárním náboji. Přijali jsme výzvu znovu po mnoha letech tento experiment zopakovat a dokázat skutečnost kvantování náboje. Při tomto experimentu jsme se i my tři snažili dojít k dávno známému výsledku. Musíme uznat, že pan Robert A. Millikan musel prokázat obdivuhodnou výdrž a kreativnost, při překonávání problematiky s technikou a přesností měření.

1 Úvod

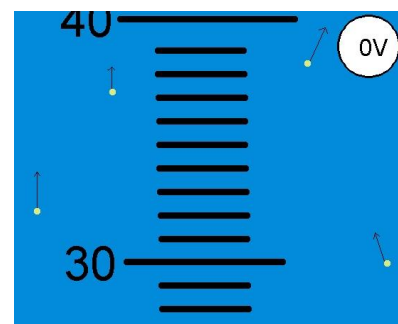
Americký fyzik Robert A. Millikan pomocí jednoduchého experimentu v letech 1910-1913 určil velikost elementárního náboje. Elementární náboj patří mezi základní fyzikální konstanty. Millikanův pokus byl důkazem toho, že elektrický náboj je kvantován, a Millikan získal v roce 1923 Nobelovu cenu za fyziku částečně i za tuto práci. Časem se tento experiment několikrát opakoval s lepší a důmyslnější technikou, aby se dosáhlo co nejlepší přesnosti. Nyní dokážeme měřit elementární náboj mnohem přesněji, a to nepřímo, výpočtem z veličin, které jsou snadněji a přesněji měřitelné. V současnosti platí, že velikost elementárního náboje je $e = 1,602\,176\,487(40) \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



Obr. 1: Millikanův přístroj

2 Princip Millikanova experimentu

Principem Millikanova experimentu je měření změny rychlosti olejových kapiček při pádu v elektrickém poli a bez elektrického pole. Vstříkujeme-li drobné olejové kapičky do komory A, některé z kapiček se při srážkách s ionty vzduchu nabijí kladně, jiné záporně. Vezmeme kapku o poloměru R a o hmotnosti m , která padá malým otvorem v desce P1 do komory C. Určíme, že kapka padající otvorem má záporný náboj $-Q$. Pomalu se pohybující kapku brzdí síla odporu prostředí o velikosti $F = 6\pi\eta r v$ (Stokesův vzorec), kde η je dynamická viskozita vzduchu. Proto kapka záhy dosáhne mezní rychlosti, kterou určíme z rovnováhy sil. Pokud v komoře C není elektrické pole, pak rovnováhou sil dostaneme $mg = 6\pi\eta r v$. Mezní rychlost v se určí z doby průchodu mezi dvěma vodorovnými vlákny v ohniskové rovině okuláru mikroskopu, kterým pozorujeme kapku.



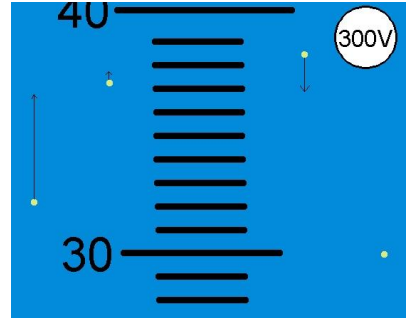
Obr. 2: Pohled v okuláru mikroskopu

Pokud připojíme baterii, spojíme komoru C s kladným pólem baterie a ta nabije vodivou desku P1 kladně a desku P2 záporně.

Nabité desky budí v komoře C elektrické pole, jehož intenzita E směřuje dolů. Toto pole působí elektrostatickou silou na každou nabitou kapku, která se nachází v komoře, a ovlivňuje její pohyb. Pád kapky se zastaví a kapka začne stoupat. Její mezní rychlost se změní. Při změně rychlosti ve v_1 se změní i rovnováha sil $QE - mg = 6\pi\eta r v_1$. Změní-li se náboj kapky na $-Q_2$, změní se mezní rychlost jejího stoupaní na v_2 : $Q_2E - mg = 6\pi\eta r v_2$.

Z těchto vztahu dostaneme $Q = \frac{6\pi\eta r (v_2 - v_1)}{E}$. Potom kondenzátor

vybijeme a znovu změříme rychlost v . Jednu kapku tak mnohokrát proměříme a z každé náhlé změny její rychlosti vypočteme změnu jejího náboje.



Obr. 3: Olejové kapičky v elektrickém poli

3 Naše měření

K tomu abychom mohli tento experiment uskutečnit jsme si zapůjčili potřebné zařízení. Potřebovali jsme kondenzátor, který byl izolovaný od okolního prostředí. A to z důvodu, aby povětrnostní podmínky v okolním prostředí neovlivňovaly pohyb kapiček uvnitř kondenzátoru. Dále jsme potřebovali okulár, kterým jsme sledovali kapičky, zdroj energie, a především olej, k tvoření olejových kapiček. Uskutečnili jsme více jak 100 měření.



Obr. 4: Pomůcky

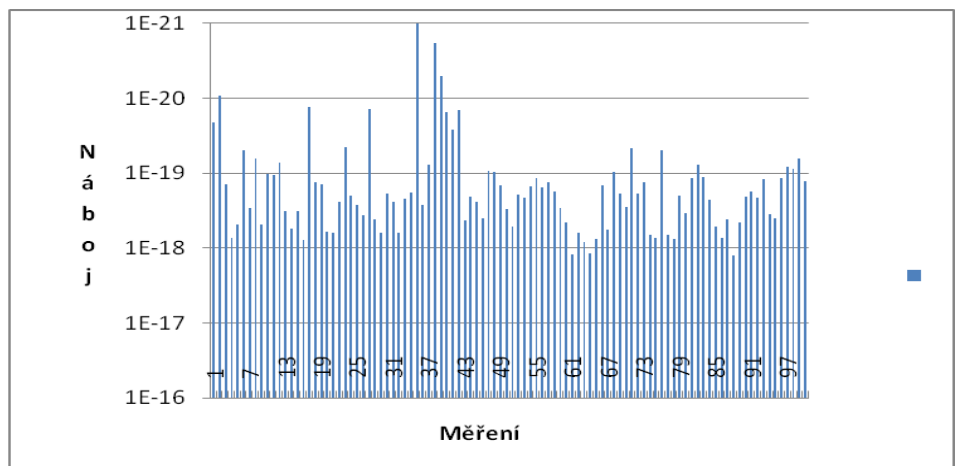


Obr. 5: Průběh měření

Každé měření jsme pečlivě zaznamenali. Při měření jsme se postupně doladřovali techniku měření, abychom naměřili co nejpřesněji. Například jsme zjistili, že izolace kondenzátoru od okolního prostředí není příliš spolehlivá. Proto jedinec, který pozoruje kapičku v okuláru mikroskopu musí během pozorování zadržet dech, nebo nevydechovat směrem ke kondenzátoru.

4 Zpracování údajů

Při zpracování námi naměřených údajů, jsme se dopustili chyby. Místo vypočítávání násobků rozdílů mezi naměřenými údaji,



Graf 1: Zpracované údaje

jsme naše údaje zpracovali statisticky.

Velkým překvapením pro nás bylo, když výsledek, i přes velké odchylky při měření, byl velmi podobný výsledku měření Roberta A. Millikana.

5 Závěr

Měření bylo pro nás zajímavým a poučujícím, dozvěděli jsme se hodně nového a hlavně zažili jsme ten pocit týmové práce a úspěch, že jsme dostali docela dobrý výsledek $\pm(-E19)$, i když jsme neměli ideální podmínky nebo blízko k ideálním. Jako závěr můžu říct, že pokus jsme zvládli.

6 Poděkování

Děkujeme všem blízkým, kteří nás podporovali při zpracování tohoto tématu. Dále děkujeme Ing. Svobodovi za možnost se angažovat.

7 Reference

- [1] I. Štoll, Elektřina a magnetismus, skriptum ČVUT, 2001
- [2] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Elektřina a magnetismus, VUTIUM, 2007
- [3] http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1923/millikan-bio.html
- [4] <http://www.jergym.hiedu.cz/%7Ecanovm/objevite/objev4/mil.htm>