**Úloha č. 1. Millikanův pokus, určení elementárního elektrického náboje**

**Pracovní úkoly:**

1. Metodou volného pádu změřte náboje olejových kapek

2. Vytvořte graf nábojů kapek (*q*) jakožto funkce poloměrů kapek (*r*)

3. Proveďte korekci náboje pro malé poloměry kapek, utvořte histogram četností nábojů kapek

4. Vypočtěte elementární náboj

Roku 1897 J.J. Thomson objevil záporně nabité částice s hmotností cca 1840x menší, než je hmotnost atomu vodíku. Jeho výsledky se však stále daly vysvětlit pomocí spojitého elektrického náboje. Robert A. Millikan s Harvey Fletcherem v roce 1909 ukázali, že elektrický náboj je kvantovaný.

Základem experimentu je metoda plovoucí kapky, která spočívá v proměření rychlosti volného pádu olejové kapky (ta je při vstřiknutí do prostoru mezi elektrodami ionizována a nese elektrický náboj), kde její rychlost je díky viskozitě vzduchu konstantní. Poté se pomocí přiloženého napětí na deskové elektrody určí náboj, který kapka nese.

**Postup měření:**

0. Před měřením a opakovaně během měření zapište teplotu, tlak a relativní vlhkost v místnosti.

1. Zapojte elektrody deskového kondenzátoru do zdroje napětí (červený kabel + musí být zapojen do horní desky). Zapojte napájení osvětlovací lampy do zdroje (černé kabely).

2. Zkontrolujte, zda je v rozprašovači dostatek oleje, v případě potřeby doplňte.

3. Zapněte zdroj. **Po zapnutí zdroje se vyvarujte dotyku s elektrodami, existuje nebezpečí úrazu elektrickým proudem.** Napětí nastavte na 0 V a páčku napětí přepněte na off.

4. Točte držákem čočky, až jasně uvidíte mikrometrickou škálu a nastavte ji do vertikální polohy.

5. Použijte gumový balonek ke vstřiku oleje mezi desky kondenzátoru. Pohybem mikroskopu nastavte rovinu, ve které je vybraná olejová kapka vidět jako světlý bod.

6. K určení náboje budeme používat metodu plovoucí kapky, jejíž princip je následující.

7. Když není přiloženo napětí, kapičky padají. Vyberte si kapku, kterou budete sledovat, a zaostřete na ni pohybem mikroskopu.

8. Pak se přiloží napětí na kondenzátor (přepněte páčku U do pozice on) a nastaví tak, aby sledovaná kapka přestala padat a ani nestoupala. Příslušné napětí zaznamenejte.

9. Na stupnici (celková délka mikrometrické stupnice je 10 mm, stupně jsou po 0,1 mm, **pozor**, mikroskop má 2x zvětšení, proto skutečná celková vzdálenost počátku a konce stupnice je 5 mm) si vyberte stupně, mezi kterými budete měřit rychlost sledované kapky. Vypněte napětí na kondenzátoru.

10. V okamžiku, kdy kapka padá kolem vybrané čárky na stupnici, zmáčkněte na stopkách START. V okamžiku, kdy padá kolem předem vybrané koncové čárky, zmáčkněte STOP. Hodnotu vzdálenosti Δx a délku časového intervalu Δt, za kterou tuto vzdálenost kapka urazila zaznamenejte.

11. Resetujte stopky.

12. Tuto proceduru (body 7 až 11) opakujte pro velký počet (bude určeno na místě, dle časové náročnosti) různých kapek.

**Vyhodnocení a zpracování dat:**

13. Z rychlosti pádu kapky lze určit její poloměr , kde *η* je viskozita vzduchu,  rychlost pohybu olejové kapky, *ρ2*=873 kgm-3 hustota oleje, *ρ1* hustota vzduchu (viz určování hustoty a viskozity vzduchu dále) a *g* gravitační zrychlení.

14. Náboj kapičky se určí ze vztahu , kde *d*=6 (±0,05) mm je vzdálenost mezi deskami kondenzátoru, *U* změřené napětí.

15. Výsledky vyneste do grafu *q* jako funkce *r*.

16. Proveďte korekci náboje pomocí Cunninghamova vztahu, pro malé poloměry kapek. , kde *A*=0,07776 μm je koeficient tření olejové kapky ve vzduchu za standartního tlaku a teploty 25°C.

17. Vytvořte histogram četnosti pozorovaných nábojů kapiček.

**Určení hustoty a viskozity vzduchu**

Hustota vzduchu je dána vztahem , kde *T* [K] je teplota vzduchu, *pd* [Pa] je parciální tlak suchého vzduchu, *pv* [Pa] je tlak vodních par, *Rd* = 287,058 Jkg-1K-1 je měrná plynová konstanta suchého vzduchu,

*Rv*=461,495 Jkg-1K-1 je měrná plynová konstanta vodních par.

*pv* určíme ze vztahu , kde *φ* je relativní vlhkost vzduchu a *psat* je tlak saturovaných vodních par. Ten určíme ze vztahu , kde vypočtený tlak je v hPa a teplotu je nutno zadávat v °C.

*pd* pak dopočteme ze vztahu , kde *p* je naměřený tlak vzduchu.

Dynamickou viskozitu plynu určíme ze Sutherlandova vztahu , kde *η0* = 18,27 μPa s, *T* [K] je teplota vzduchu, *T0* = 291,15 K a *C* = 120 K.