

Praktikum z vakuové fyziky

Úloha 10: Měření čerpací rychlosti iontové vývěvy

Úvod

Cílem této úlohy je seznámení s iontovou vývěvou diodového typu a s jejími vlastnostmi. Aparatura je sestavena ze dvou komor, které jsou odděleny přepážkou s malým kruhovým otvorem, průměr otvoru je $D = 1,0$ mm, síla přepážky je $L = 2,9$ mm. Ke každé komoře je připojena iontová vývěva a kombinovaný manometr - ionizační manometr se žhavenou katodou + Pirani manometr, k jedné komoře je připojen přesný jehlový ventil pro napouštění plynu, tím je vzduch při pokojové teplotě. Iontová vývěva připojená ke komoře s jehlovým ventilem je jen pomocná, slouží k vyčerpání aparatury před vlastním měřením, během měření je vypnuta.

Čerpací rychlost iontové vývěvy můžeme určit ze vztahu

$$S = \frac{I}{P_1} \quad (1)$$

kde S je čerpací rychlost, I je proud plynu, a P_1 je tlak v komoře s vývěvou, u které měříme čerpací rychlost.

Pro výpočet musíme znát proud plynu I . Ten můžeme určit z vakuové vodivosti otvoru v přepážce a z rozdílu tlaků mezi komorami.

$$I = G(P_2 - P_1) \quad (2)$$

kde G je vakuová vodivost otvoru, P_1 je tlak v komoře s iontovou vývěvou, P_2 je tlak v komoře s jehlovým ventilem.

Vakuovou vodivost otvoru v přepážce pro molekulární typ proudění pro vzduch, teplotu $T = 293$ K a kruhový průřez můžeme počítat, jako vodivost

krátké trubice, podle následujících vztahů:

$$G_o = 115,6A \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}; G_t = 121\frac{D^3}{L} \text{ [m}^3\text{s}^{-1}\text{]}; \frac{1}{G} = \frac{1}{G_o} + \frac{1}{G_t} \quad (3)$$

kde G je vakuová vodivost otvoru v přepážce, G_o je vakuová vodivost otvoru, G_t je vakuová vodivost trubice, A je plocha otvoru, L je síla přepážky, D je průměr otvoru.

Kontrolní otázky

- Na jakém principu funguje iontová diodová vývěva?
- Při jakém tlaku se typicky zapíná iontová vývěva?
- V jakých aplikacích se iontové vývěvy používají?

Úkoly a pracovní postup

- Prohlédněte si zapojení vakuových prvků na této úloze a seznamte se s ovládáním iontové vývěvy, manometrů a jehlového ventilu pro připouštění plynu.
- Pomocí jehlového ventilu postupně zvyšujte tlak v aparatuře až do maximálního proudu $900 \mu\text{A}$, který teče iontovou vývěvou. Po pootvření jehlového ventilu je nutné počkat určitou dobu na ustavení rovnováhy ve vakuovém systému. Po ustavení rovnováhy v systému odečtěte tlaky P_1 a P_2 v komorách aparatury a proud I_e , který teče iontovou vývěvou.
- Spočítejte Knudsenovo číslo pro přepážku mezi komorami a použité tlaky a určete o jaký typ proudění plynů se jedná.
- Spočítejte vakuovou vodivost otvoru v přepážce.
- Spočítejte a vynesete do grafu čerpací rychlost iontové vývěvy v závislosti na tlaku a porovnejte ji s čerpací rychlostí, kterou uvádí výrobce pro dusík.
- Vyneste do grafu závislost elektrického proudu I_e , který teče vývěvou, v závislosti na tlaku.
- V závěru prodiskutujte možné chyby měření.