

# 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

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

kde  $S$  je čerpací rychlost,  $Q$  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.

$$Q = C(P_2 - P_1) \quad (2)$$

kde  $C$  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:

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

kde  $C$  je vakuová vodivost otvoru v přepážce,  $C_o$  je vakuová vodivost otvoru,  $C_t$  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 seznámte 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.