

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity

PRAKTIKUM Z FYZIKY PLAZMATU

Mikrovlnná interferometrie plazmatu

Zpracovali: Radek Horňák, Lukáš Vrána

Naměřeno: 5. 4. 2022

1 Teorie

Plazma lze obecně kvalitativně považovat za vodič, dielektrikum či magnetickou kapalinu. Výběr modelu je závislý na konkrétní situaci. V případě interakce elektromagnetického záření s plazmatem se v oblasti nízkých frekvencí plazma popisuje jako vodič pomocí nízkofrekvenční vodivosti, při vysokých frekvencích je vhodná aplikace dielektrického modelu včetně definice vysokofrekvenční permitivity. Hranicí mezi nízkými a vysokými frekvencemi je plazmová frekvence ω_{pl} , od které se může vlna plazmatem šířit. Ta souvisí s hustotou plazmatu pomocí vztahu

$$\omega_{\text{pl}} = \frac{n_e e^2}{m_e \epsilon_0} \quad (1)$$

kde n_e je hustota volných elektronů, e elementární náboj, m_e hmotnost elektronu a ϵ_0 permitivita vakua.

Pro dielektrický model nemagnetického plazmatu je permitivita komplexní skalár. V případě, že pro popis rozdělení rychlosti elektronů zvolíme Maxwellovo rozdělení, je relativní permitivita popsána vztahem

$$\epsilon_r = 1 - \frac{n_e e^2 (\omega - i\nu_m)}{m_e \epsilon_0 \omega (\omega^2 + \nu_m^2)} \quad (2)$$

kde ν_m je srážková frekvence pro přenos hybnosti elektron–neutrál. Na rozdíl od běžných dielektrik je reálná část permitivity plazmatu menší než jedna. Místo relativní permitivity můžeme obdobně popisovat plazma pomocí indexu lomu n . Jeho reálná část je přímo úměrný fázové rychlosti vlny a tedy i fázovému posuvu $\Delta\phi$. Platí vztah

$$\Delta\phi = k_0 (1 - n) \Delta z \quad (3)$$

kde k_0 je vlnové číslo a Δz kus dráhy.

1.1 Stanovení hustoty elektronů

Pro stanovení hustoty elektronů aproximujeme vztah pro relativní permitivitu (2) tak, že zanedbáme imaginární složku a vypustíme ν_m^2 . Dostáváme

$$\epsilon_r = 1 - \frac{n_e e^2 (\omega - i\nu_m)}{m_e \epsilon_0 \omega (\omega^2 + \nu_m^2)} \quad (4)$$

2 Měření a výsledky

3 Závěr