

Posudek na diplomovou práci p. Jakuba Seidla: „Anomální difuze elektronů v tokamaku při jejich interakci s dolně hybridní vlnou.“

V předkládané diplomové práci se p. Seidl věnuje působení lokalizovaného proměnného elektrického pole generovaného monochromatickou elmg vlnou na dolně hybridní frekvenci pronikající do plazmatu v tokamaku z vnějšího zdroje umístěného v určitém místě jeho obvodu. Tato geometrie odpovídá běžným konfiguracím ohřevu plazmatu v tokamaku mikrovlnným polem vycházejícím z relativně malého plošného zdroje (soustavy vlnovodů - griu) za účelem dosažení termionukleárních teplot a generace přídavného proudu v plazmatu, který by přetrvával i po odeznění transformátorového impulsu. Výpočet je proveden v jednočásticové aproximaci. Předpokládá se, že elektrony kloužou podél mg siločar ovinujících příslušný mg povrch a jen místně vstupují do elmg svazku prostorově ohraničeného obálkou daného tvaru. Jejich dynamika, následné rychlostní rozdělení a eventuelní urychlení jsou tudíž v bezsrážkovém případě určeny pohybovými rovnicemi ve vnějším proměnném elektrickém poli, přičemž výsledný pohyb splňuje pro určité intervaly počátečních rychlostí podmínky pro vznik chaotického chování, s možným popisem pomocí efektivního difuzního koeficientu v rychlostním prostoru spolu s koeficientem dynamického tření formálně podobně, jak je tomu v kvazilineární teorii. Taková úloha byla již řešena pod vedením stejného vedoucího dipl. práce i u jedné z předchozích dipl. prací, p. Seidl ale ve své práci důsledně vychází z relativistických rovnic a jeho výsledky tudíž neztrácejí platnost ani při velkých rychlostech urychlovaných elektronů, které jsou dány dnešními možnostmi generátorů elmg pole schopnými generovat vysoké plošné hustoty elmg výkonu vstupujícího do plazmatu. Při jednoduchý obdélníkový tvar obálky svazku se podařilo i v relativistickém případě nalézt analytické řešení a převést tím způsobem řešení složitých rovnic pohybu na relativně jednoduchou úlohu nalezení řešení implicitní rovnice. Pro jiné tvary obálek však bylo nutno takovou soustavu řešit. P. Seidlovi se podařilo analýzou řešení v rychlostním prostoru najít pásy stochastičnosti v závislosti na intenzitě elmg pole a interpretovat na jejich základě vlastnosti vypočtených difuzních koeficientů a i najít časový vývoj elektronové rozdělovací funkce do (ve srovnání s předchozí prací) velmi pokročilých časů, kde rozdělení je již stacionární. Nezanedbatelným příspěvkem práce je též identifikace difuze typu Lévy walk pro vyšší hodnoty vnějšího pole. Poslední kapitola o urychlování elektronů mimo hlavní plazma v nevlínové zóně antenního griu je sice důležitou součástí tokamakové fyziky s podstatným praktickým důsledkem pro jeho provoz, ale s předchozími kapitolami souvisí jen nepřímo matematickou metodou řešení a vlastně by v práci ani být nemusela.

Z předchozího výřtu vyplývá, že práce obsahuje řadu pěkných vlastních fyzikálních výsledků a již proto si zaslouží, aby mohla být přijata jako práce diplomová. Musím též poobdivat úvodní část, která je napsána sice stručně ale zároveň přehledně s logickým vztahem k výsledkové části. Při čtení práce jsem narazil sice narazil na několik rušivých překlepů a i nedopatření ve vzorcích, ale to není pro celkový dobrý dojem z práce podstatné. Měl bych jeden menší dotaz na fyzikální interpretaci „minimální energie“ např. (3.30) str. 42 v relativistickém případě, protože čtenář se může naivně domnívat, že i v relativistickém případě minimální energie zachycené částice je ta, kdy částice nehýbně leží na dně potenciálního důlu pohybuje se s vlnou. Složitější dotaz se týká jednočásticové aproximace. Pokud by se vzalo v potaz kolektivní působení elektronů, mohla by dopadající vlna přestat být monochromatická. Lze si např. představit, že zachycené elektrony by se mohly projevit nestabilitou na zachycených částicích a generovat postranní pásma u hlavní vlny, což by určitě celou dynamiku dále velmi zkomplikovalo. Je v dané situaci ohřevu plazmatu v tokamaku na dolní hybridní frekvenci jasné, že použitý jednočásticový model

dává realistickou odpověď? Úspěch obhajoby bych ale rozhodně nevázal na vyčerpávající odpověď na právě položenou otázku.

Domnívám se, že práce obsahuje řadu původních zajímavých fyzikálních výsledků, které by byly určitě publikovatelné v rámci vědeckého článku. Je současně napsána pěkně a přehledně, domnívám se, že bez podstatných chyb, takže ji mohu s dobrým svědomím doporučit jako práci diplomovou. Navrhuji hodnocení klasifikačním stupněm 1.

V Praze, 20/9 2006

RNDr. Karel Rohlena, CSc  
FZÚ AVČR

