

Štúdium sféricky symetrickej turbulencie v supratekutom ^4He

Vedúci projektu: RNDr. David Schmoranzer, Ph.D.

konzultant: Mgr. Emil Varga, Ph.D.

david.schmoranzer@mff.cuni.cz, varga.emil@gmail.com, www.superfluid.cz

Hélium je jediný prvok periodickej tabuľky ktorý zostáva v tekutom stave aj v limite absolútnej nuly. Pod teplotou približne 2.17 K prechádza do supratekutej fáze označovanej ako He II. He II je jeden z príkladov tzv. kvantových kvapalín – kvapalín, ktorých vlastnosti sú do značnej miery ovplyvnené kvantovo-mechanickými javmi na makroskopických škálach.

Jednou charakteristickou črtou He II je dvojzložková povaha: prúdenie He II sa dá popísať ako tok dvoch nezávislých zložiek – normálnej a supratekutej – ktoré navzájom interagujú len v prítomnosti kvantovaných vírov – atomárne tenkých čiarových porúch v supratekutej zložke.

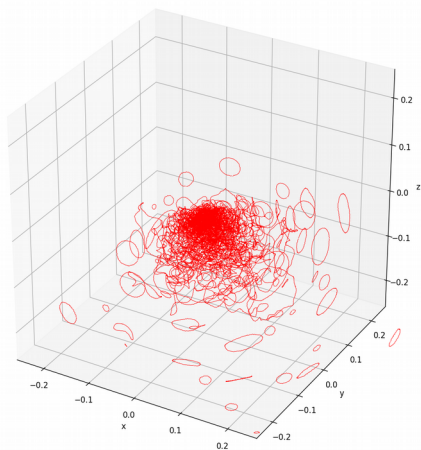
Zdroj tepla v He II vytvorí anti-paralelný tok normálnej a supratekutej zložky, čo má za následok extrémne vysokú tepelnú vodivosť He II (analógia s nulovým odporom supravodičov). Tepelná vodivosť začne klesať v momente, keď takýto *tepelný protiprúd* začne vytvárať turbulenciu v tvare chaotického kľbka kvantovaných vírov.

Bodový zdroj tepla umiestnený v He II vytvorí vo svojom okolí sféricky symetrický tepelný protiprúd, ktorý môže byť turbulentný. Príklad numerickej simulácie sféricky symetrickej turbulencie je na Obr. 1. Numericke predpovedaná stabilita sféricky symetrickej turbulencie je veľmi nezvyčajná (Obr. 2) – pre dostatočne vysoké rýchlosti sa prúdenie znova stáva laminárnym a pre vysoké teploty turbulencia nenastáva vôbec.

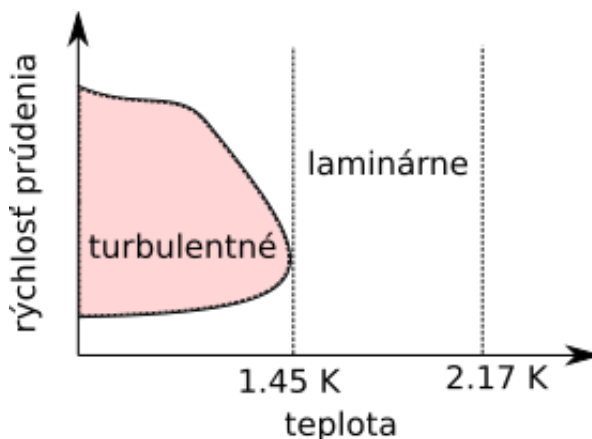
Cieľom projektu je overenie existencie laminárneho a turbulentného režimu sférického tepelného protiprúdu. Predpokladá sa publikácia výsledkov v medzinárodnej odbornej literatúre.

Postup riešenia projektu:

1. Naštudovanie základnej literatúry kvantovej turbulencie.
2. Výroba experimentálnej cely (dizajn mechanických častí, výroba pomocou 3D tlačiarne) a potrebných senzorov.
3. Experimentálna charakterizácia fázového diagramu stability kvantovej turbulencie a porovnanie s existujúcimi predpoveďami.
4. (voliteľne) Programovanie a spracovanie numerických simulácií (vyžaduje základné znalosti programovania a ochotu naučiť sa Python a C).



Obr. 1: Turbulencia pri 1.45 K. Červené čiary predstavujú kvantované víry.



Obr. 2: Náčrt fázového diagramu laminárneho a turbulentného prúdenia.