

Oponentní posudek habilitační práce

Škola: Univerzita Karlova Praha
Fakulta: Matematicko-fyzikální fakulta
Habilitační obor: Fyzika – fyzika kondenzovaných látek
Uchazeč: RNDr. David Schmoranzer, Ph.D.
Pracoviště: Katedra fyziky nízkých teplot
Habilitační práce: **Cryogenic Fluid Dynamics and Quantum Turbulence**

Oponent: Ing. Aleš Srnka, CSc.
Pracoviště: Ústav přístrojové techniky AVČR, v.v.i.
Odd. magnetické rezonance a kryogeniky
Královopolská 62/147
612 Brno

Struktura habilitační práce

Krátká verze habilitační práce má 47 stran textu (plná verze 157 stran), je psaná anglicky a je podána jako komentovaný soubor deseti vědeckých publikací, přičemž u šesti z nich je uchazeč prvním autorem. Ke každé publikaci je připojen vysvětlující text (nikoliv abstrakt), který podává čtenáři velmi dobrý přehled o jejím obsahu. Součástí textu je rovněž uvedení podílu autora na publikaci. Habilitační práce obsahuje rozsáhlou bibliografii, čítající 76 odkazů.

Spojovací linií habilitační práce je teoretický i experimentální výzkum kvantových i klasických turbulentních dějů ve dvou nejčastěji užívaných kryogenních tekutinách, tj. v ^4He a v ^3He , doplněný o návrh a vývoj nového typu refrigerátoru, umožňujícího kontinuální chlazení na milikelvinovou až submilikelvinovou teplotu, tj. např. i pro experimentální výzkum ^3He . Tato část práce vznikla především v průběhu postdoktorandského pobytu autora v Institutu Néel v Grenoblu.

Obsah habilitační práce

V obsahu autor práci rozdělil na tři základní části, které mají postupně čtyři, dvě a dvě kapitoly. Nejobsáhlejší a zároveň tvořící nejdůležitější oblast habilitace je část „**Superfluidity and Quantum Turbulence**“ (supratekutost a kvantová turbulence). V této části autor přehledně vysvětluje základní principy experimentálního výzkumu kvantové turbulence v ^4He a používání dvousložkového modelu supratekutého hélia. Speciální pozornost je věnována výzkumu kvantové turbulence především s využitím piezoelektrických senzorů ladičkového typu, které velmi úspěšně využívá pracoviště autora i autor dlouhodobě. Podrobnosti jsou rozvedeny v přílohách A1, A2, A3 a A4.

V příloze A5 je popsán a rozebrán velice komplikovaný nízkoteplotní experiment v izotopu ^3He -B při submilikelvinových teplotách za rotace kryostatu, který autor připravoval s finskými kolegy při svém pobytu na Helsinské univerzitě. V úvodních experimentech, zkoumajících možnosti využití Andreevovy reflexe k výzkumu kvantových dějů v ^3He -B, se autor podílel na přípravě experimentu a provedl analýzu jeho tepelných relaxačních procesů pomocí programu Matlab.

Druhá část práce je nazvána „**Thermal Convection in Two-Phase Cryogenic Helium**“ (tepelná konvekce ve dvoufázovém kryogenním heliu). V ní je zkoumána ve speciálním heliovém kryostatu tepelně generovaná konvekce v gravitačním poli, kdy je v konvektivní cele přítomna jak kapalná, tak plynná fáze ^4He , přičemž v prvním případě je helium na teplotě nad lambda bodem ($\sim 2,17\text{ K}$), ve druhém pak na teplotě pod lambda bodem (supratekuté). V případě, kdy bylo helium nad teplotou lambda bodu, se v konvektivní cele objevil zdánlivě nemožný fenomén – tepelný tok proti gradientu teploty. Pro dvoufázový kryogenní heliový systém pod teplotou $2,17\text{ K}$ tento jev nenastal. Experimenty, jejich uspořádání a získané výsledky jsou popsány v přílohách A6 a A7. Autor habilitace připravil počítačovou simulaci termodynamických dějů, která velmi dobře vysvětluje zdánlivě nemožný experimentální výsledek.

Poslední část práce, „**Continuous Nuclear Demagnetization Refrigeration**“ (chlazení kontinuální jadernou demagnetizací), je spojena s obdobím postdoktorandského pobytu autora v Institutu Néel. Zde se autor zúčastnil prací na teoretickém i technickém návrhu nového typu refrigerátoru, pracujícího na principu jaderné demagnetizace. Postupy návrhu včetně ověřování dílčích výsledků (např. vliv vibrací na velikost parazitních tepelných toků) jsou uvedeny v přílohách A8, A9 a A10. Hlavní příspěvek autora habilitace je v přípravě a realizaci numerických simulací, zejména pro termodynamický model PrNi₃ a dále v mnoha dílčích pracích souvisejících s experimentálním ověřováním jednotlivých částí systému chlazení.

Vědecká výkonnost uchazeče

Údaje z WoS (k 6. únoru 2020) vykazují ke jménu David Schmoranzer následující parametry: celkový počet záznamů 33, h-index 10, počet citací (bez autocitací) 420, průměrná citovanost na článek 16. Ve třinácti případech je autor habilitační práce uveden jako první autor. Vzhledem k tomu, že fyzika nízkých teplot je velice úzký obor, dále pro poměrně nízké IF časopisů typických pro obor, a zejména proto, že experimentální fyzika nízkých teplot je značně mezioborovou záležitostí, kdy je v podstatě vždy nutná těsná spolupráce více odborníků, považují vědecké výsledky autora za výborné a plně podporující jeho habilitační práci.

Otázky pro autora habilitace

1. Pro mne nejzajímavější částí habilitace je část první - supratekutost a kvantová turbulence v ^4He . Můžete při prezentaci habilitační práce nastínit otevřené problémy a očekávaný směr dalšího výzkumu na vašem domovském pracovišti?
2. Uvažujete o experimentech s ^3He v Praze? Jaká kritéria jsou pro a jaká proti?
3. V publikaci „příloha A8“ je zdůvodněno, proč jste vybrali jako jaderný refrigerant materiál PrNi₃ a nikoliv Cu. Uvažovali jste, i když výběr je velmi úzký, též o dalších možnostech?
4. Jak je řešena bezpečnost provozu supravodivých magnetů a tím i celého zařízení v refrigerátoru CNDR?

Poznámka

V souboru předkládaných vědeckých článků je u publikace „Příloha A3“, *J. Low Temp. Phys.* **161**, 317-344 (2011) číselný překlep – správný údaj je *J. Low Temp. Phys.* **163**, 317-344 (2011). Pozorný čtenář by mohl mít při hledání článku dílčí problém.

Závěr

Předložená habilitační práce je uceleným komentovaným souborem pečlivě vybraných publikací autora za období let 2011 až 2019. Habilitační práci RNDr. Davida Schmoranzera, Ph.D. považuji za velmi kvalitní, dokládající vysokou vědeckou úroveň, hluboké znalosti a schopnosti autora v oblasti výzkumu klasické a kvantové turbulence a v oblasti dosahování velmi nízkých teplot. Práce také prokazuje, že autor umí prezentovat své dosažené badatelské výsledky jasnou a srozumitelnou formou. K práci nemám zásadní připomínky a doporučuji ji k obhajobě.

Na základě těchto a výše uvedených skutečností **doporučuji**, aby po splnění všech potřebných náležitostí a po úspěšné obhajobě předložené habilitační práce byl RNDr. Davidu Schmoranzerovi, Ph.D. udělen titul „docent“ v oboru Fyzika – fyzika kondenzovaných látek.

V Brně dne 6. února 2020



.....