

## Vyjádření školitele k doktorskému studiu RNDr. Petra Křišťana

RNDr. Petr Křišťan absolvoval doktorské studium na MFF UK a svou disertační práci „Nuclear magnetic resonance in magnetic systems“ vypracoval na Katedře fyziky nízkých teplot (KFNT). Těžištěm disertační práce jsou experimenty NMR a jejich analýza v systémech magnetických oxidů železa obsahujících nanočástice a částice o submikronových velikostech. Jedná se o první takto zaměřenou disertaci na KFNT. Studovanými oxidy železa jsou jednak systémy obsahující v roli kationtů pouze Fe a jednak systémy hexagonálních feritů s dalším kationtem o větším poloměru (barium). Systémy Fe-O, sestávající pouze ze dvou prvků, by podle chemického složení mohly napohled vzbuzovat dojem, že jsou jednoduché, nicméně není tomu tak: jejich variabilita i v bulkovém provedení se projevuje rozmanitostí jejich krystalové a magnetické struktury a fázovými přechody a souvisí s možnými valencemi kationtů železa a obsazováním dutin vzniklých v těsném uspořádání aniontů  $O^{2-}$  kationty železa. Hexagonální ferity vykazují velkou variabilitu chemického složení a krystalové struktury a s tím související poměrně velký počet magnetických podmříží, což se pak odráží v jejich NMR spektrech. Vedle obecné přitažlivosti tématiky magneticky uspořádaných látek z pohledu základního výzkumu jsou magnetické oxidy a příbuzné sloučeniny (maghemit, magnetit a další ferity) neméně zajímavé z aplikačního hlediska, např. pro využití v biomedicíně (magnetický ohřev, kontrastní látky pro zobrazování magnetickou rezonancí aj.). Kromě těchto systémů byla v rámci disertace metoda NMR aplikována také na kovové vrstvy Fe-Mo-B-Cu, kde hlavní otázkou bylo popsat vliv přípravy na krystalickou strukturu původně amorfních vrstev.

Je známo, že NMR je spektroskopickou metodou vysoce citlivou především na konfiguraci blízkého okolí atomů s rezonujícími jádry. Její aplikace umožňuje sledovat atomovou, elektronovou a magnetickou strukturu a vnitřní dynamiku v látkách na mikroskopické úrovni, nicméně pro svou poměrnou pracnost, časovou a přístrojovou náročnost a dostupnost není (na rozdíl od aplikací v organické chemii) její použití na magneticky uspořádané látky zcela běžné; ve zvýšené míře to platí o studiu vzorků s malými částicemi. Ohledně rezonance  $^{57}\text{Fe}$ , která je v této disertaci měřena, je třeba mít na mysli navíc malou citlivost metody, která je dána nízkým zastoupením tohoto izotopu v přirozené směsi atomů železa a jeho malým jaderným momentem.

Jak je zřejmé z obsahu a členění disertace, jednalo se o několik různých otázek řešených ve spolupráci s externími laboratořemi, které poskytly vzorky k NMR experimentům, a případně i jejich další charakteristiky získané „obvyklejšími“ metodami; v některých případech byla podle potřeby dodatečně realizovaná další/doplňující měření.

V minulých letech se pro interpretaci NMR experimentů v monokrystalických a polykrystalických magnetických vzorcích osvědčila kooperace spektroskopie NMR s výsledky souběžně prováděných výpočtů elektronové struktury z prvních principů, které byly dovedeny až k určení hyperjenných parametrů. Petr Křišťan pokračoval v této linii v případě analýzy NMR spekter maghemitu, kterou provedl v korelaci s provedenými výpočty, a úzce navázal na výsledky prací o rozložení vakancí v uspořádaném maghemitu (viz např. C. Greaves, *Journal of Solid State Chemistry* 1983, R. Grau-Crespo et al., *Journal of Physics: Condensed Matter* 2010).

Petr Křišťan dobře zvládl teoretické základy i metodiku NMR spektroskopie v magneticky uspořádaných látkách včetně potřebné kryogenní techniky. Byl po celou dobu studia iniciativním, zodpovědným a vytrvalým pracovníkem schopným koordinovat experimentální práci v NMR laboratoři se zmíněnými dalšími činnostmi. Během studia se ochotně podílel na řešení technických a vědeckých problémů za rámec svých disertačních úkolů, přitom se významně uplatnil též vzhledem ke svému elektrotechnickému vzdělání (střední průmyslová škola elektrotechnická) a znalostem IT. Díky své vstřícné a přátelské povaze přispíval k dobré pracovní atmosféře v oddělení i na katedře. Aktivně působil v kurzovní výuce v bakalářském a magisterském studiu na MFF. Podílel se na řešení několika grantových projektů GAČR, byl odpovědným řešitelem projektu GAUK „Nanočástice magnetitu a maghemitu“ (hodnoceného jako mimořádně dobrý) a byl členem řešitelského kolektivu dalšího projektu GAUK.

Petr Křišťan je spoluautorem několika původních prací: přímo k obsahu tezí jsou publikovány 4 původní práce v časopisech s IF, další dva rukopisy budou vbrzku odeslány k publikaci; vedle toho je P. Křišťan spoluautorem dalších 4 publikovaných prací tematicky volněji souvisejících s disertací nebo zaměřených na inovace experimentální techniky.

Shrnutí: Celkově hodnotím aktivitu Petra Křišťana v rámci doktorandského studia velmi kladně. Doktorand bezesporu prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Získané výsledky byly prezentovány na mezinárodních konferencích a v zahraničních odborných časopisech. Doporučuji proto, aby mu byl po úspěšné obhajobě doktorské disertační práce udělen titul PhD.

Prof. RNDr. Helena Štěpánková, CSc.

V Praze 4.12.2017