

**Posudek na docentskou habilitační práci Adama Dubroky**  
**„Probing high-temperature superconductivity and the two-dimensional electron gas at the LaAlO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> interface with infrared spectroscopy“**

Habilitační práce se týká studia tenkých epitaxních vrstev LaAlO<sub>3</sub> na podložce SrTiO<sub>3</sub> a řady vysokoteplotních supravodičů (VTS) typu YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>, (Nd,Sm)FeAsO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub> a BaFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>As<sub>2</sub> pomocí infračervené (IČ) a daleké IČ reflektivity a elipsometrie. Byla naměřena i původně sepsána a úspěšně obhájena jako docentská habilitační práce na Univerzitě Fribourg, Švýcarsko, během několikaletého pobytu kandidáta tamtéž. Jádrem práce je 8 publikací z tohoto pobytu z let 2008-2011, publikovaných vesměs ve velmi renomovaných časopisech a s vysoce kvalifikovanými spoluautory, takže není pochyb o jejich výborné kvalitě. Kandidátem odhadnutý pracovní podíl na těchto publikacích (zřejmě velmi střídavě, protože na polovině z nich byl prvním autorem) činí po sečtení cca 210%, t.j. v průměru více než ¼ celkové práce na těchto publikacích.

Po běžném obecném úvodu je podrobněji zmíněna technika spektroskopické elipsometrie, která umožnila podstatně zpřesnění vyhodnocení dielektrické funkce v celém IČ oboru, bez kterého by byly všechny zde studované problémy neřešitelné. Nutno zdůraznit, že zde uvedené práce představují výrazný pokrok v takovém měření a vyhodnocování i z celosvětového hlediska, neboť zde studované efekty jsou vesměs velice delikátní. O to zajímavější je ale jejich fyzikální interpretace, která však někdy až překračuje meze chápání pro nespécialisty v oboru IČ spektroskopie VTS. To lze snadno pochopit, protože IČ spektroskopie VTS se spolu s teoriemi VTS velice intenzivně rozvíjejí už od r. 1987, kdy byla VTS objevena, a je obdivuhodné, že i nyní zde IČ spektroskopie stále přináší nové poznatky, důležité pro pochopení mechanismů VTS, jak také dokazuje předkládaný soubor prací.

Důležitá 2. kapitola pojednává o efektech lokálního (t.j. hlavně depolarizačního) pole při interpretaci IČ spektroskopie malých částic či tenkých vrstev. Zejména je z tohoto hlediska vysvětlen tzv. Berremanův jev, který v tenkých vrstvách vede k aktivaci longitudinálních optických (LO) fononových módů, a pojem transverzálního plasmonu. Zde bych chtěl kandidáta jen upozornit na přístup pomocí efektivního prostředí v kvazistatické aproximaci, který podobné problémy elegantně řeší pro různé tvary částic v kompozitech (včetně tenkých vrstev) bez dalších výpočtů. Ideový přístup této kapitoly je pak použit pro analýzu IČ spekter VTS v málo vodivém směru podél osy c, kde je vrstevnatá krystalová struktura považována za vrstevnatý kompozit vodivých a nevodivých vrstev kolmo k této ose.

V kap. 3 je pomocí IČ elipsometrie analyzován efekt samovolného vzniku vodivé vrstvy na rozhraní mezi tenkou vrstvou dielektrika LaAlO<sub>3</sub> a podložkou z dielektrika SrTiO<sub>3</sub>. Jelikož teorie předpovídala maximální vodivost pro tloušťku vrstvy 4 elementární buňky LaAlO<sub>3</sub>, v práci jsou studovány tloušťky 3 a 5 buněk (t.j. na úrovni nepatrné tloušťky 1-2 nm) a porovnány s tlustší vrstvou 50 buněk, kde už tento efekt vymizí. Detailní analýza IČ elipsometrických dat založená na Berremanově efektu umožnila určit koncentraci a efektivní hmotnost nositelů náboje v této supertenkové vrstvě a jejich pohyblivost a navíc hloubkový profil koncentrace nositelů kolmo k vrstvě do podložky SrTiO<sub>3</sub>.

Kap. 4 je zasvěcena detailnímu studiu IČ dielektrické odezvy monokrystalů VTS různě dopovaných (t.j. s různým δ) kuprátů RBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> (R = Y, Nd, Eu, Gd) podél osy c, které umožnilo dokázat existenci a velikost supravodivé pseudomezery nad teplotou supravodivého přechodu T<sub>C</sub> až do teploty T\* >> T<sub>C</sub> a objevit (zejména v poddopovaných vzorcích s nižší T<sub>C</sub>) prekursorové fluktuační supravodivosti do poněkud nižší teploty T<sup>ons</sup> ≈ T<sub>C</sub> + 100 K. Dále, ve spolupráci s Univerzitou v Kostnici, byl zkoumán krystal YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> ve střední IČ oblasti technikou pulzní femtosekundové fotoexcitace v režimu „pump – probe“, tj. v závislosti na zpoždění po excitačním pulzu. Tato nová technika umožnila jednak stanovit dobu života kvazičástic vzniklých rozbitím Cooperových párů fotoexcitací a jednak nalézt silnou elektron-fononovou interakci mezi fotoexcitovanými kvazičásticemi a polárním fononem u 71 meV, zahrnujícím vibrace kyslíku ve směru osy c. Představuje tak novou techniku, která umožňuje studovat časově rozlišenou elektron-fononovou interakci.

5. kapitola je věnována studiu nových VTS (objevených v r. 2008) se strukturou pniktidů ((Nd,Sm)FeAsO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub> a BaFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>As<sub>2</sub>) s T<sub>C</sub> až do 55 K. V případě polykrystalických NdFeAsO<sub>0.82</sub>F<sub>0.18</sub> a SmFeAsO<sub>0.82</sub>F<sub>0.18</sub> byla potvrzena velká jednoosá anizotropie optické vodivosti (podobná situaci