

Posudek oponenta disertační práce předložené na FJFI ČVUT, Praha

Autorka: Ing. Kateřina Děcká

Název práce: Synthesis of scintillating metamaterials based on cesium lead halide nanoparticles (Příprava scintilačních metamateriálů s využitím nanočástic cesno-olovnatých halogenidů)

Autorka K. Děcká se ve své práci zabývá přípravou a studiem scintilačních vlastností cesno-olovnatého perovskitu (CsPbBr_3). Cílem disertační práce byla syntéza a charakterizace nanokrystalů (NC) uvedeného materiálu a studium jejich možné aplikace jako scintilačních detektorů s vysokým časovým rozlišením. Příprava nanočástic metodou „hot injection“, kterou autorka zavedla, se ukázala jako nejvhodnější poskytující reprodukovatelné výsledky. Autorka důkladně charakterizovala jednak tenké vrstvy na různých substrátech, nescintilačních i scintilačních, jako možná koncepte nanokompozitu a rovněž studovala zabudování NC do polystyrénové matrice. Závěrem navrhla koncept možného budoucího detektoru s vysokým časovým rozlišením, a sice nanokompozit s nanokrystaly CsPbBr_3 zabudované v polystyrenové matici prokládané objemovým monokrystalem GGAG:Ce jako vrstevnatý „sendvičový“ detektor. Na konci práce navrhla i další kroky směřující k vývoji a další optimalizaci scintilačních detektorů založených na nanočásticích perovskitů.

Předložená disertace je napsaná ve formátu komentovaného přehledu pěti vybraných publikací v impaktovaných časopisech; ve všech je uvedena jako první autorka. Samotný komentář zahrnuje 15 stran úvodu ke studované problematice a 17 stran komentáře k výsledkům, které doplňuje 16 obrázků převážně z vlastních publikací, celkem má disertace i s publikacemi 116 stran.

Formální připomínky:

- formálně v poděkování je vhodné uvádět akademické tituly, pokud se nejedná o přátele,
- chybí supplementary materials k publikacím,
- Fig. 9 „Normalized absorbance“ – vysvětlíte tuto veličinu. Absorbance nemůže být nulová ani v oblasti propustnosti (v důsledku reflexe), a v důsledku rozptylu (což je bezpochyby i případ studovaných vzorků) je její hodnota obvykle výrazně spektrálně závislá i v oblasti propustnosti.

V rámci diskuse bych rád položil následující dotazy:

- K tloušťce vrstev - máte informace o homogenitě vrstev, kvalitě/hrubosti povrchu a vlivu na scintilační vlastnosti?
- Str. 36, Fig. 8b – rychlá komponenta scintilačního dosvitu je pouhých 43ps. Jaké byly podmínky experimentu (IRF, čas na kanál, rozlišení při TCSPC, především chyba fitu)? Měření s tak vysokým časovým rozlišením se u scintilačních dosvitů těžko realizuje. Srovnáním s PL dosvity, str. 38, Fig. 10 měřené pomocí nesrovnatelně rychlejší streak

kamery, dává rychlou komponentu řádově větší, 320 ps. Máte pro rychlejší scintilační odezvu nějaké vysvětlení?

- Str. 40, Fig. 12 – RL spektra kompozitů „(a) LYSO:Pr, (b) LYSO:Ce, and (c) BGO, and CsPbBr₃ thin film”. Emise scintilačních substrátů byla evidentně absorbována vrstvou, jak se dalo očekávat, a jak je zmiňujete v práci. Naskytá se logická otázka, proč jste emisi sbírala ze strany vrstvy a nikoliv ze strany substrátů, které jsou průhledné pro emisi CsPbBr₃? To by bylo i v praxi výhodné a je standardem např. v katodoluminiscenci. Kuriózně, synergy effect byl pak pozorován v kombinaci substrát GGAG:Ce³⁺ + vrstva CsPbBr₃ v důsledku průniku emise prasklinami ve vrstvě.
- Fig. S6 publikace P4: první dvě komponenty (náběh a nejrychlejší složka dosvitu) jsou prakticky identické až na znaménko amplitudy. Logicky se tedy kompenzují. Můžete to objasnit, není to jen výsledek fitovacího programu? Nebylo by vhodnější např. fixovat náběh na nulu?
- Zkoušeli jste, nebo máte v plánu, dopovat studovaný CsPbBr₃ perovskit? V nedávno uveřejněné publikaci (Wu et. al. Adv.Sci 2200831, 2022) autoři zjistili při dotaci cerem až dvojnásobné zvýšení světelných výtěžků při zachování časových charakteristik.

Závěrem bych rád konstatoval, že téma práce se vysoce aktuální, nanokompozity cesno-olovnatých halogenidů mají potenciální využití ve vysoce rychlých scintilačních detektorech. Zvolené metody zpracování jsou zcela adekvátní a vyčerpávající vzhledem ke zvoleným cílům, práce přináší významné původní výsledky a splnila cíle vytčené v úvodu práce. K hlavním přínosům práce patří především úspěšně zvládnutá příprava metody „hot-injection“, která se ukázala zásadní pro reprodukovatelnou přípravu nanočástic a rovněž úspěšné zabudování NC do organické matrice a realizaci modelu sendvičového detektoru. V závěru autorka podrobně rozvedla náměty do budoucna a kroky vedoucí k dalšímu rozvoji problematiky.

Odbornou úroveň práce považuji za vynikající. Studentka ve své práci prokázala tvůrčí vědecké schopnosti v dané oblasti výzkumu a její práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v oboru. Proto doporučuji přijmout disertační práci Ing. Kateřiny Děcké k obhajobě a uznat ji jako doktorskou.

V Praze, 4.9.2022


Doc. RNDr. Miroslav Kučera, CSc.
Univerzita Karlova
Matematicko-fyzikální fakulta