

NIR fotonų konversija TES-ADT molekulinėje sistemoje

Investigation of TES-ADT based NIR-to-Vis photon upconversion system

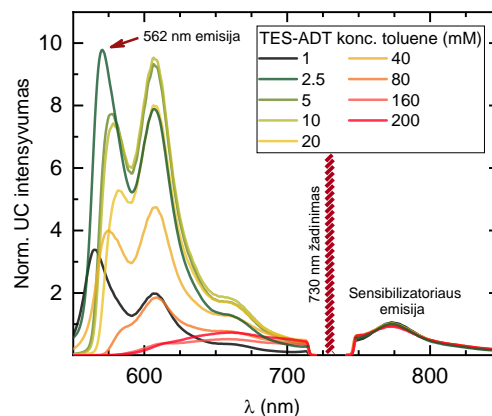
Justas Lekavičius¹, Edvinas Radiunas¹, Steponas Raišys¹, Karolis Kazlauskas¹

¹Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Fizikos fakultetas, Vilniaus universitetas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius
justas.lekavicius@ff.stud.vu.lt

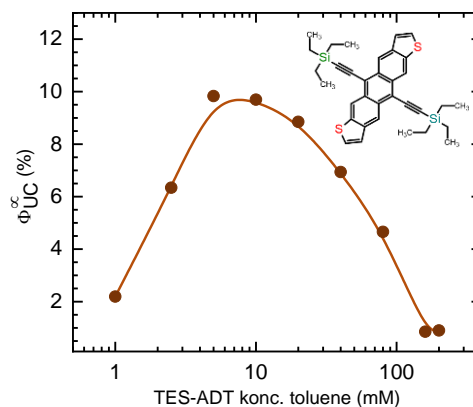
Tripletinės anihiliacijos mechanizmu paremta infraraudonųjų (NIR) fotonų konversija į regimąją šviesą (TTA-UC) yra fotofizikinis procesas, kurio metu iš dviejų NIR žadinimo fotonų yra sukuriama vienas didesnės energijos šviesos kvantas [1]. Šis procesas gali vykti naudojant mažo galios tankio nekoherentinį žadinimo šaltinį, todėl gali būti pritaikytas saulės elementų našumo didinimui, fotopolimerizacijos proceso iniciavimui, naktinio matymo įrangoje bei kitose mokslo ir pramonės srityse [1-3]. Bendroju atveju TTA-UC sistemą sudaro dviejų tipų molekulės – sensibilizatorius ir anihiliatorius. Pirmojo tipo molekulės turi pasižymėti efektyvia NIR šviesos sugertimi ir našia interkombinacine konversija. Sensibilizatoriuje sugeneruotas tripletinis sužadimas yra perduodamas į anihiliatoriaus molekules (dažnai atliekančias ir emiterio funkciją), kurios vykdo tripletinių eksitonų anihiliaciją (TTA) ir sugeneruoja aukštesnės energijos singuletinį eksitoną. Šiuo metu plačiausiai naudojamas anihiliatorius konvertuojantis iš NIR į regimąją sritį yra tetraceno kamieną turinti rubreno molekulė. Tačiau dėl fotonų konversijai trukdančios agregacijos kietame būvyje ir kitų nepalankių molekulių parametru [2], būtina ieškoti naujų emiterio molekulių. Fotonų konversijai iš NIR srities tinkamas emiteris turi pasižymėti aukštu fluorescencijos kvantiniu našumu sluoksniuose bei žemu tripletiniu lygmeniu. Šiomis savybėmis pasižymi naujas emiteris – modifikuotas antradiofenas (TES-ADT), tačiau siekiant įvertinti jo tinkamumą fotonų konversijai, būtina atlikti nuoseklius fotofizikinius tyrimus.

Šio darbo metu buvo tiriamos TES-ADT emiterio savybės tirpaluose. Tiriamam emiteriui buvo parinktas paladžio ftalocianino (PdPc) sensibilizatorius bei paruošti 9 tirpalai su skirtinga TES-ADT koncentracija (1 – 200 mM intervale). Remiantis emisijos spektrais (1 pav.) bei fotonų konversijos kvantinio našumo Φ_{UC} vertėmis (nustatytomis naudojant integruojančią sferą, 2 pav.), nustatyta, jog optimali emiterio koncentracija šviesą konvertuojančiuose tirpaluose yra 5 – 10 mM. Atlikus papildomus matavimus buvo rasta, jog pagrindinę įtaką Φ_{UC} turi emiterio fluorescencijos bei tripletinės energijos pernašos našumų priklausomybė nuo koncentracijos. Didinant emiterio koncentraciją dėl mažėjančio tarpmolekulinio atstumo gerėja tripletinė energijos pernaša, tačiau dėl emiterio agregacijos krenta fluorescencijos kvantinis našumas. Optimali emiterio koncentracija yra šių dviejų procesų balanso rezultatas. Taip pat tyrimo metu buvo nustatyta, kad augant emiterio koncentracijai dėl besikeičiančių energinių lygmenų kinta ir statistinė tikimybė (f), jog TTA metu bus sugeneruota singletinė būseną. Aptarti rezultatai (aukštas

fotonų konversijos našumas ir kintanti f faktoriaus vertė) motyvuoja tolimesnius fundamentinius TES-ADT emiterio tyrimus sluoksniuose bei jų taikymą.



1 pav. Sunormuoti TTA-UC tirpalų su skirtinga TES-ADT koncentracija emisijos spektrai išmatuoti esant 730 nm žadinimui.



2 pav. Fotonų konversijos kvantinio našumo priklausomybė nuo TES-ADT koncentracijos toluene.

Reikšminiai žodžiai: Fotonų konversija, TTA, organiniai spinduoliai, TES-ADT.

Literatūra

- [1] Murakami, I., Kamada, K., Kinetics of photon upconversion by triplet-triplet annihilation: a comprehensive tutorial. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 23, 18268-18282 (2021).
- [2] Radiunas, E. et al., Impact of t-butyl substitution in a rubrene emitter for solid state NIR-to-visible photon upconversion. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 22, 7392-7403 (2020).
- [3] Nishimura, N. et al., Photon upconversion utilizing energy beyond the band gap of crystalline silicon with a hybrid TES-ADT/PbS quantum dots system. *Chem. Sci.* 10, 4750 (2019).