

Chiralinio atsako nanodalelių klasteriuose modeliavimas T matricių metodu

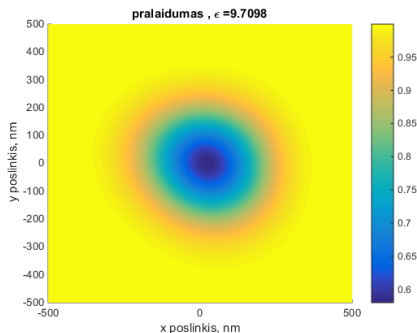
Modelling chiral response in nanoparticle clusters with T matrix method

Dominykas Bričkus¹, Sergejus Orlovas¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius
dominykus@gmail.com

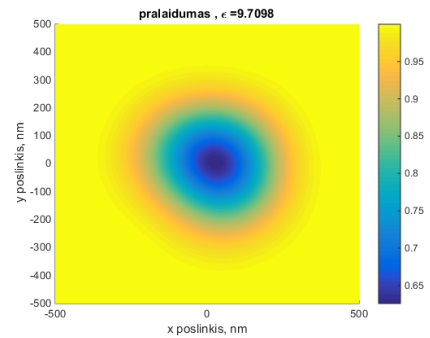
Chiralinės medžiagos reaguoja skirtingai į dešinės ir kairės apskritiminės poliarizacijos šviesos pluoštą. Šis skirtingas atsakas pasireiškia arba skirtingu lūžio rodikliu, ir yra vadinamas optiniu aktyvumu, arba skirtingu sugėrimo koeficientu, tada jis vadinamas apskritiminiu dichroizmu. Natūralios chiralinės medžiagos turi ribotą pritaikymą dėl palyginus silpnos sąveikos, dėl to reikalingas žymiai didesnis medžiagos kiekis nei bangos ilgis. Tačiau metamedžiagos su specialiai parinktomis nanostruktūromis gali turėti žymiai stipresnį chiralinį atsaką, kuris leistų įgalinti daugelį naujų pritaikymų [1].

Tam kad paskaičiuoti chiralinį atsaką nanodalelių klasteriuose, buvo naudojamas, taip vadinamas T matricės metodas [2]. Šis metodas naudoja bazines sferines funkcijas iš Mie šviesos išbarstymo problemos sprendimo sferinei dalelei. T matrica susieja išbarstytos spinduliuotės bazinių funkcijų koeficientus su pradinės spinduliuotės išskleidimu bazinėmis funkcijomis. Sferinei dalelei ši matrica turi tik įstrižainės narius, tačiau sudėtingesnėms struktūroms atsiranda papildomi nariai, nusakantys tam tikrų sferinių funkcijų keitimasi į kitas. Nanodalelių klasteriui T matrica gali būti paskaičiuota iš atskirų dalelių T matricių ir transliacinių matricių kombinacijos.

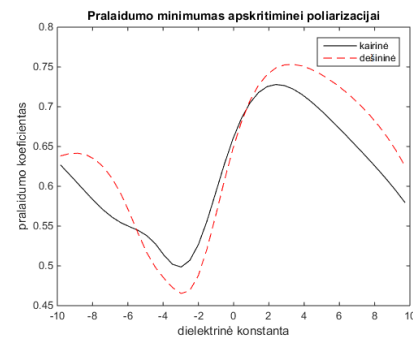


1 pav. Pralaidumo erdvinis profilis kairinės apskritiminės poliarizacijos pluoštams.

Tam kad išgauti chiralinį atsaką dažnai naudojamos spiralinės nanostruktūros [3]. Tačiau, net ir nanosferų klasteris iš trijų dalelių gali turėti chiralinį atsaką priklausomai nuo jų išsidėstymo [4, 5]. Jeigu trys sferos išsidėčiusios palei tiesę (180 laipsnių kampų) arba trikampiui (60 laipsnių kampų) dėl struktūros simetrijos tiek dešinės apskritiminės, tiek kairės apskritiminės poliarizacijos pluoštams turės tokį patį išbarstymą. Parinkus kurį nors kitą kampą tarp dalelių, simetrija suyra ir galima stebėti skirtingą pralaidumą, priklausomai nuo kurios poliarizacijos pluoštą siunčiame.



2 pav. Pralaidumo erdvinis profilis dešinės apskritiminės poliarizacijos pluoštams.



3 pav. Pralaidumo minimumas kairinės ir dešinės apskritiminės poliarizacijos pluoštams.

T matrica priklauso tik nuo sklaidančio objekto parametru. Vadinasi, paskaičiuojus T matricę, galima laisvai keisti ateinančio pluošto parametrus, ir sudauginus su ta pačia T matrica gauti išbarstytą šviesą. Pavyzdžiui galima pritaikyti transliacinę matricę krentančiam spinduliui taip keičiant jo poziciją palyginus su nanodalelių klasteriu. Šitokiu metodu skenuojant erdvę aplink nanodalelių klasterį suskaičiuotas pralaidumas kiekviename taške (žr. pav. 1,2) abiejų apskritimių poliarizacijų pluoštams.

Tam kad surasti optimalią geometriją buvo paskaičiuoti pralaidumo minimumai (žr. pav. 3) dešinės ir kairės poliarizacijos pluoštams. Buvo ištyrinėta koks išsidėstymas duoda maksimalų chiralinį atsaką, bei kaip jis priklauso nuo įvairių geometrijos ir medžiagos parametru. *Reikšminiai žodžiai: metamedžiagos, plazmonika, chiralinės nanomedžiagos*

Literatūra

- [1] Wang Z et al., Nanotechnology, 27(41):412001(20pp) (2016).
- [2] Bo Peterson and Staffan Ström, Phys. Rev. D 8, 3661 (1973).
- [3] M. Esposito, et al. ACS Photonics 2, 105114 (2015).
- [4] C. Helgert, C. et al. Nano Lett. 11, 44004404 (2011).
- [5] P. Banzer et al. Nature Communications 7, 13117 (2016).