

BP / VÚ / DP: Topologické efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách

Školitel: I. Richter

Abstrakt:

Předmětem zájmu studentské práce bude studium topologických vlastností a funkcionalit v nových typech fotonických a plazmonických nanostruktur, v souvislosti s dalšími příbuznými vlastnostmi (rezonanční vazba, nereziprocity, PT symetrie, vázané stavy v kontinuu – BIC). Bude snahou porozumět a popsat fyziku interakce světla s těmito strukturami, jak pro potenciální klasické, tak i kvantové aplikace, s využitím vhodných přibližných modelů, případně simulačních numerických nástrojů. Vybrané platformy topologických nanostruktur, specifikované pomocí relevantních parametrů, bude snahou detailněji analyzovat, s využitím vhodných přibližných modelů, případně simulačních numerických nástrojů, dostupných na pracovišti.

Reference:

- (1) D. S. Simon, *Topology in optics : tying light in knots*, IOP Press, London, 2021.
- (2) S. A. Maier, *Plasmonics: Fundamentals and Applications*, Springer, Berlin, 2007.
- (3) S. I. Bozhevolnyi, L. Martin-Moreno, F. Garcia-Vidal, *Quantum Plasmonics*, Springer, Berlin, 2016.
- (4) P. Lalanne, W. Yan, K. Vynck, C. Sauvan, J. P. Hugonin, *Light Interaction with Photonic and Plasmonic Resonances*, *Laser Photonics Reviews* 12, 1700113 (2018).
- (5) P. Liu, J. R. Williams, J. J. Cha, *Topological nanomaterials*, *Nature Reviews Materials* 4, 479 (2019).
- (6) L. Lu, et al., *Topological states in photonic systems*, *Nature Physics* 12, 626 (2016).
- (7) C. W. Hsu, et al., *Bound states in the continuum*, *Nature Reviews Materials* 1, 1 (2016).
- (8) M. Kim, Z. Jacob, J. Rho, *Recent advances in 2D, 3D and higher-order topological photonics*, *Light: Science & Applications* 9, 130 (2020).
- (9) T. Ozawa, H.M. Price, A. Amo, N. Goldman, M. Hafezi, M. Lu, M. C. Rechtsman, D. Schuster, J. Simon, O. Zilberberg, I. Carusotto, *Topological photonics*, *Reviews of Modern Physics* 91, 015006 (2019).

Topological systems

Topological order

- Long range entanglement (LRE)
- Distinct phases in the absence of symmetry breaking
- Ground state degeneracy
- Topological entanglement entropy, $\gamma \neq 0$
- IQH, fractional QH
- Quantum spin liquids
- Surface codes, e.g. topological codes and planar codes
- String-Net liquids

Platforms for studying topological systems

- Materials
- Ultracold atoms and trapped ions
- Acoustic and mechanical systems
- Photonic materials

Symmetry protected topological phases (SPT)

- Gapped systems
- Gap protected by symmetry, e.g. time-reversal, chiral, parity, spatial symmetries
- Free fermionic systems e.g.
 - SSH, QSH, topological insulators
 - Topological crystalline insulators
 - Topological Anderson insulators
 - Topological superconductors
- Bosonic analogues of TIs, e.g.
 - Photonic TIs
 - Topological magnon insulators

Energy vs. k (K, Γ , M)

Photonics

Coupled waveguides

Bianisotropic metamaterials

Microring resonators

Microstructures

Photonic topological crystalline insulators

Nanoparticle and nanocavity platforms

Dielectric and plasmonic nanoparticles

2D arrays of nanoparticles

Hybrid systems

Dielectric nanostructures

Plasmonic metasurfaces

Topological insulator nanoparticles