

Nabídka tématu pro pregraduální práci

Téma česky: Mikroskopie v dokonalém temném poli

Téma anglicky: Perfect dark-field microscopy

Klíčová slova česky: mikroskopie, optické zobrazování, iSCAT, jednomolekulová citlivost.

Klíčová slova anglicky: microscopy, optical imaging, iSCAT, single-molecule sensitivity.

Jazyk práce: Angličtina/čeština

Typ práce: BP/VÚ/DP

Ústav:

Ústav fotoniky a elektroniky, AV ČR, v.v.i.

Školitel:

Marek Piliarik. Ph. D., piliarik@ufe.cz

Konzultant / školitel-specialista:

prof. Ing. Ivan Richter, Dr.

Upoutávka v češtině:

Mikroskopie v temném poli je jednou z nejpoužívanějších zobrazovacích technik ve výzkumných aplikacích. Konvenční přístupy v tmavém poli jsou sice snadno dostupné v komerčních mikroskopických systémech, ale jejich rozlišení je omezeno přirozenými fyzikálními omezeními, která jsou při standardních zobrazovacích úlohách často zanedbatelná. Tyto metody však nejsou slučitelné se zvyšováním kontrastu tmavého pole nad určitou úroveň. Na rozdíl od technik s vysokým kontrastem, jako je fluorescenční mikroskopie, které vyžadují rozsáhlé filtrování světla, mikroskopie v temném poli nedosahuje srovnatelného kontrastu bez omezení jednoduchosti.

koncept mikroskopie v dokonale temném pole má za cíl nejen zjednodušit tradiční mikroskopické úlohy, ale především umožnit nové možnosti v oblasti bezznačkového zobrazování jednotlivých molekul, jak je vyvíjí výzkumný tým Nano-optiky. Tento nový přístup se opírá o přesnou aperturní filtraci dopadajícího osvětlení a zahrnuje jak experimentální vývoj laboratorního mikroskopického uspořádání ve spolupráci se zkušenými členy týmu a vedoucího projektu.

Student(ka) se rovněž zapojí do základního pochopení strategií tvorby a filtrace obrazu, včetně analytických metod a numerických simulací.

Upoutávka v anglickém jazyce:

Dark-field microscopy is one of the most widely used imaging techniques in optical research. While conventional dark-field approaches are readily available in commercial microscopy systems, their resolution is limited by inherent physical constraints—limitations that are often negligible in standard imaging tasks. However, these methods are incompatible with enhancing dark-field contrast beyond a certain level. In contrast to high-contrast techniques like fluorescence microscopy, which require extensive light filtering, dark-field microscopy struggles to achieve comparable contrast without compromising simplicity.

The envisioned *total dark-field microscopy* aims not only to simplify traditional microscopy tasks but, more importantly, to enable new opportunities in **label-free single-molecule imaging**, as developed by the Nano-Optics research team. This novel approach relies on precise aperture filtering of the incident illumination and involves the hands-on development of a proof-of-concept microscopy setup under the guidance of senior researchers and the project supervisor. The student will also engage in a fundamental exploration of image formation and filtering strategies, including both analytical methods and numerical simulations.

Seznam odborné literatury:

1. M. Piliarik, V. Sandoghdar, Direct optical sensing of single unlabelled proteins and super-resolution imaging of their binding sites, *Nature Communications* 5 (2014) 4495.
2. X. Meng, A. Sonn-Segev, A. Schumacher, D. Cole, G. Young, S. Thorpe, R. W. Style, E. R. Dufresne, and P. Kukura, Micromirror Total Internal Reflection Microscopy for High-Performance Single Particle Tracking at Interfaces, *ACS Photonics* **2021** 8 (10), 3111-3118
3. C. F. Bohren, D. R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. 2004.
4. D. Palounek, M. Vala, Ľ. Bujak, I. Kopal, K. Jiříková, Y. Shaidiuk, M. Piliarik, Surpassing the Diffraction Limit in Label-Free Optical Microscopy *ACS Photonics* 11 (2024) 3907-3921.
5. H. Robert, K. Holanová, Ľ. Bujak, M. Vala, V. Henrichs, Z. Lánský, M. Piliarik, Fast photothermal spatial light modulation for quantitative phase imaging at the nanoscale, *Nature Communications* 12 (2021) 2921.