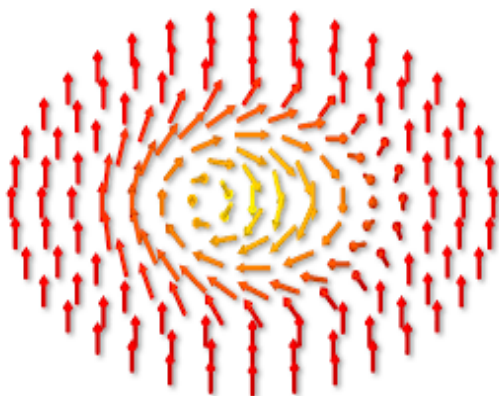


# Atomistické modelovanie skyrmiónových mriežok

Téma študentského projektu. Vedúci: RNDr. Dr. Pavel Baláž

Heisenbergov model je základným opisom magnetického materiálu, ktorý sa skladá z magnetických momentov (spinov) lokalizovaných v uzloch štvorcovej mriežky. Základnou interakciou medzi magnetickými momentami je tzv. Heisenbergova výmenná interakcia, ktorá pôsobí predovšetkým medzi susednými spinmi na mriežke a je zodpovedná za magnetické usporiadanie materiálov. V špeciálnych triedach magnetov sa okrem Heisenbergovej interakcie objavuje aj tzv. Dzyaloshinského-Moriyova interakcia (DMI), známa aj ako antisymetrická výmenná interakcia, zodpovedná za vznik **magnetických špirál a skyrmiónov**.

Predovšetkým vlastnosti skyrmiónov sú dnes intenzívne študované z dôvodu ich aplikačného potenciálu. S kyrmióny [1,2] (na obrázku) sú vírové magnetické štruktúry s kvázičasticovými vlastnosťami. Vďaka ich vysokej **topologickej stabilite** je možné nimi manipulovať pomocou magnetického poľa, alebo elektrického prúdu, čo ich predurčuje na využitie v magnetických pamätiach, alebo na tzv. **neuromorfické výpočty**, ktoré sú inšpirované procesmi v biologických neurónoch.



## Čo budete robiť?

V rámci projektu bude študent **modelovať systémy skyrmiónov** a porovnávať ich vlastnosti pre rôzne symetrie atómových mriežok. Cieľom projektu bude pochopiť základné rozdiely vo formovaní skyrmiónových mriežok použitím rôznych optimalizačných algoritmov. Na analýza výsledkov simulácií budú použité metódy štatistickej fyziky, výpočty neutrónového rozptylu a **metódy strojového učenia**.

## Čo sa naučíte?

- základy teórie magnetizmu a atomistických spinových modelov
- ako pracovať na veľkoškálových počítačových klástroch a gridoch
- ako simulovať magnetické spinové systémy (metódy Monte Carlo a spinovej dynamiky)
- práca s knižnicou Scikit-learn v programovacom jazyku Python určenej na strojové učenie

Práca má charakter teoretického výskumu. Skúsenosti s programovaním sú vítané, ale nie nutnosťou.

Viac info na

**mail:** [balaz@karlov.mff.cuni.cz](mailto:balaz@karlov.mff.cuni.cz) / **www:** <http://theory.kfkl.cz/staff/balaz>

## Literatúra

- [1] K. Everschor-Sitte, J. Masell, R. M. Reeve, and M. Kläui, *Perspective: Magnetic Skyrmions—Overview of Recent Progress in an Active Research Field*, J. Appl. Phys. **124**, 240901 (2018).
- [2] C. Back, V. Cros, H. Ebert, K. Everschor-Sitte, A. Fert, M. Garst, T. Ma, S. Mankovsky, T. L. Monchesky, M. Mostovoy, N. Nagaosa, S. S. P. Parkin, C. Pfleiderer, N. Reyren, A. Rosch, Y. Taguchi, Y. Tokura, K. von Bergmann, and J. Zang, *The 2020 Skyrmionics Roadmap*, ArXiv: 2001.00026 Cond-Mat Physicshep-Ph Physicsnucl-Th (2020).