

# Studium magneto-termoelektrických vlastností

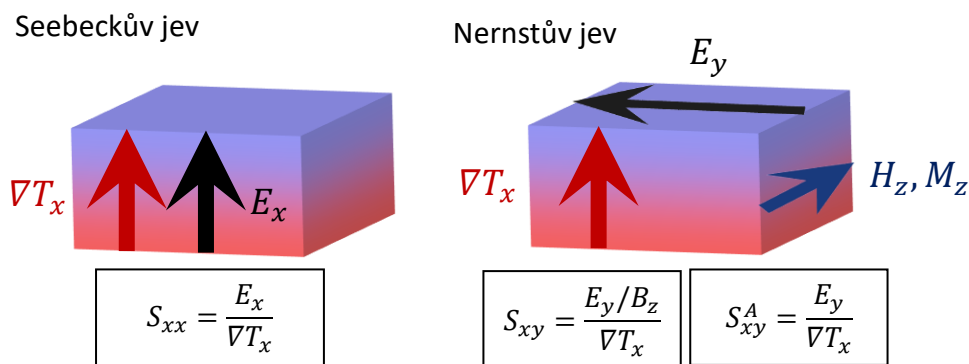
**Vedoucí projektu:** Lenka Kubíčková ([kubickol@fzu.cz](mailto:kubickol@fzu.cz))

**Pracoviště:** [Laborař Mössbauerovy spektroskopie](#), KFNT, MFF UK  
ve spolupráci s Oddělením magnetik a supravodičů, FZU, AV ČR

**Klíčová slova:** příčné termoelektrické jevy, Seebeckův jev, Nernstův jev, anomální Nernstův jev, Mössbauerova spektroskopie, magnetické vlastnosti, struktura, výpočty elektronových struktur

**Časová náročnost:** předpokládáno 80 hodin

Termoelektrický jev je schopnost materiálu generovat elektrické napětí úměrné rozdílu teploty. Pokud jsou teplotní gradient ( $\nabla T_x$ ) a vzniklé elektrické pole ( $E_x$ ) rovnoběžné, jedná se o **Seebeckův jev** ( $S_{xx}$ ). Je-li materiál magneticky uspořádaný, můžeme pozorovat další, tzv. magneto-termoelektrické jevy. Jsou-li teplotní gradient ( $\nabla T_x$ ) a vnější magnetické pole ( $H_z$ ) navzájem kolmé, vzájemným působením termoelektrického jevu a Lorentzovy síly vzniká v dalším kolmém směru elektrické pole ( $E_y$ ) v důsledku **Nernstova jevu** ( $S_{xy}$ ). Je-li příslušný materiál magneticky uspořádaný a má vlastní nenulovou magnetizaci ( $M_z$ ), tj. jde o feromagnet nebo ferimagnet, pak se k Nernstovu jevu přičte i **anomální Nernstův jev** ( $S_{xy}^A$ ).



Příklady využití (magneto-)termoelektrických jevů:

- radioizotopový termoelektrický generátor zajišťující elektřinu pro vesmírné sondy
- rychlé a přesné změny teploty při polymerázové řetězové reakci (PCR)
- chlazení malých objemů – detektorů, kamerových čipů

**Cílem projektu** je studium (magneto-)termoelektrických vlastností vybraných materiálů. Podle preferencí zájemce se zaměříme buď na experimentální studium (magneto-)termoelektrických vlastností série vzorků, nebo teoretické studium vybraného materiálu pomocí výpočtů elektronových struktur (případně obojí). V případě zájmu studenta lze na výsledky tohoto projektu snadno navázat v bakalářské nebo diplomové práci.

**Experimentální studium** bude zahrnovat především:

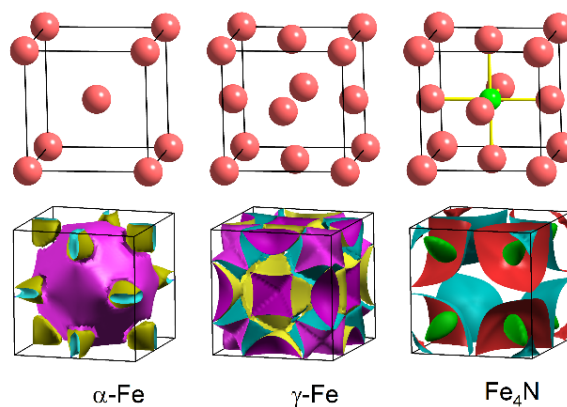
- měření magnetických vlastností pomocí magnetometru na principu SQUID (superconducting quantum interference device, při teplotách 3-400 K, v magnetických polích až do 7 T)
- strukturní charakterizace pomocí práškové rentgenové difrakce (12-300 K)
- měření transportních vlastností – elektrická vodivost, tepelná vodivost, Seebeckův, Nernstův a Hallův jev – pomocí aparatury PPMS (Physical Property Measurement System, 3-400 K, do 14 T), a vlastní aparatury (5-300 K, do 4 T)



*Zleva: Jádru práškového rentgenového difraktometru pro strukturní analýzu, multifunkční sestava přístroje PPMS a aparatura sestavená na FZU pro měření nízkoteplotních termoelektrických vlastností.*

**Teoretické studium** obnáší:

- výpočty elektronových struktur pomocí programů Wien2k a VASP
- výpočty transportních vlastností programy BoltzTrap a ElecTra
- *velkou výhodou teoretického studia obzvláště pro mimopražské zájemce je možnost řešení projektu na dálku*



*Elementární buňka (nahore) a odpovídající Fermiho plocha (dole) různých polymorfů železa a sloučeniny  $\text{Fe}_4\text{N}$ .*

**Další informace** lze nalézt na:

Laboratoř termoelektrických materiálů

<https://www.fzu.cz/vyzkum/vyzkumne-sekce-a-oddeleni/sekce-3/oddeleni-24/laborator-2406/vyzkum>

Laboratoř strukturních a elektronových vlastností

<https://www.fzu.cz/vyzkum/vyzkumne-sekce-a-oddeleni/sekce-3/oddeleni-24/laborator-2407/vyzkum>

Energy conversion by thermoelectric effect

<http://lom.fzu.cz/main/lom/thermal/pdf.html>