

## **Para-vandeniliu sužadinta poliarizacija silpno magnetinio lauko diapazone**

Dr. Laurynas Dagys

Branduolių magnetinio rezonanso (BMR) ir magnetinio rezonanso tomografijos (MRT) metodai yra nepakeičiami įrankiai medžiagų moksle ir medicinoje. Jie taip pat suteikia patogią platformą fundamentinių kvantinių reiškinių tyrimams. Vis dėlto BMR pasižymi mažo signalo jautrumo problema, kuri lemia dideles eksploatacines išlaidas ir mažą eksperimentų laikinį efektyvumą. Šią problemą galima išspręsti naudojant hiperpoliarizacijos metodus, kurie padidina BMR signalo stiprumą net kelių eilių dydžiais. Dėl savo efektyvumo ir prieinamumo iš šių metodų išsiskiria paravandeniliu sužadinta poliarizacijos (angl. ParaHydrogen-Induced Polarization – PHIP) metodas. PHIP remiasi tiksliai suderintais redukcijos chemijos ir sukinių fizikos protokolais. Pastaruoju metu pažanga sparčių cheminių reakcijų srityje ir magnetinio lauko valdyme silpname magnetiniame lauke leido sukurti kompaktiškas, mobilias poliarizatorių sistemas, kurios per kelias minutes gali pasiekti hiperpoliarizacijos efektą tiek in situ, tiek in vivo. Be praktinės naudos, silpno lauko PHIP taip pat leidžia pasiekti į netiesinės ir chaotinės sukinių dinamikų riba, atverdamas naujas galimybes geriau suprasti fundamentinius kvantinius reiškinius. Šio doktorantūros projekto tikslas yra eksperimentinis ir teorinis silpno lauko PHIP tyrimas, naujų hiperpoliarizacijos metodų kūrimas bei taikymas dar sudėtingų sistemų signalo stiprinimui.

### **ParaHydrogen-Induced Polarization in the low magnetic field regime**

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) are essential tools in materials and medical sciences, and they also offer a convenient platform for exploring fundamental quantum phenomena. However, NMR is inherently limited by low sensitivity, resulting in high operational costs and low experimental throughput. This limitation can be overcome through hyperpolarization techniques, which enhance NMR signal strength by several orders of magnitude. Among these, ParaHydrogen-Induced Polarization (PHIP) stands out for its effectiveness and accessibility. PHIP relies on a precise interplay between hydrogenation chemistry and spin physics. Recent advances in rapid chemical reactions and magnetic field manipulations at low fields have led to the development of compact, mobile polarizer systems capable of achieving hyperpolarization in situ and in vivo within minutes. Beyond practical applications, low-field PHIP also enters regimes of nonlinear and chaotic spin dynamics, offering new opportunities for fundamental research. This PhD project will focus on both experimental and theoretical investigations of low-field PHIP, development of new hyperpolarization methods for NMR signal enhancement in complex target systems.