

Aktuálne témy - postdoktorandské pozície PF UPJŠ

1. Príprava a štúdium topologicky netriviálnych nanoštruktúr pomocou skenovacej tunelovej mikroskopie.
2. Vytvorenie funkčného 3D modelu Parkinsonovej choroby vo forme organoidov z diferencovaných SH SY5Y buniek.

Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ

1. **Názov témy:** Príprava a štúdium topologicky netriviálnych nanoštruktúr pomocou skenovacej tunelovej mikroskopie

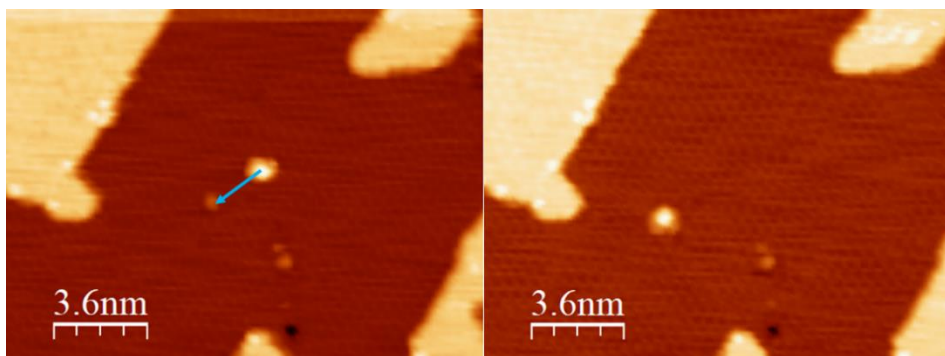
Anotácia:

Objav topologických vlastností tuhých látok zásadne rozšíril možnosti výskumu aj v doteraz dôkladne preskúmaných systémoch. Umožnil dizajn a skúmanie systémov, v ktorých sa prejavujú doteraz prehliadané kvantové javy. V topologicky netriviálnych supravodičoch sa môžu vyskytovať tzv. Majorana kvázičastice. Na ich báze je možné vytvoriť topologicky chránené qubity imúnne voči dekoherencii a unitárnym chybám. To sú v súčasnosti hlavné prekážky brániace konštrukcii reálne využiteľného kvantového počítača. Definitívny dôkaz existencie Majorana kvázičastíc sa však doteraz nepodarilo získať. Navyše, topologicky netriviálne supravodiče sa v prírode vyskytujú veľmi zriedka a je ťažké ich identifikovať. Dajú sa však umelo vytvoriť v hybridných štruktúrach. V našom laboratóriu skúmame nekonvenčné supravodivé materiály so silnou spin – orbitálnou väzbou [1-3]. Práve tieto materiály tvoria vhodný substrát na prípravu magneticky usporiadaných nanoštruktúr, v ktorých by sa za špecifických podmienok mohli vyskytovať Majorana kvázičastice. Téma, ktorú bude postdoktorand riešiť, je príprava a charakterizácia rôznych nanoštruktúr rôznymi metódami:

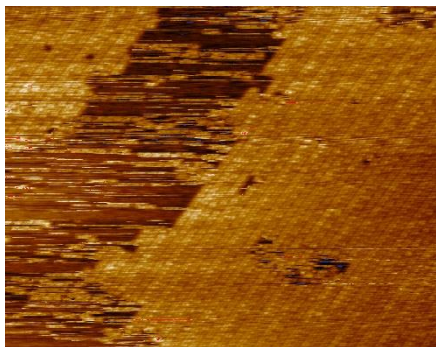
- mechanickou exfoliáciou a vrstvením monovrstiev supravodičov a topologických izolantov [4]
- samousporiadaním (obr. 1) alebo
- nanomanipuláciou (obr. 2) atómov a molekúl na supravodivých substrátoch,

s cieľom nájsť podmienky nutné pre výskyt Majorana kvázičastíc.

Naša najnovšia experimentálna aparatúra na polohovanie monovrstiev a náš kryogénny skenovací tunelový mikroskop v ultravysokom vákuu s možnosťou in-situ naparovania a spinovým rozlíšením (obr. 3) sú nástroje obzvlášť vhodné na túto úlohu. Táto téma priamo súvisí s EU iniciatívou Kvantová vlajková loď [5], s COST projektom Superqumap [6], QWorld [7] a Národnou výskumnou platformou kvantových technológií [8], ktorých súčasťou je aj naše laboratórium.



Obr. 1: Nanomanipulácia Co atómov na povrchu Cu(111) uskutočnená v našom laboratóriu.



Obr. 2: Samousporiadané molekuly na povrchu Cu(111) pripravené v našom laboratóriu.



Obr. 3: Náš kryogénny skenovací tunelový mikroskop v ultravysokom vákuu.

[1] O. Šofranko, R. Leriche, A. P. Morales, T. Cren, S. Sasaki, L. Cario, P. Szabo, P. Samuely, and T. Samuely, *Acta Phys. Pol. A* 137, 785 (2020).

[2] R. T. Leriche, A. Palacio-Morales, M. Campetella, C. Tresca, S. Sasaki, C. Brun, F. Debontridder, P. David, I. Arfaoui, O. Šofranko, T. Samuely, G. Kremer, C. Monney, T. Jaouen, L. Cario, M. Calandra, and T. Cren, *Adv. Funct. Mater.* 2007706 (2020).

[3] Samuely, T., Wickramaratne, D., Gmitra, M., Jaouen, T., Šofranko, O., Volavka, D., Kuzmiak, M., Haniš, J., Szabó, P., Monney, C., Kremer, G., Fèvre, P. le, Bertran, F., Cren, T., Sasaki, S., Cario, L., Calandra, M., Mazin, I. I., Samuely, P. (2023). Protection of Ising spin-orbit coupling in bulk misfit superconductors. <http://arxiv.org/abs/2304.03074>

[4] Martinez-Castro, J., Wichmann, T., Jin, K., Samuely, T., Lyu, Z., Yan, J., Onufrienko, O., Szabó, P., Tautz, F. S., Ternes, M., Lüpke, F. (2023). One-dimensional topological superconductivity in a van der Waals heterostructure. <http://arxiv.org/abs/2304.08142>

[5] qt.eu

[6] <https://superqumap.eu/>

[7] <https://qworld.lu.lv/>

[8] qute.sk

Prijímajúci profesor:

prof. Ing. Martin Orendáč, DrSc. **E-mail:** martin.orendac@upjs.sk

Zodpovedný pracovník:

Mgr. Tomáš Samuely, PhD. E-mail: tomas.samuely@upjs.sk

Odborné požiadavky/kritériá: Absolvované vzdelanie tretieho stupňa v oblasti fyzika alebo podobné. Skúsenosti so skenovacou tunelovou mikroskopiou a spektroskopiou, s prácou s kryogénnou technikou a ultravysokým vákuom

2. Názov témy: Vytvorenie funkčného 3D modelu Parkinsonovej choroby vo forme organoidov z diferencovaných SH SY5Y buniek**Anotácia:**

Modely Parkinsonovej choroby (PD) môžu predstavovať charakteristiky nájdené na úrovni správania, elektrickej aktivity, jednotlivých buniek a molekúl. Bunkové modely vyvíjajú patológiu rýchlejšie, sú menej nákladné a nevyžadujú etické schválenie ako zvieracie modely. Bunkové línie SH-SY5Y neuroblastómu a feochromocytómu PC12 sa najčastejšie používajú ako bunkový model PD. Štúdie využívajúce nediferencované aj diferencované bunky SH SY5Y ukázali odlišné reakcie na bunkové stresory. Napriek relevantnosti pre výskum PD len asi 6% publikovaných prác používa diferencované bunky. Jednoduchosť 2D bunkovej kultúry ale neodráža zložitosť a bunkovú diverzitu tkanív in vivo. Na prekonanie obmedzení 2D a zvieracích modelov s ohľadom na špeciálne rozlíšenie a etické problémy boli vyvinuté 3D modely podobné tkanivu, známe ako organoidy a sféroidy. Ukázalo sa, že bunková odpoveď na lieky a ionizujúce žiarenie je významne ovplyvnená 2D a 3D podmienkami. Hlavným cieľom projektu je vytvoriť metódu na vytvorenie **reprodukovateľného 3D organoidu z SH SY5Y diferencovaných buniek s dopaminergným fenotypom**. Ďalším cieľom je vytvoriť **3D organoidný PD model pomocou rotenónu a charakterizovať zavedené organoidy SH SY5Y** s ohľadom na životaschopnosť, úroveň oxidačného stresu a α -synukleín v 3D prostredí.

Prijímajúci profesor:

prof. RNDr. Pavol Miškovský, DrSc., E-mail: pavol.miskovsky@upjs.sk

Zodpovedný pracovník:

doc. RNDr. Katarína Štroffeková, Ph.D., E-mail: katarina.stroffekova@upjs.sk

Odborné požiadavky/kritériá: Ukončené vysokoškolské vzdelanie na 3. stupni (Ph.D.) v odbore biofyzika alebo príbuzného odboru, preukázaná publikačná činnosť (1-2 články evidované vo WoS). Skúsenosti s bunkovými kultúrami, fyziológiou buniek, a metódami konfokálnej mikroskopie, molekulárnej biológie a biochémie.