

Ústav fyzikálnych vied
Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky

Študentská pomocná pedagogická sila

Téma: Príprava študijných materiálov pre prednášku Kvantová štatistická fyzika

Tútor: prof. RNDr. Michal Jaščur, CSc.

Opis činnosti: Študentská pedagogická pomocná sila sa bude na základe písomných podkladov od tútora podieľať na príprave vhodných študijných materiálov, ktoré budú využiteľné v rámci štandardnej prednášky Kvantová štatistická pre študentov jednodoborového štúdia v študijnom programe Teoretická fyzika a astrofyzika. Keďže k tejto prednáške neexistuje vhodná literatúra v slovenskom jazyku, je príprava primeraného študijného textu vysoko aktuálna.

Očakávaný výsledok: Výsledkom bude študijný text k spomínanej prednáške vo forme pdf súborov, členených obsahovo podľa tém jednotlivých prednášok. Materiál bude vhodný na samostatné štúdium a prípravu študentov na skúšku. Vzhľadom na to, že sa očakáva moderný a ľahlo editovateľný elektronický výstup, musí pomocná študentská sila preukázať pokročilé znalosti prostredia LaTeX, vrátane grafickej podpory na prípravu kvalitných obrázkov. Okrem toho sa od pomocnej sily očakáva aj primeraná odborná kontrola príslušných výstupov.

Väzba na činnosť pracoviska: Príprava vhodných študijných materiálov z teoretickej fyziky patrí medzi základné pracovné činnosti materského pracoviska tútora. Prednáška Kvantová štatistická fyzika je novou prednáškou z kurzu teoretickej fyziky, ktorú všetci študenti fyziky musia absolvovať počas magisterského štúdia na PF UPJŠ od šk. roku 2022/2023. Príprava modernejšieho študijného materiálu v slovenskom jazyku, ktorý bude možné šíriť aj v tlačovej, aj v elektronickej podobe sa javí ako nevyhnutná a zodpovedá súčasným štandardom na popredných svetových univerzitách.

Spôsob vyhodnotenia: Výstupom bude priamo kontrolovateľný študijný materiál.

Študentská pomocná vedecká sila

Téma: Metóda tesnej väzby pri štúdiu kvantových Heisenbergových spinových systémov

Tútor: doc. RNDr. Jozef Strečka, PhD.

Opis činnosti: Študentská vedecká pomocná sila bude zodpovedná za aplikáciu metódy tesnej väzby na vybraný kvantový Heisenbergov spinový model. Študentská vedecká pomocná sila bude zodpovedná za nájdenie všetkých poruchových členov do druhého rádu v rámci vypracovanej teórie mnohočasticového poruchového počtu. Svoje výsledky následne overí numerickými výpočtami, ktoré budú založené na metóde exaktnej numerickej diagonalizácie.

Očakávaný výsledok: Metóda tesnej väzby môže priniesť hlbšie pochopenie exotických kvantových stavov, ktoré spadajú svojim charakterom do skupiny kryštálov valenčných väzieb a kvantových spinových kvapalín.

Väzba na činnosť pracoviska: Navrhnutá vedecká téma úzko nadväzuje na vedeckú problematiku, ktorá sa rieši na ÚFV v rámci projektu APVV: Perspektívne elektrónové spinové systémy pre budúce kvantové technológie (APVV-20-0150, zodpovedný riešiteľ: doc. Strečka).

Spôsob vyhodnotenia: Získané výsledky budú prezentované v roku 2022 na študentskej vedeckej konferencii a/alebo katedrovom seminári. Očakáva sa príprava výsledkov, ktoré budú môcť byť následne zaslané na publikovanie do zahraničného karentovaného časopisu.

Téma: Exotické kvantové kritické body Heisenbergových spinových reťazcov: numerické štúdium

Tútor: doc. RNDr. Jozef Strečka, PhD.

Opis činnosti: Študentská vedecká pomocná sila bude zodpovedná za prípravu a odladenie kvantových Monte Carlo simulácií v softvérovom prostredí programu ALPS (Algorithms and Libraries for Physics Simulations), ktorých cieľom bude extenzívne simulovanie magnetizačného procesu kvantových spinových reťazcov. Študentská vedecká pomocná sila bude skúmať hlavne správanie v okolí netradičných kvantových kritických bodov Kosterlitzovho-Thoulessovho a Gaussovho typu. Uchádzač o túto pozíciu musí ovládať základy programovacieho jazyku Python.

Očakávaný výsledok: Konečno-rozmerné škálovanie v blízkom okolí kvantových kritických bodov Kosterlitzovho-Thoulessovho a Gaussovho typu.

Väzba na činnosť pracoviska: Navrhnutá vedecká téma úzko nadväzuje na vedeckú problematiku, ktorá sa rieši na ÚFV v rámci dvoch projektov APVV: Perspektívne elektrónové spinové systémy pre budúce kvantové technológie (APVV-20-0150, zodpovedný riešiteľ: doc. Strečka).

Spôsob vyhodnotenia: Získané výsledky budú prezentované v roku 2022 na študentskej vedeckej konferencii a/alebo katedrovom seminári. Očakáva sa príprava výsledkov, ktoré budú môcť byť následne zaslané na publikovanie do zahraničného karentovaného časopisu.

Téma: Počítačová aplikácia pre generovanie atomárnych vrstevnatých štruktúr

Tútor: RNDr. Martin Gmitra, PhD.

Opis činnosti: Variácie vzájomného usporiadanie atomárne tenkých vrstiev umožňuje vytvárať chemicky stabilné monovrstvy s rozmanitými fyzikálnymi vlastnosťami. Táto nová oblasť prípravy a výskumu v tuhých látkach sa označuje termínom architektúra vkladania z angl. *intercalated architecture*. Cieľom práce študentskej pomocnej vedeckej sily je vytvorenie počítačového programu, ktorý bude slúžiť ako nástroj pre generovanie atómového usporiadania nových typov monovrstiev na báze existujúcich stabilných štruktúrnych usporiadaní.

Očakávaný výsledok: Počítačová aplikácia na generovanie atomárnych štruktúr monovrstiev pozostavajúcich zo stabilných štruktúrnych usporiadaní. Programovanie v Pythone s využitím ASE modulov (<https://wiki.fysik.dtu.dk/ase/>). Aplikáciu bude možné využiť pri analýze štruktúrnych a spektroskopických experimentov na ÚFV PF UPJŠ.

Väzba na činnosť pracoviska: Vytvorená aplikácia umožní ďalšie teoretické štúdium fyzikálnych vlastností pomocou výpočtov z prvých zásad. Výsledky poslúžia k užšej spolupráci medzi Katedrou Teoretickej fyziky a Astrofyziky a experimentálnymi laboratóriami Ústavu fyzikálnych vied UPJŠ.

Spôsob vyhodnotenia: odborný a racionálny na základe miery splnenia stanoveného cieľa.

Téma: Základné stavy kvantovej Heisenbergovej dvojvrstvy so spinom 1

Tútor: RNDr. Katarína Karľová, PhD.

Opis činnosti: Študentská vedecká pomocná sila bude zodpovedná za nájdenie vlastných stavov Heisenbergovej dvojvrstvy so spinom 1 a vymedzenie parametrického priestoru daných základných stavov. Pomocou výpočtov založených na variačnej technike a teórií lokalizovaných magnónov študentská vedecká pomocná sila bude skúmať ako sa základné stavy menia vplyvom interakčných parametrov a preskúma správanie v okolí fázových prechodov. Uchádzač o túto pozíciu musí ovládať základy kvantovej mechaniky.

Očakávaný výsledok: Fázový diagram základného stavu Heisenbergovej dvojvrstvy so spinom 1.

Väzba na činnosť pracoviska: Navrhnutá vedecká téma úzko nadväzuje na vedeckú problematiku, ktorá sa rieši na ÚFV v rámci projektu APVV: Perspektívne elektrónové spinové systémy pre budúce kvantové technológie (APVV-20-0150, zodpovedný riešiteľ: doc. Strečka).

Spôsob vyhodnotenia: Získané výsledky budú prezentované v roku 2022 na študentskej vedeckej konferencii a/alebo katedrovom seminári. Očakáva sa príprava výsledkov, ktoré budú môcť byť následne zaslané na publikovanie do zahraničného karentovaného časopisu.

Študentská pomocná vedecká sila

Téma: Glykácia, ako nástroj stabilizácie ľahkých reťazcov IgG

Tútor: doc. Mgr. Daniel Jancura, PhD.

Opis činnosti: V priebehu vykonávania práce bude študovaný vplyv glykácie na zbaľovanie a stabilitu patologických a terapeutických ľahkých reťazcov (LC) protilátok. Študent v rámci plnenia náplne práce experimentálne stanoví konformačnú stabilitu LC bez/v prítomnosti rôznych redukujúcich cukrov pomocou DSC (diferečne skenujúca kalorimetria). Zároveň bude pomocou spektrofotometrických metód stanovená koloidálna stabilita proteínov, a to meraním kinetiky agregácie LC iniciovanej redukčnými podmienkami bez/v prítomnosti redukujúcich cukrov. Získané údaje budú analyzované pomocou modelov pre agregáciu.

Očakávaný výsledok: Glykácia mení nábojový profil proteínov a môže potenciálne ovplyvniť stabilitu a účinnosť proteínov. Pomocou metódy DSC je možné kvantitatívne analyzovať vplyv pridaných redukujúcich cukrov na tepelnú stabilitu LC. DSC umožňuje priame meranie termodynamických parametrov (teplotná kapacita a entalpia). Meraním kinetiky agregácie LC v prítomnosti cukrov, sa získa set dát, ktoré umožnia charakterizovať proces premeny natívneho proteínu na agregáty.

Väzba na činnosť pracoviska: Výskum pracoviska je zameraný na štúdium proteínov a ich vlastností. Hlavný cieľ je zameraný na zvýšenie stability terapeutických a medicínsky významných proteínov a odhalenie faktorov, ktoré ju ovplyvňujú. Stabilita je významným kľúčom nielen pre pochopenie molekulového mechanizmu vzniku ochorení, ale aj pri formulácii proteínových terapeutík (inzulín, terapeutické protilátky). Poznanie stability proteínov umožňuje stanoviť vhodné podmienky skladovania, najvyššiu možnú koncentráciu proteínu v roztoku, čo má dopad na zdravotný stav a komfort pacienta a zníženie výrobných nákladov.

Spôsob vyhodnotenia: pracovný výkaz/vystúpenie na katedrovom seminári

Téma: Príprava a optimalizácia SERS substrátov pre citlivú a selektívnu detekciu vybraných molekúl

Tútor: RNDr. Zuzana Jurašková, PhD.

Opis činnosti: Študent sa naučí pripravovať SERS substráty (najmä strieborné a zlaté koloidné nanočastice; NPs), ktoré následne bude potrebné optimalizovať tak, aby bolo možné vybrané molekuly detegovať dostatočne citlivo a selektívne. Výber molekúl bude robený priebežne s ohľadom na aktuálne potreby Ramanovho laboratória – budú sa študovať molekuly významné z hľadiska ochrany ľudského zdravia a životného prostredia. Okrem základnej vibračnej charakteristiky daných molekúl sa budú realizovať aj SERS merania za účelom stanovenia ich detekčných limitov (LODs).

Očakávaný výsledok: Zvládnutie metodiky prípravy koloidných nanočastíc a optimalizácia protokolov prípravy NPs, meranie SERS spektier vybraných molekúl a stanovenie ich LODs.

Väzba na činnosť pracoviska: Jednou z vedeckých línií laboratória Ramanovej spektroskopie je aj použitie SERS spektroskopie v oblasti detekcie veľmi nízkych (stopových) množstiev rôznych molekúl: znečisťovateľov životného prostredia, zvyškov liekov (antibiotika, statíny), dopingových molekúl, atď. Pre tieto účely je potrebné hľadať optimálne SERS substráty pre jednotlivé molekuly. V rámci daného vývoja je zároveň nevyhnutné stanovovať ich príslušné LODs.

Spôsob vyhodnotenia: Pracovný výkaz + optimalizované protokoly + vystúpenie na katedrovom seminári.

Téma: Klonovanie a expresia génov haloalkánových dehalogenáz

Tútor: RNDr. Veronika Dzurillová

Opis činnosti: Propagácia a izolácia plazmidovej DNA, návrh primerov, restriktčné štiepenie, ligácia, transformácia, expresia proteínov v *E. coli*.

Očakávaný výsledok: Vytvorenie protokolov v slovenskom a anglickom jazyku.

Väzba na činnosť pracoviska: Evolúcia proteínov je jednou z hlavných zameraní školiteľa tútora. Konkrétne, na vývoj dehalogenáz bol v súčasnosti podaný projekt v spolupráci s Prof. Dr. Jiřím Damborským z Loschmidtových laboratórií na Masarykovej Univerzite v Brne. Vývoj enzýmov metódami evolúcie proteínov predstavuje veľmi perspektívne zameranie s veľkým aplikačným potenciálom.

Spôsob vyhodnotenia: Prezentácia na seminári.

Téma: Vývoj antitrombotík využitím metód riadenej evolúcie proteínov

Tútor: Mgr. Mária Tomková, PhD.

Opis činnosti: Študent sa naučí základné laboratórne techniky a princípy využívané pri riadenej evolúcii proteínov. To zahŕňa prípravu sterilných materiálov a roztokov, prípravu roztokov a prácu s kitmi na izoláciu DNA a RNA, prípravu tekutých a pevných kultivačných médií, analýzu vzoriek pomocou agarózovej alebo SDS-PAGE elektroforézy, polymerázovú reťazovú reakciu, *in vitro* transkripciu a transláciu a podobne.

Očakávaný výsledok: Zavedenie metódy riadenej evolúcie zvolených fybrinolytík

Väzba na činnosť pracoviska: Jedným zo zameraní spoločných laboratórií Katedry biofyziky a CIB-TIP je vývoj a výskum proteínov pomocou evolučných techník. Základným predpokladom pre vývoj a charakterizáciu proteínov a enzýmov s novými vlastnosťami je modifikácia ich DNA a následná *in vitro* transkripcia a proteosyntéza. Zvládnutie základných techník práce s DNA a RNA je východiskom pre mnohé evolučné techniky, na ktoré môže v prípade záujmu študent nadviazať v magisterskej alebo dizertačnej práci.

Spôsob vyhodnotenia: Pracovný výkaz + prezentácia dosiahnutých výsledkov na seminári.

Študentská pomocná vedecká sila

Téma: Zvýšenie pomeru signálu a šumu skenovacieho tunelového mikroskopu

Tútor: Mgr. Tomáš Samuely, PhD.

Opis činnosti: Úloha pozostáva z výberu a inštalácie vhodných elektronických filtrov na zvýšenie pomeru signálu a šumu nízko-teplotného skenovacieho tunelového mikroskopu v ultravysokom vákuu. Tunelový prúd s veľkosťou rádovo pA meriame pri teplote 1 K. Pri nízkych teplotách je potlačená interakcia elektrónov s fonónmi a vysokofrekvenčný šum, ktorý preniká do systému, má za následok zvýšenie elektrónovej teploty, čo spôsobuje rozmazanie signálu. Preto je potrebné pomocou elektronických filtrov zabrániť tomuto efektu a zároveň zabezpečiť, aby nedošlo k potlačeniu nelinearit v pozorovaných spektrách.

Očakávaný výsledok: Zvýšenie pomeru signálu a šumu skenovacieho tunelového mikroskopu

Väzba na činnosť pracoviska: Modifikácia experimentálnej aparatúry je nevyhnutná pre rozlíšenie spinovo polarizovaného signálu pri štúdiu nanoštruktúr na povrchu supravodičov so silnou spinovo – orbitálnou väzbou, ktoré nadväzuje na naše najnovšie publikácie.

Spôsob vyhodnotenia: Študent bude priebežne informovať o dosiahnutom rozlíšení tunelových spektier a na záver pripraví zhrnutie rôznych parametrov a ich vplyvu na pomer signálu a šumu.

Téma: Vplyv diamagnetického obalu na povrchu superparamagnetických nanočastíc na silu medzi-časticových magnetických interakcií

Tútor: doc. RNDr. Adriana Zeleňáková, PhD.

Opis činnosti: štúdium teoretických relaxačných procesoch v magnetických nanočasticách, meranie ac susceptibility na SQUID magnetometri na systémoch Fe₃O₄/SiO₂ nanočastíc s rôznou hrúbkou SiO₂ vrstvy, vyhodnotenie nameraných dát a výpočet relaxačných časov, analýza relaxačných procesov z pohľadu rôznej hrúbky diamagnetického obalu.

Očakávaný výsledok: vypresnenie popisu relaxačného mechanizmu, ktorý je prítomný v súbore nanočastíc Fe₃O₄/SiO₂ nanočastíc, pripravených na UFV s cieľom získať informáciu o vplyve diamagnetického obalu na povrchu superparamagnetických nanočastíc na silu medzi-časticových magnetických interakcií.

Väzba na činnosť pracoviska: téma nadväzuje na aktivitu projektu APVV 20-0512 (Zeleňáková) riešenú na pracovisku UFV.

Spôsob vyhodnotenia: príprava CC publikácie a vystúpenie na ŠVK

Študentská pomocná sila - študentský ambasádor

Téma: Popularizácia fyziky prostredníctvom mediálnych výstupov

Tútori: RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.; Mgr. Andrej Baldovský

Opis činnosti: príprava scenárov, snímanie audiovizuálnych digitálnych záznamov (fotografovanie, nakrúcanie, nahrávanie zvuku), spracovanie záznamov (editovanie, strih, postprodukcia), písanie textových správ a riportov, publikácia vytvorených záznamov na webových stránkach a sociálnych sieťach. *Tu treba poznamenať, že sa nepredpokladá, že vybraný študent tieto činnosti už ovláda. Dôležitým je záujem o zvolenú tému. Potrebné zručnosti študent získa v kolektíve, v ktorom bude pracovať.*

Očakávaný výsledok: Sériá propagačných videoklipov/podcastov/blogov prezentujúcich pedagogický a vedecký život na ÚFV. Navrhované témy na spracovanie sú: (1) Predstavenie vybraných vedeckých osobností pôsobiacich na ÚFV v minulosti a v súčasnosti formou publicistického medailónu (cca 3-5 min. audiovizuálny záznam na jednu osobu). (2) Mediálna prezentácia vedeckých metód/postupov pútavou formou adresovaná laickej verejnosti. (3) Reportáže z vybraných podujatí prebiehajúcich na ÚFV (prednášky, semináre, workshopy, konferencie).

Väzba na činnosť pracoviska: Vyššie uvedené aktivity prispievajú k zviditeľneniu pracovísk ÚFV za účelom popularizácie štúdia fyziky na všetkých troch stupňoch vzdelávania (bakalárske, magisterské a doktorandské) a zvyšovania povedomia spoločnosti o aktivitách ÚFV.

Spôsob vyhodnotenia: Zverejnenie mediálnych výstupov (diel) na webových stránkach a sociálnych sieťach.

Oddelenie didaktiky fyziky

Študentská pomocná vedecká sila

Téma: Štatistické spracovanie a analýza dát z didaktických experimentov

Tútor: doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.

Opis činnosti: Náplňou činnosti študenta je zvládnutie práce so súčasnými voľne dostupnými digitálnymi nástrojmi dátovej vedy (vedecký Python, Jupyter, Sagemath) a ich aplikácia na dáta z didaktických experimentov realizovaných na ODF.

Očakávaný výsledok: Pomoc pri analýze dát z didaktických experimentov, ktoré by mali viesť k novým publikovateľným výsledkom na medzinárodnej úrovni. Výstupy budú použité aj v projekte APVV-17-0568 (spoluriešiteľom je doc. Hanč), ktorý je zameraný na aplikáciu matematicko-štatistických metód aj v oblasti didaktiky a ktorý je práve v poslednom roku riešenia (do 30.06.2022).

Väzba na činnosť pracoviska: Práca študenta súvisí s vedeckým výskumom ODF v oblasti aplikácie štatistických metód a diagnostických nástrojov na dáta z didaktických experimentov, ktorý je súčasťou spomenutého projektu APVV.

Spôsob vyhodnotenia: Hodnotenie a sumár činností na základe pravidelných konzultácií s tútorom.

Študentská pomocná pedagogická sila

Téma: Asistencia pri práci so stredoškolskými talentami

Tútor: doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.

Opis činnosti: Náplňou práce je asistencia študenta v príprave talentovaných žiakov stredných škôl a v príprave a organizácii fyzikálnych súťaží hlavne Fyzikálnej olympiády a podľa potreby aj ďalších súťaží (Turnaj mladých fyzikov, Fyzikálny náboj alebo stredoškolská odborná činnosť), resp. v popularizačných aktivitách ústavu.

Očakávaný výsledok: Efektívnejšia práca s talentovanými žiakmi, ktorá by ich mala viac motivovať. Nové, resp. aktualizované učebné materiály zodpovedajúce požiadavkám súčasnej práce s talentovanými žiakmi. Ľahšie zvládnutelná a kvalitnejšia organizácia stredoškolských fyzikálnych súťaží, ktoré sú organizované prostredníctvom ODF a popularizujú ÚFV.

Väzba na činnosť pracoviska: Práca s talentovanou mládežou je jednou z dlhodobých oblastí metodických a odborných činností Oddelenia didaktiky fyziky. Dôležitým výstupom tejto práce je popularizácia fyziky a ÚFV na stredných školách a získanie talentovaných študentov pre štúdium fyziky na ÚFV.

Spôsob vyhodnotenia: Kontrola činností študenta tútorom v súlade s harmonogramom fyzikálnych súťaží a ich prepojením na organizáciu a vyhodnotenie.

Téma: Demonštračné experimenty a vyučovacie aktivity pre podporu výučby predmetu Všeobecná fyzika I

Tútor: doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

Opis činnosti: Úlohou študenta je sa pod vedením vyučujúceho spolupodieľať na príprave a realizácii demonštračných experimentov pre predmet Všeobecná fyzika I. a pomáhať pri príprave a kontrole domácich zadaní študentov a spravovaní on-line portálu.

Očakávaný výsledok: Výsledkom činnosti študenta je prehĺbenie pochopenia fyzikálnych javov súvisiacich s obsahom predmetu Všeobecná fyzika I. a skvalitnenie systému výučby predmetu Všeobecná fyzika I.

Väzba na činnosť pracoviska: Práca študenta je previazaná na výskum v oblasti uplatnenia interaktívnych metód vo výučbe, ktorými sa ODF dlhodobo venuje.

Spôsob vyhodnotenia: Tútor pravidelne dozerá na činnosti realizované študentom. Vyhodnotenie činností študenta je previazané na výučbu predmetu.

Téma: Podpora práce s talentovanou mládežou v rámci Turnaja mladých fyzikov (téma pre dvoch študentov)

Tútor: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Opis činnosti: Z úloh aktuálneho ročníka Turnaja mladých fyzikov sa zamerať na tri úlohy. K úlohám vyhľadať informácie v odbornej literatúre a pripraviť fyzikálne vysvetlenie, navrhnuť experimentálnu aparatúru a realizovať merania. Úlohou študenta(ky) bude usmerňovať prácu skupiny žiakov na riešení vybraných úloh.

Očakávaný výsledok: Pre študenta(ku) pôjde o pochopenie fyzikálnej podstaty vybraných problémov, získanie skúseností s návrhom a zostavením experimentálnej aparatúry, zberom a najmä vyhodnotením nameraných údajov. Cennou bude aj práca s talentovanou mládežou v rámci neformálneho vzdelávania.

Väzba na činnosť pracoviska: Práca študenta je previazaná na výskum v oblasti práce s talentovanou mládežou, ktorému sa ODF dlhodobo venuje.

Spôsob vyhodnotenia: Prezentácia spracovania vybraných úloh na regionálnom kole TMF tímom, ktorý bol usmerňovaný. Vystúpenie s ukázkami úloh na fakultnom kole ŠVK.