Dejavnosti in znanstveno-raziskovalno delo na CAMTP

Marko Robnik

CAMTP - Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko, Univerza v Mariboru

V predavanju bom najprej orisal kratko zgodovino CAMTP ter njegov razvoj, še posebej sedanje dejavnosti, ter podal nekaj smernic za nadaljni razvoj fizike na Univerzi v Mariboru (20 minut).

V drugem delu (60 minut) bom orisal znanstveno-raziskovalno delo v okviru CAMTP, ter predstavil najpomembnejša področja raziskovanja, še posebej štiri vsebinske sklope:

(1) Uvod v klasični in kvantni kaos hamiltonskih sistemov
(2) Stohastični značaj determinističnega gibanja
(3) Novi rezultati v teoriji in metodi WKB
(4) Vodikov atom v močnem magnetnem polju (v dveh dimenzijah)

Zaključil bom s seznamom raziskovalnih sklopov ter orisom načrtov za prihodnost (10 minut).

Literatura (kvantni kaos)

Aurich R, Bäcker A and Steiner F 1997 *Int. J. Mod. Phys.* **11** 805
Berry M V 1983 in *Chaotic Behaviour of Deterministic Systems* eds. G Iooss, R H G Helleman and R Stora (Amsterdam: North-Holland) pp171-271
Berry M V 1991 in *Chaos and Quantum Physics* eds. M-J Giannoni, A Voros and J Zinn-Justin (Amsterdam: North-Holland) pp251-303
Berry M V and Robnik M 1984 *J. Phys. A: Math. Gen.* **17** 2413
Casati G and Chirikov B V 1994 in *Quantum Chaos: Between Order and Disorder* eds. G. Casati and B.V. Chirikov (Cambridge: Cambridge University Press)
Li Baowen and Robnik M 1994 *J. Phys. A: Math. Gen.* **27** 5509
Li Baowen and Robnik M 1995a *J. Phys. A: Math. Gen.* **28** 2799
Li Baowen and Robnik M 1995b *J. Phys. A: Math. Gen.* **28** 4843
Prosen T and Robnik M 1993a *J. Phys. A: Math. Gen.* **26** L319
Prosen T and Robnik M 1993b *J. Phys. A: Math. Gen.* **26** 1105
Prosen T and Robnik M 1993c *J. Phys. A: Math. Gen.* **26** 2371
Prosen T and Robnik M 1993d *J. Phys. A: Math. Gen.* **26** L37
Prosen T and Robnik M 1994a *J. Phys. A: Math. Gen.* **27** L459
Prosen T and Robnik M 1994b *J. Phys. A: Math. Gen.* **27** 8059
Robnik M and Prosen T 1997 *J. Phys. A: Math. Gen.* **30** 8787
Robnik M 1984 *J. Phys. A: Math. Gen.* **17** 1049
Robnik M 1988 in *"Atomic Spectra and Collisions in External Fields"*, eds. K T Taylor, M H Nayfeh and C W Clark, (New York: Plenum) pp265-274
Robnik M 1998 *Nonlinear Phenomena in Complex Systems* **1** 1
Veble G, Robnik M and Liu Junxian 2000 *J. Phys. A: Math. Gen.* **32** 6423
Veble G, Kuhl U, Robnik M, H.-J. Stöckmann, Liu Junxian and Barth M 2000 *Prog. Theor. Phys, Suppl. (Kyoto)* **139** 283
Veble G, Robnik M and Romanovski V 2002 *J.Phys.A: Math.Gen.* **35** 4151

42 let Oddelka za fiziko Pedagoške fakultete Maribor

Ivan Gerlič

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

V referatu bo prikazana zgodovinska pot in pomembnost oddelka za fiziko Pedagoške fakultete v Mariboru kot pomembne celice razvoja fizike na Univerzi v Mariboru. Prikazan bo dodiplomski program, podiplomski program, aktivnosti treh laboratorijev in globalne znanstveno-raziskovalne usmeritve zaposlenih oz. oddelka v celoti.

Ladder operators and moment problems

Andreas Ruffing

Department of Mathematics, Munich University of Technology, Garching

In the first part of my habilitation thesis, I am dealing with ladder operators as a tool for solving moment problems. Ladder operators typically arise in factorization approaches within Schroedinger theory. The concept of lowering and raising operators has also an important meaning in characterizing solutions to supersymmetric Schroedinger equations. In recent contributions, it has become apparent that methods involving ladder operators can also be used to deal with moment problems in context of special functions in analysis. The main stream of this approach is presented in the talk.

Raziskave vpliva gostote dipolov mejne plasti na kapacitivnost poly(3-hexylthiophene)/Al Schottky-jevega stika

Bruno Cvikl

Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru in Institut Jožef Stefan

Nedavne raziskave /1/ nekaterih zvrsti neidealnih polprevodniških stikov kovina/Si so pokazale, da je vrednost kapacitete (na enoto površine) osiromašenega področja Schottky-jevega stika kritično odvisna od velikosti gostote presežnega naboja, ki se inducira na mejni plasti kovina/polprevodnik, pri čemer se izkaže, da je velikost induciranega naboja odvisna od vrednosti zunanje napetosti na stiku. Zapisano spoznanje se lahko pojmuje kot neodvisna podpora predlogu Hasegawe in Ohna /2/, po katerem je pojav strukturnega nereda na mejni plasti vzrok nastanka elektronskih stanj v energijski reži polprevodnika. V prispevku bo podana analiza objavljenih meritev nelinearne odvisnosti $C^{-2}U$ karakteristik izmerjenih pri sobni temperaturi, za primer poly(3-hexylthiophene)/Al Schottky-jevega stika /3/. Analiza je osnovana na predpostavki, da je v danem primeru polimerne svetleče diode vzrok napetostne odvisnosti kapacitete predvsem pojav gostote polarizacijskega naboja, ki se spreminja z zunanjo napetostjo, pri čemer se polarizacijski naboj nahaja na stični mejni plasti organskega polprevodnika/Al. Izkaže se, da znaša gostota polarizacijskega naboja reda velikosti $3.5\ 10^{-11}$ As/m^2 tako, da bi ta naboj utegnil biti odločilni vzrok za premik vakuumskega energijskega nivoja med kovino in organskim polprevodnikom, t.j. eksperimentalnim dejstvom, ki so ga odkrili z metodami XPS and UPS spektroskopije. V delu bo pokazano, da gostota akceptorskih nečistoč predvsem in v največji meri vpliva na ukrivljanje energijskih pasov organskega polprevodnika in izkaže se, da v zaznavni meri ne morejo vplivati na izmerjeni pomik vakuumskega energijskega nivoja danega sistema.

/1// B. Cvikl and D. Korošak, J. Appl. Phys. 91, 4281 (2002).
/2/ H. Hasegawa and H. Ohno, J. Vac. Sci. Technol. B 4, 1130 (1986).
/3/ K. Kaneto, W. Takashima, Current App. Phys. 1, 355 (2001).

Študij kolektivnih fotovzbuditev za strukturno analizo XAFS

Jana Padežnik Gomilšek

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

Moderni sinhrotroni z veliko gostoto svetlobnega toka in dobro ločljivostjo omogočajo natančne meritve rentgenske absorpcije. Iz energijske odvisnosti absorpcijskega preseka v okolici pragov za ionizacijo notranjih lupin elementov razberemo učinke notranjih atomskih procesov in učinke neposredne okolice izbranega elementa. Obe vrsti učinkov se prekrivata.

Prvi učinki so posledica sklopljenega gibanja elektronov v atomu, ki ga s teoretičnimi modeli opišemo le približno.Večina podatkov o teh korelacijskih učinkih je bila zbrana z direktnimi meritvami: drobne ostre strukture v absorpcijskih spektrih so posledica večkratnih vzbuditev, ko se skupaj z elektronom iz notranje lupine vzbudi še eden ali več zunanjih elektronov. Energije pragov teh struktur lahko dovolj natancno izračunamo s Hartree-Fockovim in Dirac-Fockovim modelom samousklajenega polja, medtem ko verjetnosti za posamezne reakcijske kanale določimo iz eksperimenta. Meritev zahteva homogen monoatomni vzorec z relativno veliko maso, zato lahko čiste atomske absorpcijske spektre izmerimo le na žlahtnih plinih in v zadnjem času monoatomnih parah nekaterih kovin z nizkim vreliščem.

Zaradi interference med valovno funkcijo izbitega fotoelektrona in valovi, ki se sipljejo na atomih v okolici tarčnega atoma, se absorpcijski presek atoma vezanega v kemijski okolici razlikuje od preseka prostega atoma. Meritve drobne strukture rentgenskih absorpcijskih robov (XAFS x-ray absorption fine structure) torej omogočajo strukturno analizo materialov. Metoda je posebej dragocena pri tehnoloko pomembnih novih materialih, ki so pogosto snovi z nizko stopnjo urejenosti, kjer običajne metode strukturne analize odpovedo. Določimo lahko število, vrsto in oddaljenost atomov v nekaj zaporednih lupinah okoli izbranega elementa. Ker se atomski in strukturni učinki prekrivajo, je natančnost metode XAFS ključno odvisna od poznavanja notranjih atomskih pojavov, se pravi, od izmerjenega ali računsko določenega atomskega absorpcijskega spektra, ki vsebuje skokovite učinke večelektronskih vzbuditev.

Zato je moj projekt usmerjen k pripravi in absorpcijski spektrometriji vzorcev, ki lahko dajo najčisteje atomske absorpcijske spektre, se pravi take z najmanjo negotovostjo zaradi odstranitve strukturnega signala. To so vzorci monoatomnih par ter enostavni molekularni plini; za večino elementov lahko pripravimo tudi vzorce vodnih raztopin ionskih spojin ali njihovih kompleksov s ibkim strukturnim signalom. Sistematično zbrani podatki so uporabni za testiranje izpopolnjenih teoretičnih modelov elektronskih korelacij, pa tudi za semiempirično določitev prispevka atomskih učinkov za analizo XAFS pri tistih elementih, kjer atomskega prispevka ne moremo direktno izmeriti.

Površinsko inducirana biaksialnost v nematičnih tekočih kristalih

Robert Repnik in Samo Kralj

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

Miha Škarabot

Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Tekoči kristali (TK) se pojavljajo v več fazah. Z nižanjem temperature običajno preidejo iz izotropne (navadne tekoče faze) v nematično fazo (N). Z nadaljnjim zniževanjem temperature lahko preko različnih smektičnih (Sm) faz preidejo v trden kristal. V izotropni fazi ne opazimo reda dolgega dosega. V nematični fazi, ki je najenostavnejša tekočekristalna faza, zasledimo orientacijski red. Urejenost nematične faze v najpreprostejšem enoosnem opisu predstavimo z vektorskim kontinuumskim poljem $\overrightarrow{n}(\overrightarrow{r})$, ki odraža lokalno smerno urejenost molekul TK in s skalarnim poljem $S(\overrightarrow{r})$, ki meri jakost opletanja molekul TK okoli smeri $\overrightarrow{n}(\overrightarrow{r})$. V N fazi ni pozicijskega reda. V smektičnih fazah se poleg orientacijske reda opazi tudi določen pozicijski red - molekule tvorijo plastno strukturo. Znotraj plasti pa so TK molekule relativno prosto gibljive, podobno kot v tekoči fazi.

Kadar molekule TK zaradi različnih motenj (geometrija sistema, zunanje ali lokalno polje...) spremenijo v povprečju svojo obliko, enoosni zapis orientacijskega reda ne zadošča. V tem primeru opišemo urejenost s tenzorskim nematičnim ureditvenim parametrom

$$\underline{Q} = \alpha_1 \overrightarrow{e_1} \otimes \overrightarrow{e_1} + \alpha_2 \overrightarrow{e_2} \otimes \overrightarrow{e_2} + \alpha_3 \overrightarrow{e_3} \otimes \overrightarrow{e_3},$$

kjer so α_i lastne vrednosti in $\overrightarrow{e_i}$ lastni vektorji tenzorja $\underline{Q}$.

V obravnavanem delu omejimo tekoči kristal v N fazi v plan paralelno celico debeline R. Če na obeh površinah vsiljujemo z mejno ploskvijo paralelno močno sidranje molekul in sta smeri sidranja na zgornji in na spodnji površini pravokotni, dobimo pri dovolj debelih celicah zasukano strukturo. Slednjo matematično opišemo z vrtenjem lastnih osi tenzorja $\underline{Q}$.

Pri zmanjševanju debeline R do približno vrednosti ustrezne korelacijske dolžine ξ_n nematičnega tekočega kristala , kjer je $\xi_n << 0.1\mu m$, nematični TK pri dovolj nizkih temperaturah (kjer je taljenje nematične faze malo verjetno) razreši nasprotujoče površinske težnje z izmenjavo lastnih osi [1] tenzorja $\underline{Q}$.

V delu pokažemo, da lahko izmenjavo lastnih osi induciramo tudi v supramikronski celici. Površinske razmere glede na prej omenjene pogoje na zgornji površini se niso spremenile, na spodnji površini pa vsiljujemo delen biaksialni red. Varirali smo moč sidranja in debelino celice R. Za dovolj debele celice ugotovimo, da pride do strukturne spremembe pri izpolnjenem pogoju $\xi_n^2/(Rd_e) \sim 0.17$, pri čemer je d_e površinska ekstrapolacijska dolžina, ki je obratno sorazmerna z močjo površinske interakcije.

[1] N. Schopol and T.J. Sluckin, Phys.Rev.E 59, 2582 (1987).

Raziskave laboratorija Fizika kompleksnih sistemov

Samo Kralj

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru in Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Laboratorij Fizika kompleksnih sistemov [1] je bil ustanovljen na Pedagoški fakulteti leta 1999. Laboratorij sodeluje v številnih nacionalnih in mednarodnih projektih. Od leta 1999 je vodil naslednje bilateralne projekte: 1) "Structure and dynamics of defects in spatially restricted liquid crystals", bilateralni projekt Slovenija-Italija (1999-2001), 2) "Liquid crystals : the laboratory of physics", bilateralni projekt Slovenija-Avstrija (1999-2003), 3) "Defects in confined liquid crystals", pogodba med Avstrijskim institutom za vzhodno in jugovzhodno Evropo in Filozofsko fakulteto Univerze Ljubljana (2002-2004), 4) "Physics of patterns in soft matter systems", bilateralni projekt Slovenija-Italija (2001-2005). V prijavi so bilateralni projekti z Romunijo (Univerza v Bukarešti), Ukrajino (Univerza v Kievu) in Rusijo ((Univerza v Moskvi). Od ustanovitve dalje so člani laboratorija objavili 13 člankov zgornjega kakovostnega razreda (JRC IF>1) in od tega 7 člankov z JRC IF>2. Omembe vredno je tudi sodelovanje (kot edini slovenski predstavnik) v ESF mreži "Cosmology in the laboratory", katere namen je preučevanje kozmoloških pojavov v fiziki kondenzirane materije.

V predavanju bom predstavil teme, ki jih raziskujemo člani laboratorija. Raziskave izvajamo na področju tekočih kristalov (TK) in se pri tem omejujemo na "univerzalne" pojave, ki jih srečamo na raznovrstnih področjih fizike.Tekoči kristali so namreč odlični eksperimentalni poligon bazične fizike predvsem zaradi naslednjih razlogov. 1) Zaradi svojega "mehkega" in "tekočega" značajo so zelo odzivni in njihov odziv je zaznaven na relativno lahko dosegljivih časovnih in krajevnih skalah. 2) So optično prozorni in anizotropni in tako dosegljivi s sorazmerno enostavnimi optičnimi metodami.3) Obstaja vrsta različnih TK faz in znotraj njih bogata različnost struktur, ki omogočajo raznovrstno paleto fizikalnih pojavov.

V raziskavah izhajamo iz kontinuumskih in semi-mikroskopskih pristopov. V grobem obravnavamo naslednje pojave: 1) statično strukturo točkastih in linijskih defektov v orientacijskem in translacijskem redu dolgega dosega, 2) dinamiko anihilacije defektov in antidefektov, 3) trkovno inducirano nukleacijo strukturnega faznega prehoda, 4) površinska stabilizacija stabilnih defektnih mrež, 5) vpliv nereda na red dolgega dosega in prehod v steklasto fazo, 6) dinamika defektne strukture po nenadnem faznem prehodu. Sorodni pojavi, ki jih preučujemo v TK, so naslednji: 1) struktura vorteksov v superprevodnikih, superfluidih in kozmičnih strun, 2) stabilnost Abrikosove mreže v superprevodnikih, 3) Braggova stekla v superprevodnikih in superfluidih, 4) komenzurabilni in inkomenzurabilni fazni prehodi, 5) razvoj vesolja po velikem poku itd..

[1] http://www.pfmb.uni-mb.si/complex

Matematično modeliranje enostavnih in kompleksnih Ca2+ oscilacij

Marko Marhl

Pedagoška fakulteta Maribor, Univerza v Mariboru

V bioloških celicah poteka velik del celične signalizacije preko prostega kalcija (Ca2+). Po delovanju stimula (hormona ali nevrotransmiterja) na receptorje v celični membrani steče običajno produkcija inositol trifosfata (IP3), ki se veže na kanalske receptorje v membrani endoplazemskega retikuluma (ER), kar povzroči odprtje kalcijevih kanalov. Po avtokatalitičnem CICR mehanizmu (Calcium-Induced Calcium Release) se sprosti velika količina kalcija iz ER v citosol. Zanimivo je, da sprostitev Ca2+ iz ER v citosol ne povzroči dolgotrajnega zvišanja koncentracije prostega Ca2+ v citosolu, temveč se pojavijo kratkotrajni pulzi v obliki t.i. kalcijevih oscilacij.

Matematično modeliranje Ca2+ oscilacij zajema matematičen opis Ca2+ tokov preko celične membrane, preko membrane ER, vezave Ca2+ na proteine v citosolu ter izmenjave Ca2+ med citosolom in mitohondriji. Časovno spreminjanje posameznih spremenljivk modela opišemo z diferencialnimi enačbami, ki jih numerično rešujemo. Za določitev parametričnih območij, v katerih ima sistem oscilirajoče rešitve, izdelamo stabilnostno analizo. Pri tem poleg lasnih programov uporabljamo še programe AUTO in XPPAUT.

Z matematičnim modeliranjem proučujemo enostavne in kompleksne Ca2+ oscilacije. Enostavne Ca2+ oscilacije se pojavljajo v obliki t.i. spiking oscilacij, medtem ko se kompleksne Ca2+ oscilacije pojavljajo v obliki burstinga, ki lahko predstavlja regularne, kvaziperiodične in kaotične oscilacije. Rezultate modelnih izračunov interpretiramo v smislu biološkega pomena. Predvsem nas zanima pomen kompleksnih Ca2+ oscilacij za intra- in inter-celularno signalizacijo.

Kodiranost Ca2+ oscilacij in pomen kaosa pri prenosu znotrajceličnih signalov

Vladimir Grubelnik in Marko Marhl

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

Obravnavamo enostavne in kompleksne Ca2+ oscilacije, ki predstavljajo pomemben del znotrajcelične signalizacije. Poudarek je na analizi frekvenčne in amplitudne regulacije Ca2+ oscilacij. Predstavljen je univerzalni mehanizem, ki efektivno regulira amplitudo Ca2+ oscilacij tako pri enostavnih kot tudi pri kompleksnih Ca2+ oscilacijah. Konstantna amplituda in spreminjajoča se frekvenca Ca2+ oscilacij, ki je odvisna od stimuliranosti celice, omogoča frekvenčno kodiranje informacij. Pri kompleksnih, t.i. bursting in kaotičnih Ca2+ oscilacijah, se poleg frekvenčne kodiranosti signala kaejo tudi možnosti amplitudne kodiranosti.

Za različne matematične modele je izdelana analiza kompleksnih Ca2+ oscilacij. Parametrična področja kaotičnega obnašanja sistema določamo na osnovi bifurkacijskih diagramov in izračuna pozitivnega maksimalnega Liapunovega eksponenta. Analiziramo velikost maksimalnega Liapunovega eksponenta, ter na osnovi izračuna vseh Liapunovih eksponentov določamo divergenco in Kaplan-Yorkovo dimenzijo atraktorja. Z biološkega vidika je še posebej pomembna odvisnost dimenzije in divergence atraktorja od modelnega parametra, ki določa stimuliranost celice.

Rezultate interpretiramo v smislu biološkega pomena kaosa pri prenosu znotrajceličnih signalov. Čeprav je pomen kaosa v bioloških sistemih v splošnem slabo poznan, so zanimive nekatere ugotovitve fiziologov, ki kažejo na to, da bi lahko bil kaos celo nujen pogoj za normalno delovanje biološkega sistema. Tako so na primer pokazali, da je kaotični utrip srca povezan z normalnim zdravstvenim stanjem človeka. Na celični ravni zaenkrat še ni prepričljivih eksperimentalnih rezultatov, ki bi kazali na poseben pomen kaosa. Prav zato so rezultati teoretičnih analiz kompleksnih Ca2+ oscilacij še toliko bolj pomembni.

Analiza različnih tipov burstinga na primeru Ca2+ oscilacij

Matjaž Perc in Marko Marhl

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

Za večino ekscitabilnih in neekscitabilnih celic predstavljajo kalcijeve oscilacije pomemben del znotrajcelične signalizacije. Matematično jih v splošnem opišemo kot kompleksni nelinearni dinamični sistem. Modeli, ki jih proučujemo, kažejo bogato dinamiko od regularnih, kvaziperiodičnih do kaotičnih oscilacij. Zaradi večje sistematike razlikujemo med spiking oscilacijami, ki so lahko regularne ali kaotične, ter bursting oscilacijami, ki se v naših modelih pojavljajo kot regularne, kvaziperiodične in kaotične oscilacije.

Bursting oscilacije analiziramo z metodo razdelitve dinamičnega sistema na hitri in počasni podsistem. Hitri podsistem zajema vse spremenljivke, ki se v času hitro spreminjajo, počasni podsistem pa vključuje vse počasi se spreminjajoče spremenljivke. Spremenljivke počasnega podsistema obravnavamo kot kvazistatičen bifurkacijski vektor, kar nam olajša analizo burstinga ter omogoča globje razumevanje mehanizma oscilacij. Za Ca2+ oscilacije smo analizirali pet osnovnih tipov burstinga in sicer point-point, point-cycle, cycle-cycle, kvaziperiodičen in kaotičen bursting.

Rezultate matematične analize različnih tipov burstinga interpretirano v smislu biološkega pomena posameznih regularnih in kaotičnih tipov burstinga za intra- in inter-celularni prenos kalcijevih signalov.

Obravnava lastne difuzije molekul v porozni snovi z jedrsko magnetno resonanco: analitični opis in merske metode

Andrej Duh

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru

Merske metode na osnovi pojava jedrske magnetne resonance (NMR) so uveljavljene na raznih področjih znanosti in industrije. Ena izmed merskih metod je uporaba nehomogenih magnetnih polj za opazovanje gibanja molekul. Premike molekul zaznamo preko precesije jedrskih spinov v nehomogenem magnetnem polju. Še posebej se za opazovanje gibanja molekul obnese meritev signala spinskega odmeva. Naključno gibanje molekul, kot je npm. difuzija molekul, v prisotnosti nehomogenih magnetnih polj slabi signal spinskega odmeva. Tako je v naftni industriji poznavanje difuzije skozi porozno snov pomembno pri oblikovanju tehnologij za pridobivanje nafte iz zalog v hidrokarbonatih. Poznavanje in meritev transporta molekul je ključnega pomena pri razumevanju adsorbcije in reakcij v poroznih katalizatorjih, pri pripravi keramik in plastičnih materialov, pri difuziji v polimerih.

Pri meritvah lastne difuzije molekul v poroznih sredstvih lahko z NMR merskimi metodami poleg podatkov o gibanju molekul, dobimo tudi podatke o morfologiji okolice, ki omejuje gibanje. Z uporabo metod NMR mikroskopije občutno povečamo ločljivost tako, da lahko slikamo že zelo majhna območja in s tem tudi pojave, ki jih povzroča lastna difuzija molekul v omejenem prostoru [2, 3, 4].

Čeprav z NMR meritvami lastne difuzije v porozni snovi dobimo podatke o morfologiji porozne snovi in molekularni dinamiki, pa še ne obstaja teorija, ki bi popolnoma razložila rezultate meritev. Analitičen opis obravnave omejene lastne difuzije je bil še nedavno omejen le na območje zelo kratkih nehomogenih magnetnih sunkov. Stepišnik [1] je razširil teoretično obravnavo odziva spinov pri omejeni lastni difuziji, kjer zaradi dolgih nehomogenih magnetnih sunkov ni mogoče časovno ločiti vpliva nehomogenih magnetnih polj in molekularnega gibanja.

Predstavil bom eksperimentalno delo na področju slikanja pojavov omejene lastne difuzije z jedrsko magnetno resonanco in obravnavo le teh z najnovejšimi teoretičnimi znanji.

[1] Stepišnik J., J.Mag.Reson. vol. 131, st. 339-346, 1998.

[2] Stepišnik J., Duh A., Mohorič A., Serša I., J.Mag.Reson. vol. 137, st. 154-160, 1999.

[3] Duh A., Mohorič A., Stepišnik J., J.Mag.Reson. vol. 148, st. 257-266. 2001.

[4] Duh A., Mohorič A., Stepišnik J., Serša I., J.Mag.Reson. (sprejeto v objavo).

Limit cycles bifurcations in polynomial dynamics systems

Valery Romanovski

CAMTP - Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko, Univerza v Mariboru

Consider systems of ordinary differential equations of the form

$$\frac{dx}{dt} = P_n(x,y), \frac{dy}{dt} = Q_n(x,y) \tag{1}$$

where $P_n(x,y), Q_n(x,y)$ are polynomials of degree n, x and

y are real unknown functions. Hilbert asked in his famous 1900 th problem list in the second part of the 16 th problem for the number H_n and location of limit cycles (i.e. isolated periodic solutions) of such polynomial differential systems. The problem is still unresolved even in the case $n = 2$.

We study an important part of the Hilbert's problem, namely, the problem of bifurcation of limit cycles from a center or a focus of polynomial systems. The problem is also known as the cyclicity problem. Consider a family of systems (1) with coefficients from a parameter space $\mathcal{E}$. We say that the singular point (x_0, y_0) of the system $E_0 \in \mathcal{E}$ *has cyclicity* k with respect to $\mathcal{E}$ if and only if any perturbation of E_0 in $\mathcal{E}$ has at most k limit cycles in a neighborhood of (x_0, y_0) and k is the minimal number with this property. The cyclicity of singular points of center or focus type was investigated for the quadratic system (the system (1) with $n = 2$) by Bautin in his celebrated paper [1], but the case $n = 3$ is still unresolved.

Our approach to the problem is based on making use of algebraic algorithms relying on Groebner bases theory [2, 3]. We demonstrate how to use these methods to investigate the cyclicity (and also the stability and isochronicity problems) for some subfamilies of system (1) and some discrete dynamics system.

[1] Bautin, N. N. (1952): Mat. Sb. **30**, 181-196 (in Russian); (1954): Trans Amer. Math. Soc. **100**, 181-196 (English translation).

[2] Jarrah, A, Laubenbacher, R and Romanovski, V. (2002): The center variety of polynomial differential systems. Journal of Symbolic Computations (to appear)
http://lanl.arXiv.org:math.DS/0009061

[3] Romanovski, V. G., Rauh, A. (1998): Dynamics Systems and Applications, **7**, Issue 4, 529-552.

Raziskave pojavov v šibko magnetizirani plazmi

Milan Čerček

Institut Jožef Stefan in Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru

Tomaž Gyergyek

Institut Jožef Stefan in Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

V prispevku bomo predstavili nekaj raziskav, ki smo jih ali pa jih se delamo v Laboratoriju za fiziko plazme na Institutu Jožef Stefan. V majhni raziskovalni skupini je stalno zaposlen en starejši raziskovalec (višji znanstveni sodelavec, v dopolnilnem delovnem razmerju na Univerzi v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo)), en raziskovalec pa sodeluje v dopolnilnem delovnem razmerju (znanstveni sodelavec, stalno zaposlen na Univerzi v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko). Pri raziskavah občasno sodelujejo študenti, ki izdelujejo svoja diplomska, oziroma magistrska in doktorska dela.

Sodelujemo tudi v mednarodnih projektih (CEEPUS, bilateralni). Na področju osnovnih raziskav v fiziki plazme sodelujemo s kolegi na Univerzah v Innsbrucku, Bratislavi in Iasiju. V letošnjem letu nam je skupaj s kolegi z Odseka za fiziko nizkih energij uspelo pridobiti projekt na področju jedrske fuzije, ki že spada v 6. Okvirni program EU. V okviru tega projekta smo vzpostavili sodelovanje z raziskovalci na FZ Juelich/Plasma Physics-Textor v Nemčiji.

V Laboratoriju imamo srednje veliko napravo za proizvodnjo in vzrdževanje magnetizirane plazme. Podrobneje bomo prikazali rezultate teoretične in simulacijske raziskave formiranja potenciala v plazmi z dvema skupinama (dvo-temperaturna plazma) elektronov. Pri tem smo uspeli dokazati nastanek izolirane potencialne strukture v plazmi (t.im. dvojna plast). Posebej smo študirali tudi lastnosti potenciala lebdenja v takšni plazmi. Tu nam je uspelo primerjati teoretične in simulacijske rezultate tudi z eksperimentalnimi. Ujemanje je bilo izjemno dobro. Posebej velja omeniti tudi simulacijske eksperimente razširjanja plazme v vakuum. Rezultate skušamo primerjati z eksperimenti, ki so jih opravili v tujini.

V novem, fuzijsko uglašenem projektu nameravamo raziskovati vpliv vibracijsko vzbujenih vodikovih in devterijevih molekul na površinske pojave na raznih materialih in na pojave v sami plazmi. Tu je predvsem, ali pa samo, mišljena hladna robna plazma v velikih fuzijski napravah, ki jo lahko do neke mere ustvarimo tudi v majhnih laboratorijskih napravah. Eno takšnih nameravamo zgraditi v našem laboratoriju in pri tem upamo tudi pridobiti diagnostično opremo za meritve negativnih vodikovih in devterijevih ionov. Izvori teh ionov so potrebni za dodatno gretje fuzijske plazme.

Študij lastnosti stika med kovino in neurejenim polprevodnikom

Dean Korošak

Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru

Stik kovine in polprevodnika je sestavni del vsakega mikro- in nanoelektronskega elementa in naprave. Podrobno razumevanje vpliva mikroskopskih lastnosti stika na transport naboja in odziv elementa na zunanja električna in magnetna polja je nujno potrebno za razvoj in načrtovanje novih materialov in polprevodniških elementov. Plitva implantacija ionov v podlago polprevodnika (predvsem silicija) pri nizkih energijah in dozah [1] in vpliv neurejenosti tankih plasti nastalih pri implantaciji na elektronske lastnosti snovi je v zadnjem času izredno aktivno in hitro razvijajoče se področje raziskav, ki naj bi pripeljale do tehnoloških rešitev za implementacijo kvatnega računalnika v polprevodniških elektronskih napravah [2,3]. Teoretični del teh raziskav je usmerjen v študij mogočih interakcij med osnovnimi gradniki (kvantnimi biti) in elektronsko strukturo, ki omogoča branje stanja kvantnih bitov [4,5]. Ker je za uspešno delovanje take naprave potrebno vzdrževati koherentno stanje postane vpliv neurejenosti in kontaktov, ki povezujejo kvantni računalnik z ostalimi elementi pri integraciji bistven in kaže na pomembnost osnovnih raziskav na področju razumevanja vpliva neurejosti na elektronsko strukturo kondenzirane snovi [6] ter fizikalnih procesov, ki se odvijajo v mejni plasti heterostruktur.

Heterostrukturo kovina-polprevodnik, ki nastane pri nizkoenergijski in nizkotemperaturni depoziciji kovine na podlago polprevodnika z metodo curka ioniziranih skupkov atomov (CIS) [7], sestavlja kovinska plast, kateri sledi tanka (20-100 nm) plast neurejenega polprevodnika obogatenega s kovinskimi atomi ter urejena podlaga polprevodnika. Takšna heterostruktura izkazuje nenavadne transportne in elektronske lastnosti [8]. V prispevku se osredotočamo na problem vpliva neurejenosti v polprevodniških strukturah in lokalizacije elektronskih stanj na transportne lastnosti in odziv sistema na zunanje enosmerno in izmenično električno polje.

[1] T. Schenkel, J. Meijer and A. Persaud, J. W. McDonald, J. P. Holder and D. H. Schneider, lanl preprint archive, cond-mat/0201549.

[2] B. E. Kane, Nature, 393, 133 (1998).

[3] B. E. Kane, Fortschritte der Physik, 48, 1023 (2000).

[4] D. Mozyrski, V. Privman and M. L. Glasser, Phys. Rev. Lett. 86, 5112 (2001).

[5] B. Koiller, X. Hu and S. Das Sarma, Phys. Rev. Lett. 88, 027903 (2002).

[6] J. C. Dyre and T. B. Schroeder, Rev. Mod. Phys. 72, 873 (2000).

[7] B. Cvikl in D. Korošak, J. Appl. Phys. 91, 4281 (2002).

[8] D. Korošak in B. Cvikl, Jpn. J. Appl. Phys. 41, 1988 (2002).

Identifikacija delcev z detektorjem Čerenkovih obročev

Samo Korpar

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru, in Institut Jožef Stefan

Pri poskusih v fiziki osnovnih delcev pospešimo delca v nasprotnih smereh do visokih energij in opazujemo delce, ki nastanejo pri njunem trku. Na mestu, kjer prihaja do trkov, stoji spektrometer, ki ga sestavljajo različni detektorji za merjenje sledi delcev, njihove gibalne kolicine, energije in hitrosti. S temi meritvami lahko ugotovimo, kateri delci so pri trku nastali in kako so razpadli.

Eden od teh detektorjev je tudi detektor Čerenkovih obročev, s katerim merimo hitrost nabitih delcev. Ta meritev nam ob izmerjeni gibalni količini omogoca določitev mase nabitega delaca in s tem njegovo identifikacijo. Od drugih metod za identifikacijo se loči po tem, da je učinkovita na področju gibalnih količin $\approx 1GeV/c - 50GeV/c$, ki ga ostale ne pokrivajo.

V prispevku bom najprej opisal motivacijo za razvoj detektorja Čerenkovih obročev, sledile bodo osnove delovanja detektorja, opis detektorja, ki deluje v spektrometru HERA-B v Hamburgu in prototipa, ki ga razvijamo za uporabo pri eksperimentu BELLE v Tsukubi na Japonskem.

Podiplomski študij fizike in raziskovalno delo na Pedagoški fakulteti - nekaj misli prodekana za podiplomski študij

Milan Brumen

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

S stališča prodekana za podiplomski (magistrski) študij bom predstavil nekaj problemov v povezavi podiplomskega študija fizike in organizacijo ter izvedbo raziskovalnega dela na Pedagoški fakulteti. Teh problemov se moramo zavedati, ko načrtujemo nove podiplomske programe in ko se zavzemamo za dvig ravni visokošolskega pedagoškega ter znanstveno-raziskovalnega dela na področju fizike na Univerzi v Mariboru.

Kratek pregled osebne raziskovalne dejavnosti

Predstavil bom nekatere raziskovalne probleme, s katerimi se ukvarjam predvsem na Univerzi v Mariboru, s tem sodelovanje s kolegi na Oddelku za fiziko PeF ter skupinami na drugih fakultetah UM. Pričakujem, da bodo mlajši kolegi potem izčrpneje predstavili in obravnavali te raziskovalne probleme v svojih prispevkih.

Od enostavnih do kompleksnih oscilirajočih sistemov

Aleš Fajmut

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

V svojem referatu bom predstavil lastno delo s področja študija oscilirajočih sistemov v fiziki, biologiji in kemiji. S to tematiko sem se aktivno začel ukvarjati že ob pisanju diplomske naloge, ki sem jo izdelal pod pokroviteljstvom projekta TEMPUS, ki mi je omogočil trimesečni študijski obisk na Institutu za teorijsko fiziko Univerze Karla Franza v Gradcu. Z isto tematiko sva se z mentorjem prof. dr. Milanom Brumnom vključila v seminarje za kurikularno prenovo pouka fizike v osnovnih in srednjih šolah. Kot asistent-stažist na Oddelku za fiziko Pedagoške fakultete v Mariboru sem se vključil v raziskovalno skupino, ki se je ukvarjala s kalcijevimi oscilacijami. V okviru raziskovalnega dela sem se ukvarjal s poenostavitvami in matematično analizo modelov, ki opisujejo kalcijeve oscilacije. V znanstvenoraziskovalno delo sem vedno vključeval tudi pedagoške komponente, ki jih je pogojeval tudi moj študij s področja izobraževanja.

Linux v akademskem okolju

Igor Mozetič

CAMTP - Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko, Univerza v Mariboru

Na področju računalništva se v zadnjem času soočamo z vedno višjimi stroški licenčne programske opreme. Le-ta je brez garancije, nepreverljiva (zaprta koda), odkrite napake se odpravljajo počasi, pogosto pa je potrebno popravljeno kodo ponovno kupiti kot "nadgradnjo". Glavni problem v dobi Interneta pa postajajo varnostne luknje, ki jih tedensko odkrivajo in izrabljajo razni programski virusi in črvi.

Namen predavanja je prikazati uporabnost Linuxa kot alternative v tipičnem akademskem okolju. Linux je prosto dostopen operacijski sistem, ki z množico dodatnih programov omogoča vzpostavitev ustrezne programske infrastrukture. Prikazali bomo arhitekturo sistema na CAMTP in naše večletne izkušnje z uporabo Linuxa. Glavne prednosti so večja zmogljivost, zanesljivost, varnost in nižji stroški lastništva.

Na CAMTP vzdržujemo uradna slovenska zrcala sledečih Linux arhivov:
1) http://www.si.kernel.org/ - Linux jedro
2) http://ftp.si.debian.org/ - distribucija Debian/GNU
3) http://www.camtp.uni-mb.si/LDP/ - Linux dokumentacijski projekt.

‘Persistenčni tokovi’ in valovne funkcije v tankih mikrovalovnih resonatorjih z zlomljeno simetrijo na obrat časa

Marko Vraničar

CAMTP - Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko, Univerza v Mariboru

Vektor električne poljske jakosti dovolj nizko frekvenčnih valovnih načinov elektromagnetnega polja v prizmičnih resonatorjih se reducira na eno samo od nič različno komponeto, ki je rešitev preproste Helmholtzove enačbe z Dirichletovim robnim pogojem. Kadar ima resonatorjeva planarna baza obliko dvodimenzionalnega biljarda so tudi kvantnomehanska stacionarna stanja tega biljarda rešitve iste Helmholtzove enačbe, vlogo komponente električne poljske jakosti pa prevzame kvantnomehanska valovna funkcija. Ta formalna podobnost je ključ do mikrovalovnih eksperimentov v resonatorjih, ki omogočajo eksperimentalne študije kvantega kaosa na makroskopski skali.

Orisal bom tehniko mikrovalovnih eksperimentov in predstavil rezultate meritev v resonatorjih z zlomljeno simetrijo na obrat časa (TRS), ki jo v resonatorjih povzroči prisotnost feritnega materiala v statičnem zunanjem magnetnem polju. Poglavitna značilnost kvantnomehanskih sistemov z zlomljeno TRS so kompleksne valovne funkcije vezanih stanj, ki tudi v zaprtem sistemu porodijo neničelno gostoto verjetnostnega toka z značilno vrtinčno strukturo, imenovano tudi persistenčni tok. Kvantnomehanski gostoti verjetnostnega toka analogna količina v elektromagnetnih resonatorjih je Poyntingov vektor, analogija pa spet postane eksaktna v primeru tankih prizmičnih resonatorjev. Poleg opisanih kvalitativnih lastnosti sistemov z zlomljeno TRS smo preverili tudi nekatere statistične lastnosti valovnih funkcij in persistenčnih tokov, ki jih za klasično kaotične sisteme brez simetrije na obrat časa napoveduje teorija kvantnega kaosa.

Literatura

Saichev A I, Ishio H, Sadreev A F and Berggren K F 2002 *J. Phys. A: Math. Gen.* **35** L87
So P, Anlage S M, Ott E and Oerter R N 1994 *Phys. Rev. Lett.* **74** 2662
Stein J, Stöckmann H-J and Stoffregen U 1995 *Phys. Rev. Lett.* **75** 53
Vraničar M, Barth M, Veble G, Robnik M and Stöckmann H-J 2002 *J. Phys. A: Math. Gen.* **35** 4929

Zvestoba perturbirane klasične evolucije

Gregor Veble

CAMTP - Center za uporabno matematiko in teoretično fiziko, Univerza v Mariboru

Giuliano Benenti, Giulio Casati

International Center for the Study of Dynamical Systems, Università degli Studi dell'Insubria, Como

Stabilnost evolucije sistemov pod vplivom statične perturbacije je v zadnjem času pritegnila precej pozornosti na področju kvantnega računalništva. Osnovni problem je ugotoviti, kako dinamika vpliva na razhajanje evolucije dveh rahlo različnih sistemov.

V našem delu smo se osredotočili na klasično dinamiko, ki je velikokrat osnova za razumevanje ustreznega kvantnega sistema. Primerjali smo evolucijo klasičnih verjetnostnih gostot izvirnega ter perturbiranega sistema. Ekvivalentno lahko opazujemo evolucijo verjetnostne gostote v originalnem sistemu naprej ter nato v perturbiranem sistemu nazaj v času in nato dobljeno verjetnostno gostoto primerjamo z originalno s prekrivalnim integralom. Tak integral imenujmo klasična zvestoba evolucije (ang. fidelity).

Opazovali smo tako kaotične kot integrabilne sisteme. V kaotičnih sistemih je začetno pojemanje klasične zvestobe evolucije s časom podano z Ljapunovim eksponentom. V našem delu smo se osredotočili na asimptotično obnašanje. Izkaže se, da je asimptotsko pojemanje zvestobe podano s pojemanjem korelacij v sistemu. Tako je lahko v kaotičnih sistemih asimptotsko obnašanje tako potenčno kot eksponentno z eksponentom, ki ni nujno enak Ljapunovemu.

V integrabilnih sistemih je začetno pojemanje klasične zvestobe evolucije nekoliko presenetljivo, saj je v veliko primerih celo hitrejše od eksponentnega, v drugih primerih pa opazimo potenčno odvisnost. V našem delu smo uspeli analitično pokazati, da je tip pojemanja odvisen od oblike perturbacije, ne pa tudi od njene velikosti. Hitri tip pojemanja je povezan s spremembo frekvenc ter posledičnim balističnim razhajanjem med sistemoma, medtem ko je za potenčni tip obnašnja odgovorna razlika v obliki torusov obeh sistemov. Prav tako je mogoče opazovati kvalitativni prehod med obema tipoma obnašanja v odvisnosti od oblike perturbacije.

Merjenje elektrokinetičnih lastnosti površin polimerov

Robert Šoster

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

Moje znanstveno-raziskovalno delo zajema predvsem meritve zeta potenciala na površinah polimerov v raztopini elektrolita. Zeta potencial oz. elektrokinetični potencial je nosilec informacije o elektrokinetičnih lastnostih površine, kar pomeni predvsem, da nudi informacijo o površinskem naboju in o interakciji površine z raztopino elektrolita. Osnovni model, iz katerega izhajamo, je torej nabita površina v raztopini elektrolita. Gouy-Chapman-Stern-Grahamov model nabite površine v raztopini elektrolita predpostavi tik ob površini plast adsorbiranih vodnih molekul in specifično adsorbiranih anionov, ob tej plasti pa plast elektrostatsko adsorbiranih ionov iz raztopine elektrolita. Prvo plast imenujemo notranja, drugo pa zunanja Helmholtzova plast. Ob zunanji Helmholtzovi plasti se prične raztopina elektrolita. Blizu površine je koncentracija ionov, katerih naboj je nasproten naboju na povrini, večja kot pa koncentracija preostalih ionov. To plast imenujemo difuzijska plast. Električni potencial pada znotraj Helmholtzove plasti linearno, v difuzijski plasti pa približno eksponentno. Eden od načinov, kako pridobiti informacijo o površinskem naboju in o interakciji med površino in raztopino elektrolita, je določanje zeta potenciala. Če ob nabiti površini s tlačno razliko ustvarimo volumski tok raztopine, ugotovimo, da plast raztopine do neke oddaljenosti od površine miruje. Fiktivna ravnina, ki se nahaja na tej oddaljenosti od nabite površine in je nabiti površini vzporedna, se imenuje strižna plast, električni potencial na tej plasti pa se imenuje zeta potencial. Zeta potencial je tem večji, čim večja je površinska gostota naboja in čim manjša je oddaljenost med strižno plastjo in nabito površino. Strižna plast približno sovpada s površino, ki predstavlja mejo med Helmholtzovo in difuzijsko plastjo. Pri določanju zeta potenciala uporabimo poznavanje navzkrižnih pojavov, ki spadajo v področje neravnovesne termodinamike. Navzkrižni pojavi, ki jih srečamo v okviru zgoraj omenjenega modela, se imenujejo elektrokinetični pojavi. Pri meritvah, ki jih izvajamo, ustvarimo vzdolž nabite povrine tlačno razliko, kar povzroči nastanek volumskega toka, kar dalje vodi do nastanka nasprotno usmerjenega električnega toka in električne napetosti, ki jo imenujemo potencial zaradi pretoka. Med meritvijo je torej potrebno izmeriti ustvarjeno tlačno razliko, nastali potencial zaradi pretoka in lastnosti elektrolita, kot je dielektričnost, viskoznost, specifična prevodnost. Običajno med meritvijo spreminjamo pH vrednost raztopine elektrolita, saj nam takšna meritev nudi informacijo o morebitnih kemijskih skupinah na površini kot tudi o adsorbiranem naboju. S to meritveno tehniko sem se seznanil že pri delu za diplomsko nalogo. Takrat sem večino meritev izvedel v Laboratoriju za koloide Inštituta za kemijo Univerze Karl Franzens v Gradcu pod vodstvom prof. dr. Volkerja Ribitscha. Meritve, potrebna za izdelavo magistrske naloge, sem izvedel v Laboratoriju za obdelavo in preskušanje polimernih materialov, ki deluje v okviru Oddelka za tekstilstvo mariborske Fakultete za strojništvo in ga vodi prof. dr. Karin Stana - Kleinschek. V magistrskem delu, pri katerem je moj mentor prof. dr. Milan Brumen z mariborske Pedagoke fakultete, se ukvarjam predvsem z definicijo ustreznega začetnega stanja meritve, ki bi omogočalo čim boljšo primerljivost rezultatov meritev. V svoji doktorski disertaciji bom predvidoma nadaljeval z razvojem nove merilne tehnike zeta potenciala, ki nastaja v laboratoriju prof. Ribitscha v Gradcu.

Spontano urejanje gvanozina v vodnih raztopinah

Lea Spindler

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

Gvanozin v vodnih raztopinah tvori stabilne, kompleksne strukture. Urejanje se za ne s povezovanjem tirih gvanozinskih molekul v planarne tetramere, njihovo nalaganje v paličaste skupke pa vodi do nastanka tekočekristalnih faz. Isti povezovalni motiv gvanozinskih molekul se pojavlja v telomernih DNA in v drugih z gvaninom bogatih DNA segmentih. Biološki pomen takšnega urejanja zaenkrat še ni zadovoljivo pojasnjen. V predavanju bom predstavila rezultate svojih raziskav, v katerih sem z dinamičnim sipanjem svetlobe in ^{31}P NMR spektroskopijo proučevala spontano urejanje gvanozina v izotropnih raztopinah.

Encimska razgradnja krvnih strdkov

Aleksander Zidanšek

Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Krvni strdki predstavljajo velik zdravstveni problem. Če blokirajo pomembno žilo, je lahko ogroženo tudi življenje bolnika. V zadnjem času so strdki, predvsem v povezavi z možgansko kapjo in srčnim infarktom vedno pomembnejši vzrok smrti v zahodni civilizaciji. Vzroki zanje so predvsem visok krvni pritisk, debelost, kajenje in nezdrav način življenja [1].

V prispevku je predstavljen model encimske razgradnje strdka pri različnih načinih transporta encimov, ki ustrezajo strdkom v arterijah ali v venah. Encimska razgradnja strdka a arteriji zaradi tlačnega gradienta najprej izvrta kanal skozi strdek [2]. Preostali strdek ob steni žile sicer ni neposredno življenjsko nevaren, lahko pa služi kot osnova za novo rast strdka, ki bo zopet blokiral žilo. Zato je koristno v terapiji odstraniti vse ostanke strdka. Poskusi s slikanjem strdkov in vitro z magnetno resonanco so pokazali, da se rekanalizirani strdki ob turbulentnem pretoku razgrajujejo bistveno hitreje kot ob laminarnem pretoku [3]. V venah je tlačni gradient bistveno manjši kot v arterijah, zato je transport encimov počasen, tako da razgradnja tipičnega strdka lahko traja tudi več dni.

Z modelom pojasnimo razliko med razgradnjo strdka v arteriji in v veni ter rekanaliziranega strdka v primeru laminarnega ali turbulentnega pretoka.

[1] Stroke Belt Initiative, National Heart, Lung and Blood Institute, www.nhlbi.nih.gov/health/prof/heart/other/sb_spec.pdf

[2] A. Zidanšek, A. Blinc, G. Lahajnar, D. Keber in R. Blinc, Finger-like lysing patterns of blood clots, Biophys. J. 69, 803-809 (1995).

[3] M. Štrukelj, diploma, mentor A. Blinc, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, 2000.

Določanje mehanizma superprevodnosti v organskih superprevodnikih na bazi bedt-ttf molekule

Marko Pinterič

Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru

Silvia Tomić

Institut za fiziku, Zagreb

V sklopu doktorskega študija sodelujem v delu raziskovalne skupine na Institutu za fiziko v Zagrebu pod vodstvom dr. Silvie Tomić [1]. Skupina se ukvarja z raziskavo širokega spektra različnih nizkotemperaturnih fenomenov, posebno valov gostote naboja in spina ter organske superprevodnosti. V okvirju teh raziskav je sklenjen tudi mednarodni projekt z imenom "Frequency-dependant conductivity of commensurate density waves in organic metals: a search for the pinned mode" v sodelovanju s prof. dr. Martin Dresselom z Univerze v Stuttgartu. Obenem načrtujemo razširiti področje raziskav tudi na raziskave bioloških materialov, posebno na elektronske lastnosti molekule DNK. V okvirju teh načrtov je sestavljen mednarodni projekt z imenom "Dynamical and conformational properties of native DNA in varying chemical environment" v sodelovanju s dr. J.U. von Schützom, prav tako z Univerze v Stuttgartu.

Za dosego teh ciljev so znotraj skupine na razpolago med ostalim tudi visoko precizne tehnike za dielektrične meritve v frekventnem področju 10 mHz–1 MHz (z načtrtovano širitvjo do 100 MHz) in visokoobčutljivi susceptometer (občutljivost znaša $1-2\times10^{-9}$ emu, izraženo v ekvivalentnem magnetskem momentu), vse to pa v kriostatih v temperaturnem področju od 1.5–400 K. V izdelavi je tudi komora za meritve organskih materialov.

V okvirju predavanja bom predstavil rezultate naših recentih raziskav v zvezi z določanjem mehanizma superprevodnosti v organskih superprevodnikih na bazi molekule BEDT-TTF [2]. Superprevodniki te klase dosegajo najvišje vrednosti temperature faznega prehoda med slojnimi organskimi superprevodniki. Organski superprevodnik κ-(BEDT-TTF)$_2$-Cu[N(CN)$_2$]Br iz te družine ima prehod pri 12 K, medtem ko ima κ-(BEDT-TTF)$_2$Cu(NCS)$_2$ prehod pri 9 K. Ključni vprašanji temperaturne odvisnosti vdorne globine magnetnega polja, kot tudi samega mehanizma superprevodnosti, ostajata še vedno odprti. Dosedanje raziskave so vodile od med seboj nasprotujočih si rezultatov, ki kažejo na s-valovno ali d-valovno simetrijo valovne funkcije elektrona. Naši rezultati razlagajo do sedaj objavljene nasprotujoče si rezultate drugih avtorjev in kažejo na ključni vpliv residualnega nereda na simetrijo valovne funkcije elektrona.

[1] http://bobi.ifs.hr/real_science/

[2] M. Pinterič, S. Tomić, M. Prester, DJ. Drobac, K. Maki, Phys. Rev. B **66** (17), 174521 (2002).

Potrkovni scenarij trka nematičnih točkovnih defektov

Milan Svetec, Zlatko Bradač

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

Samo Kralj

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru in Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Slobodan Žumer

Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

Z numerično simulacijo preučujemo anihilacijo nematičnega točkovnega defekta in antidefekta s Frankovim indeksom M = 1 in M = -1. Molekule tekočega kristala v semimikroskopskem opisu sodelujejo s prilagojeno sklopitvijo inducirani dipol inducirani dipol[1]. Molekule so urejene v 3D heksagonalno mrežo in lahko fluktuirajo v okolici točk te mreže. Defekta sta omejena v cilindrični kapilari s polmerom $R = N_r a_0$, kjer je N_r število molekul vzdolž polmera in a_0 je karakteristična mrežna razdalja. Na stenah kapilare smo vsilili močno homeotropno sidranje, na robovih kapilare pa imamo periodične robne pogoje in s tem simuliramo neskončno dolgo kapilaro. Dinamiko sistema preučujemo s pomočjo Brownove molekukarne dinamike. Na začetku postavimo defekt in antidefekt na os kapilare. V okolici obeh defektov vsilimo t.i. pobeglo radialno strukturo (ER). Defekta sta na začetni razdalji $L = N_L a_0$, kjer je $N_L \geq N_r$. Ločimo dva različna scenarija razvoja sistema po trku defektov. V obeh primerih je dinamika pred trkom, kjer sta defekta ločljiva, kvalitativno enaka. Po trku v katerem se defekta zlijeta v skupno jedro, katerega struktura je podobna planarno polarni strukturi z dvema linijskima defektoma (PPLD) [1], dobimo dva kvalitativno različna razvojna scenarija. Kadar je skupno jedro dovolj veliko glede na polmer kapilare, pride do postopne nukleacije PPLD strukture v celotnem volumnu kapilare. V primeru, ko je skupno jedro premajhno, sistem anihilira v brezdefektno ER strukturo. V grobih ocenah dinamike obravnavanega sistema smo izhajali iz fenomenološkega Landau deGennesovega opisa. Dinamika nukleacije stabilne nematične faze je po teh ocenah sorazmerna razliki v gostoti proste energije med nastajajočo stabilno PPLD strukturo in metastabilno ER strukturo [2].

[1] Z. Bradač, S. Kralj, S. Žumer, Phys.Rev. E 58, 7447-7454 (1998).

[2] M. Svetec, Anihilacija nematičnih točkovnih defektov v cilindrični kapilari, Diplomsko delo (2002).

Interakcije med naelektrenimi koloidnimi delci v elektrolitski raztopini

David Haložan

Pedagoška fakulteta, Univerza v Mariboru

V prvem delu svojega referata bom predstavil izdelavo votlih polielektrolitskih lupin in porazdelitev malih ionov okoli ene polielektrolitske lupine v elektrolitski raztopini. Te lupine odpirajo zanimivo vejo tehnoloških aplikacij in znanstvenih raziskav. V drugem delu referata pa bom predstavil interakcije med naelektrenimi koloidnimi delci v elektrolitski raztopini. Na interakcije med velikimi koloidnimi delci vplivajo mali ioni, zaradi tega je zanimivo raziskovati interakcije med naelektrenimi koloidnimi delci v elektrolitski raztopini z analiti cnim in numeričnim pristopom.

Šum in determinizem v kardiovaskularni dinamiki

Aneta Stefanovska

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

Znano je, da signali kardiovaskularnega sistema, ki jih lahko neinvazivno beležimo pri človeku, izražajo zelo kompleksno, skoraj periodično, oscilatorno obnašanje, čigar narava je še vedno nedognana. Obnašanje sistema opisujejo, na primer, kot kaotično, fraktalno, stohastično in podvrženo 1/f fluktuacijam - ampak njegova prava narava je še vedno predmet številnih razprav. Prikazan bo pregled nekaterih novejših eksperimentov, ki razsvetljujejo problem in ilustrirajo pogled na dinamiko kardiovaskularnega sistema kot rezultat kombinacije šuma in skoraj periodične frekfenčne modulacije med pripadajočimi oscilatorji.

The breakdown of superfluidity in liquid ^{4}He

Peter V.E. McClintock

Department of Physics, Lancaster University, Lancaster

At temperatures below that of its superfluid transition at 2.17 K, liquid helium can flow without dissipation. Correspondingly, a small object can move through the liquid without suffering the viscous drag forces seen in conventional fluids. But this strange inviscid behaviour only persists while the liquid is treated fairly gently. Above characteristic critical velocities, the superfluidity breaks down and viscosity returns. These critical velocities are fundamental to an understanding of superfluidity. Their origins remained a mystery for several decades, but can now be understood in terms of roton pair production and the creation of quantized vortices - in part through experiments at Lancaster University and theoretical work at the University of Nottingham.