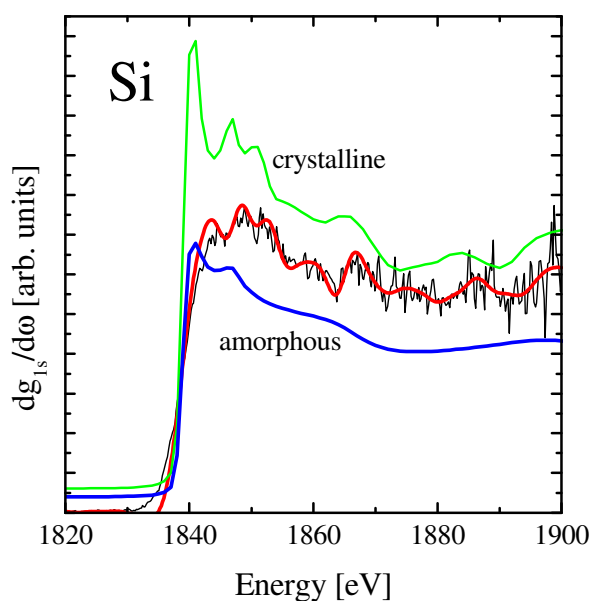


Raport Roczny Instytutu Fizyki 2006



Akademia Świętokrzyska
im. J. Kochanowskiego
w Kielcach

SPIS TREŚCI	Strona
Rok 2006 w Instytucie Fizyki AŚ	3
Struktura Instytutu	4
Zakład Fizyki Atomowej	5
Zakład Fizyki Jądrowej	10
Zakład Biofizyki	13
Zakład Astrofizyki	15
Zakład Fizyki Teoretycznej	20
Zakład Dydaktyki Fizyki	26
Zakład Fizyki Medycznej	29
Zakład Informatyki	32
Publikacje	35
Udział w konferencjach	44
Granty realizowane w Instytucie	51
Adresy elektroniczne pracowników	52

Instytut Fizyki
Akademia Świętokrzyska im. J Kochanowskiego
ul. Świętokrzyska 15
25-405 KIELCE
sekretariat: tel./fax +048-41-3626452
e-mail: ifiz@pu.kielce.pl
strona www: <http://www.pu.kielce.pl/fiz>

Najważniejsze wydarzenia w Instytucie Fizyki AŚ wr. 2006

W wyniku przeprowadzenia kolejnej kategoryzacji jednostek naukowych Instytut Fizyki AŚ uzyskał II kategorię, znajdując się w czołówce instytucji zaliczonych do tej grupy. Utrzymanie się w II kategorii, a nawet „otarcie” się o I kategorię potwierdza naszym zdaniem dużą aktywność naukową naszych pracowników.

Rok 2006 zaznaczył się rozwojem kadry naukowej, co znalazło swoje odzwierciedlenie w uzyskaniu tytułu profesora przez dwóch pracowników naszego Instytutu: dra hab. Wojciecha Broniowskiego i dra hab. Janusza Braziewicza. Mgr Maciej Rybczyński z wyróżnieniem obronił swoją pracę doktorską.

Na dalszych stronach tego raportu przedstawiamy organizację i strukturę instytutu (według stanu na 31 grudnia 2006 roku), tematykę prowadzonych badań z krótkim opisem osiągniętych rezultatów. Nasz raport wylicza także publikacje, wystąpienia na konferencjach i seminariach.

Działalność naukowa

Badania prowadzone w Instytucie Fizyki Akademii Świętokrzyskiej mają w przeważającej mierze charakter podstawowy i wpasowują się w europejskie i światowe badania dotyczące poznania struktury materii oraz natury podstawowych oddziaływań. Główne kierunki badań to: zderzenia atomowe, spektroskopia rentgenowska, zderzenia jądrowe przy wysokich energiach, fizyka plazmy kwarkowo-gluonowej, oraz biofizyczne, aplikacyjne i teoretyczne aspekty transportu membranowego.

Pracownicy Instytutu aktywnie współpracują z ważnymi ośrodkami zagranicznymi. Grupa fizyki wysokich energii w Instytucie Fizyki uczestniczy w realizacji eksperymentu ciężko-jonowego NA49 wykonywanego w Europejskim Centrum Badań Jądrowych (CERN). Wraz z pięcioma placówkami niemieckimi tworzy ona również tzw. wirtualny instytut *Physics of Strongly Interacting Matter at High Densities*, VH-VI-146. Grupa fizyki atomowej jest członkiem międzynarodowej współpracy SPARC - *Stored Particle Atomic Research Collaboration*, prowadzącej eksperymenty w Instytucie Badań Ciężkich Jonów (GSI) w Darmstadt.

W 2006 r. pracownicy Instytutu Fizyki uzyskali: 5 Nagród Indywidualnych I stopnia JM Rektora AŚ, 1 Nagrodę Indywidualną II stopnia, 1 Nagrodę Indywidualną III stopnia oraz 1 Nagrodę Zespołową III stopnia.

STRUKTURA INSTYTUTU

Dyrekcja

Prof. dr hab. Marek Pajek - dyrektor

Prof. dr hab. Wojciech Florkowski - wicedyrektor ds. naukowych

Dr Dariusz Banaś - wicedyrektor ds. dydaktycznych

Rada Instytutu

dr D. Banaś, dr E. Braziewicz, prof. dr hab. J. Braziewicz, prof. dr hab. W. Broniowski, prof. dr hab. inż. A. Dziech, dr hab. P. Flin, prof. dr hab. W. Florkowski, dr hab. M. Gaździcki, dr hab. inż. Mirosław Głowacki, prof. dr hab. St. Mrówczyński, dr hab. A. Okopińska, prof. dr hab. M. Pajek, dr inż. I. Pardyka, dr hab. J. Semaniak, prof. dr hab. inż. T. Szmuc, dr hab. Z. Włodarczyk, dr M. Wysocka-Kunisz, prof. dr hab. inż. M. Ziółko,

Zakłady Instytutu:

1. Zakład Fizyki Atomowej, kierownik – prof. dr hab. Marek Pajek
2. Zakład Fizyki Jądrowej, kierownik – dr hab. Zbigniew Włodarczyk
3. Zakład Biofizyki, kierownik – prof. dr hab. Wojciech Broniowski
4. Zakład Astrofizyki, kierownik – dr hab. Piotr Flin
5. Zakład Fizyki Teoretycznej, kierownik – prof. dr hab. Stanisław Mrówczyński
6. Zakład Dydaktyki Fizyki, kierownik – dr hab. Jacek Semaniak
7. Zakład Fizyki Medycznej, kierownik – prof. dr hab. Janusz Braziewicz
8. Zakład Informatyki, kierownik – prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech

Sekretariat: mgr Urszula Kryj-Skrzyńska, mgr Beata Ornal-Wąsik

ZAKŁAD FIZYKI ATOMOWEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Marek Pajek – kierownik zakładu,
dr Dariusz Banaś, mgr Marcin Czarnota, dr Aldona Kubala-Kukuś,
mgr Jakub Szlachetko, mgr Marek Detka, mgr inż. Ewa Kacak

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy fizyki zderzeń atomowych. Eksperymentalnie badana jest dynamika procesu jonizacji wewnętrznych powłok atomowych, w tym jonizacji wielokrotnej, w zderzeniach ciężkich jonów o energiach 0.1-10 MeV/n z atomami. Obserwowane jest wzbudzone promieniowanie rentgenowskie serii K-, L i M z wykorzystaniem metod spektroskopii rentgenowskiej (detektory półprzewodnikowe oraz spektrometry krystaliczne). Eksperymenty takie są wykonywane na wiązkach różnych akceleratorów, głównie we współpracy z Uniwersytetem w Erlangen w Niemczech (tandem), Instytutem Paula Scherrera (PSI) w Szwajcarii (cyklotron Philipsa) oraz Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego (cyklotron U200). Drugą tematyką badawczą z zakresu zderzeń atomowych jest badanie procesów rekombinacji jonów w wysokich stanach ładunkowych z elektronami. Badanymi procesami są tu: rekombinacja radiacyjna (RR), rekombinacja dwuelektronowa (DR), rekombinacja trójciałowa (TBR). Eksperymenty rekombinacyjne są prowadzone w Instytucie Badań Ciężkich Jonów (GSI) z wykorzystaniem kompleksu akceleratorowego SIS-ESR. Badania dotyczące rezonansowego rozpraszania ramanowskiego promieniowania rentgenowskiego są prowadzone przy wykorzystaniu Europejskiego Źródła Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

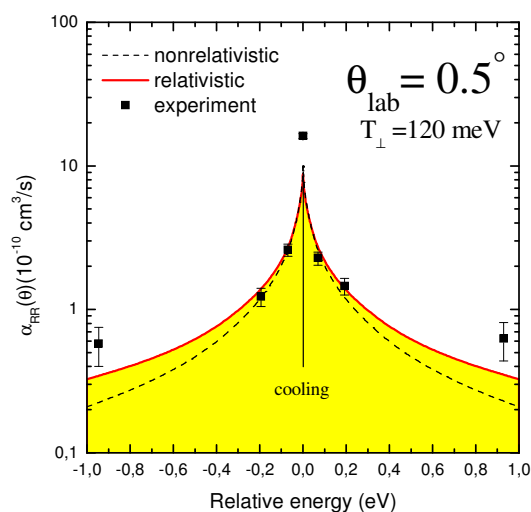
Instytut Problemów Jądrowych w Świerku
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie
Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach
Uniwersytet w Erlangen, Niemcy
Instytut Ciężkich Jonów (GSI), Darmstadt, Niemcy
Uniwersytet w Sztokholmie, Szwecja
Laboratorium Manne Siegbahna, Sztokholm, Szwecja
Uniwersytet we Fribourgu, Szwajcaria
Uniwersytet w Basel, Szwajcaria
Instytut Paula Scherrera (PSI) w Villigen, Szwajcaria
Uniwersytet Kansai Gaidai, Osaka, Japonia
Europejskie Źródło Promieniowania Synchrotronowego (ESRF), Grenoble, Francja

Badanie rekombinacji radiacyjnej jonów uranu U^{92+} z elektronami swobodnymi

M. Pajek, D. Banaś, M. Czarnota, J. Szlachetko, Th. Stöhlker¹, A. Gumberidze¹, A. Orsic-Muthig¹, U. Spillmann¹, R. Reusch¹, S. Tachenow¹, D. Sierpowski², A. Warczak² et al.

W procesie rekombinacji radiacyjnej (RR) jonów U^{92+} z elektronami swobodnymi emitowane jest promieniowanie rentgenowskie niosące informację o energii stanu związanego i szybkości rekombinacji. Proces RR był w ostatnich latach szeroko badany w pierścieniach akumulacyjnych, gdzie wiązki jonów są chłodzone przez gęste wiązki elektronów w chłodnicach elektronowych. W tych eksperymentach, w układzie jonu, elektrony posiadają termiczny, asymetryczny rozkład prędkości ($T_{\parallel} \ll T_{\perp}$). Dla niskich energii względnych elektronów proces RR może być opisany w ramach nierelatywistycznego przybliżenia dipolowego. Jednakże przeprowadzone dotychczas eksperymenty rekombinacyjne w pierścieniach akumulacyjnych pokazały, że dla bardzo niskich energii względnych elektronów, mniejszych od ich temperatury poprzecznej kT_{\perp} , zmierzone współczynniki rekombinacji są zdecydowanie wyższe, niż przewidywania teoretyczne. Efekt ten, zwany „efektem wzmocnienia” był badany w kilku eksperymentach z całkowicie obdartymi jonami, włączając U^{92+} [1].

W przeprowadzonym eksperymencie rekombinacyjnym w kompleksie akceleratorowym SIS-ESR w GSI w Darmstadt zmierzono szybkości rekombinacji jonów U^{92+} z elektronami swobodnymi poprzez obserwację emitowanego promieniowania rentgenowskiego. W zakresie energii względnych elektronów 0 - 1 eV. Zmierzone zależności współczynników rekombinacji do powłoki K zostały porównane z przewidywaniami nierelatywistycznych i relatywistycznych obliczeń procesu RR (Rys. 1). Przeprowadzone obliczenia potwierdzają istnienie efektu wzmocnienia w granicy zerowych energii względnych w przypadku bezpośredniej rekombinacji do powłoki K. Przyczyny obserwowanych rozbieżności dla wyższych energii względnych elektronów ($E_{\text{rel}} \gg kT_{\perp}$) pozostają do wyjaśnienia.



Rys. 1 Zmierzony współczynnik RR jonów U^{92+} z elektronami swobodnymi o temperaturze poprzecznej $kT_{\perp}=120$ meV w zależności od energii względnej elektronów.

- 1) Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany
- 2) Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland

Literatura:

- [1] W. Shi et al., Eur. Phys. J. D 15, 145-154 (2001).
- [2] G. Gwinner et al., Phys. Rev. Lett. 84, 4822 (2000).
- [3] M. Pajek et al., *Photonic, Electronic and Atomic Collisions*, edited by P.D. Fainstein et al., World Scientific Publishing, Singapore (2006) 289.

Rezonansowe rozpraszanie Ramana promieniowania synchrotronowego w Si i SiO₂ w obszarze krawędzi absorpcji powłoki K

J. Szlachetko, A. Kubala-Kukuś, M. Pajek, R. Barrett¹, M. Berseř², J.-Cl. Dousse²,
K. Fennane², J. Hozowska¹, M. Szlachetko²

W ramach prowadzonych badań analizowano rezonansowe rozpraszanie Ramana (RRS) promieniowania synchrotronowego w ciele stałym (Si, SiO₂), w obszarze krawędzi absorpcji powłoki K. Eksperyment został przeprowadzony w European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) w Grenoble (Francja), na wiązce fotonów ID21, wykorzystywanej do spektroskopii rentgenowskiej z wysoką zdolnością rozdzielczą. Widma promieniowania rejestrowano przy wykorzystaniu spektrometru krystalicznego typu von Hamos o wysokiej zdolności rozdzielczej (~ eV).

Pomiary przeprowadzono dla różnych energii promieniowania synchrotronowego w zakresie od 1790 do 1840 eV, na wiązce o natężeniu 10¹² – 10¹³ fotonów/s z energetyczną zdolnością rozdzielczą wiązki ~ 6eV.

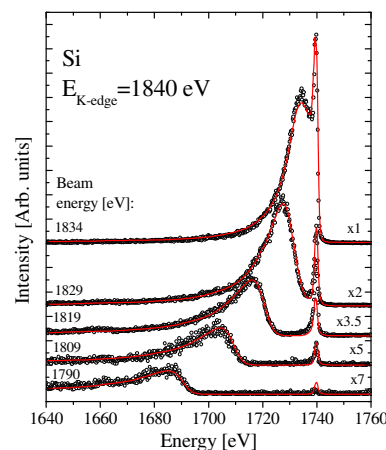
Na podstawie zarejestrowanych widm (Rys. 1) zbadano strukturę widm RRS, zarówno w obszarze poniżej jak i powyżej krawędzi absorpcji powłoki K. Wyznaczono eksperymentalne przekroje czynne na rezonansowe rozpraszanie Ramana promieniowania w Si i SiO₂, uzyskując bardzo dobrą zgodność z przewidywaniami teoretycznymi zgodnie z teorią Kramersa-Heisenberga.

W oparciu o widma RRS wyznaczono również funkcje gęstości stanów nieobsadzonych ($dg_{1s}/d\omega$) dla Si (Rys. 2) i SiO₂, zwracając uwagę na fakt, że analiza RRS jest alternatywną do innych metod (EXAFS, XANES) metodą badania struktury krzywej absorpcji.

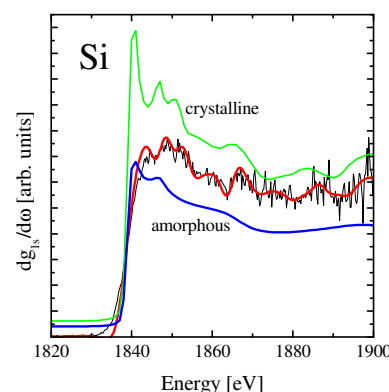
Praktycznym zastosowaniem otrzymanych rezultatów będzie wykorzystanie informacji o procesie rezonansowego rozpraszania Ramana w badaniu śladowych zanieczyszczeń w materiałach półprzewodnikowych, analizowanych metodami rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej, a w konsekwencji obniżenie progu wykrywalności.

¹European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), F-38043 Grenoble, France

²Department of Physics, University of Fribourg, CH-1700 Fribourg, Switzerland



Rys. 1
Eksperymentalne widma rezonansowego rozpraszania Ramana promieniowania synchrotronowego w Si w porównaniu z widmami teoretycznymi (linie ciągła), wyznaczonymi z formuły Kramersa-Heisenberga.



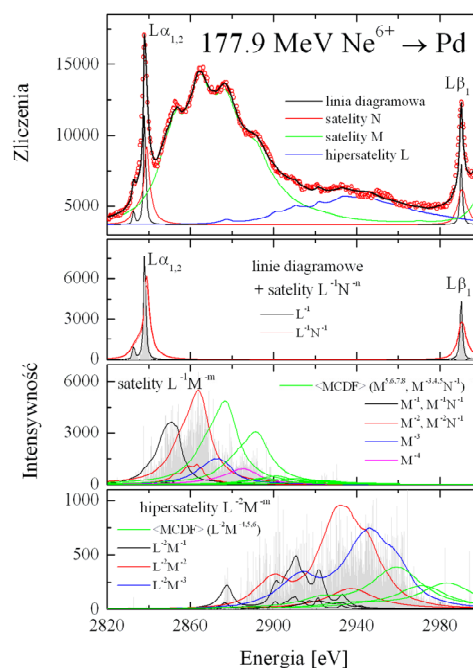
Rys. 2
Funkcja gęstości stanów nieobsadzonych ($dg_{1s}/d\omega$) dla Si (linia czerwona). Dla porównania funkcje gęstości stanów dla Si uzyskane w innych eksperymentach.

Interpretacja struktury satelitarnej oraz hipersatelitarnej linii $L\alpha_{1,2}$ ($L_3M_{4,5}$) palladu z wykorzystaniem obliczeń MCDF

M. Czarnota, D. Banaś, M. Pajek, J.-Cl. Dousse¹, M. Breset¹, Y.-P. Maillard¹, O. Mauron¹, P. A. Raboud¹, D. Chmielewska², Z. Sujkowski², J. Rządkiwicz², M. Polasik³, K. Słabkowska³, J. Hoszowska⁴

W strukturze promieniowania rentgenowskiego emitowanego przez wielokrotnie zjonizowane atomy zawarta jest informacja o konfiguracji elektronowej atomu w chwili emisji tego promieniowania. Obserwacja tej struktury wymaga pomiarów widma z dużą zdolnością rozdzielczą i może być przeprowadzona dzięki wykorzystaniu dyfrakcyjnej spektroskopii rentgenowskiej. Opisywane wyniki zostały uzyskane w eksperymencie przeprowadzonym w Instytucie Paula Scherrera (PSI) w Villigen w Szwajcarii. Użyto wiązek jonów tlenu o energii 279 MeV oraz neonu o energii 178 MeV w celu zmierzenia widm rentgenowskich linii $L\alpha_{1,2}$ ($L_3M_{4,5}$) oraz $L\beta_1$ (L_2M_4) dla Zr, Mo oraz Pd. Pomiarzy przeprowadzono przy wykorzystaniu krystalicznego spektrometru typu von Hamosa o zdolności rozdzielczej 0,6 eV dla mierzonego zakresu energii.

W celu interpretacji zmierzonych widm zostały przeprowadzone obliczenia wielokonfiguracyjną metodą Diraca-Focka (MCDF) dla wielodziurowych konfiguracji powłok elektronowych w palladzie (M^mN^n). Maksymalna liczba dziur wynosiła $m = 4$ dla powłoki M oraz $n = 1$ dla powłoki N, z uwzględnieniem stanów s , p i d . Dla widm wzbudzonych wiązką jonów Ne struktury satelitarne oraz hipersatelitarne, obserwowane w mierzonym widmie, dla których niemożliwe było przeprowadzenie obliczeń MCDF, zostały zamodelowane w oparciu o istniejące obliczenia MCDF. Zmierzone widma rentgenowskie zostały odtworzone poprzez liniową kombinację struktur otrzymanych z obliczeń MCDF, oraz struktur zamodelowanych, wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów dla znalezienia indywidualnych intensywności dla poszczególnych struktur. W rezultacie stwierdzono bardzo dobre odtworzenie widm eksperymentalnych linii $L\alpha_{1,2}$ Pd. Dodatkowo wyznaczono prawdopodobieństwa jonizacji na elektron dla powłoki M palladu. Prawdopodobieństwa te wynoszą odpowiednio dla widm wzbudzonych jonami tlenu 0.062 ± 0.007 oraz dla widm wzbudzonych jonami neonu 0.159 ± 0.007 .



Linia $L\alpha_{1,2}$ palladu ze strukturą satelitarną oraz hipersatelitarną powłoki L oraz strukturami użytymi na podstawie obliczeń MCDF i strukturami modelowanymi odtwarzającymi mierzone widmo eksperymentalne. Dolne panele przedstawiają komponenty MCDF oraz struktury modelowane $\langle \text{MCDF} \rangle$.

¹Physics Department, University of Fribourg, CH-17000 Fribourg, Switzerland

²Sołtan Institute for Nuclear Studies, 05-400 Otwock-Świerk, Poland

³Faculty of Chemistry, Nicholas Copernicus University, 87-100 Toruń, Poland

⁴European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), F-38043 Grenoble, France

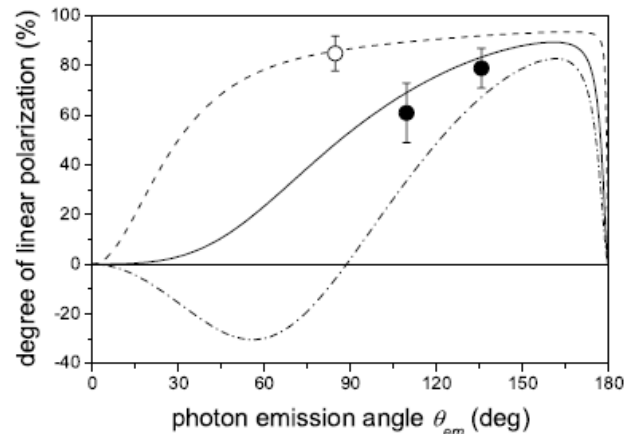
Pomiar polaryzacji promieniowania rentgenowskiego emitowanego w procesie radiacyjnego wychwytu elektronu (REC)

S. Tachenov¹, Th. Stöhlker¹, D. Banaś, S. Fritzsche², A. Gumberidze¹, D. Protic³, D. Sierpowski⁴, U. Spillmann¹, A. Surzhykov², et al. [1]

W zderzeniach ciężkich, całkowicie obdartyh z elektronów jonów uranu z lekkimi atomami dominującym procesem prowadzącym do emisji promieniowania rentgenowskiego jest wychwyt radiacyjny quasi-swobodnego elektronu z atomu tarczy do niezapełnionego stanu związanego pocisku czyli tzw. radiacyjny wychwyt elektronu (REC). Zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi, promieniowanie emitowane w tym procesie powinno być spolaryzowane liniowo, a jego polaryzacja silnie zależy od energii jonów oraz kąta rejestracji [2].

W latach 2002-2005 w Laboratorium Ciężkich Jonów (GSI) w Darmstadt na wiązce pierścienia akumulacyjnego ESR przeprowadzona została seria eksperymentów których celem było określenie stopnia polaryzacji promieniowania K-REC emitowanego w zderzeniach całkowicie obdartyh jonów uranu U^{92+} z atomami azotu. Pomiary przeprowadzono dla czterech energii jonów (98, 132, 190 i 400 MeV/u) oraz trzech różnych, w układzie pocisku, kątów obserwacji miejsca oddziaływania.

Do detekcji promieniowania REC wykorzystano 16 segmentowy (4x4) detektor germanowy – tzw. polarymetr komptonowski [3], który pozwala na wyznaczenie stopnia polaryzacji poprzez pomiar kąta rozproszenia fotonu w wyniku efektu Comptona. Zgodnie bowiem z formułą Kleina-Nishiny dla promieniowania spolaryzowanego liniowo rozkład kątowy fotonów rozproszonych komptonowsko ma największą intensywność w kierunku prostopadłym do ich płaszczyzny polaryzacji. Mierzając więc stosunek liczby fotonów rozproszonych w płaszczyźnie oddziaływania (zdefiniowanej przez kierunek wiązki jonów i emitowanego fotonu) do liczby fotonów rozproszonych pod kątem prostopadłym do tej płaszczyzny możemy wyznaczyć stopień polaryzacji rejestrowanego promieniowania.



Rys. 1. Wyznaczony eksperymentalnie stopień polaryzacji liniowej fotonów K-REC emitowanych w zderzeniu całkowicie obdartyh jonów uranu U^{92+} o energii 98 i 400 MeV/u z atomami azotu w zależności od kąta emisji fotonu w porównaniu z zaawansowanymi obliczeniami relatywistycznymi [2]

- 1) Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany
- 2) University of Kassel, Kassel, Germany
- 3) Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Germany
- 4) Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland

Literatura:

- [1] S. Tachenov et al. Phys. Rev. Lett. 97, 223202 (2006)
- [2] A. Surzhykov et al. Phys. Rev. A 68, 022710 (2003)
- [3] Detektor udostępniony przez IKP Forschungszentrum Jülich GmbH.

ZAKŁAD FIZYKI JĄDROWEJ

Skład osobowy

Dr hab. Zbigniew Włodarczyk – kierownik zakładu,
dr hab. Marek Gaździcki, dr Grzegorz Stefanek, dr Maciej Rybczyński, dr Agnieszka Wojtaszek

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy (1) zderzeń jąder atomowych przy wysokich energiach oraz (2) promieniowania kosmicznego.

1) Prowadzone są eksperymentalne badania zderzeń relatywistycznych jąder atomowych w ramach realizowanego w Europejskim Centrum Badań Jądrowych (CERN) eksperymentu NA49. Analiza danych doświadczalnych koncentruje się na produkcji cząstek dziwnych, kolektywnym strumieniu cząstek oraz na problemie fluktuacji, szczególnie krotkości. Przygotowywany jest również eksperymentu ALICE przy akceleratorze LHC w CERN. Prowadzone są prace teoretyczne polegające na modelowaniu zderzeń wysoko-energetycznych jąder atomowych.

2) Analizowane są dane eksperymentalne dotyczące szerokich lawin atmosferycznych (EAS), ich składu i rozkładów energii tworzących je cząstek. Konstruowane są modele teoretyczne takich lawin.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa

Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego, Kraków

Europejskie Centrum Badań Jądrowych (CERN), Genewa, Szwajcaria

Instytut Fizyki Jądrowej Uniwersytetu im J. Goethego, Frankfurt nad Menem, Niemcy

Fluktuacje krotności w zderzeniach niesymetrycznych systemów

M. Rybczyński, Z. Włodarczyk

Krotność cząstek wyprodukowanych w zderzeniach relatywistycznych jąder atomowych jest jedną z podstawowych charakterystyk ich oddziaływania. Rozkłady krotności zawierają informacje na temat procesów zachodzących w czasie formowania nowych cząstek w szczególności pokazują fluktuacje i korelacje występujące w zderzających się układach. Analizując przypadki zderzeń ciężkich jonów przy energii 158 GeV/nukleon (zarejestrowanych w eksperymencie NA49 w CERN) zauważono zdecydowanie niepoissonowski charakter rozkładów krotności wyprodukowanych cząstek w funkcji liczby nukleonów biorących udział w oddziaływaniu [1]. Jako miara fluktuacji krotności została użyta skalowana wariancja $Var(n)/\langle n \rangle$ rozkładu krotności.

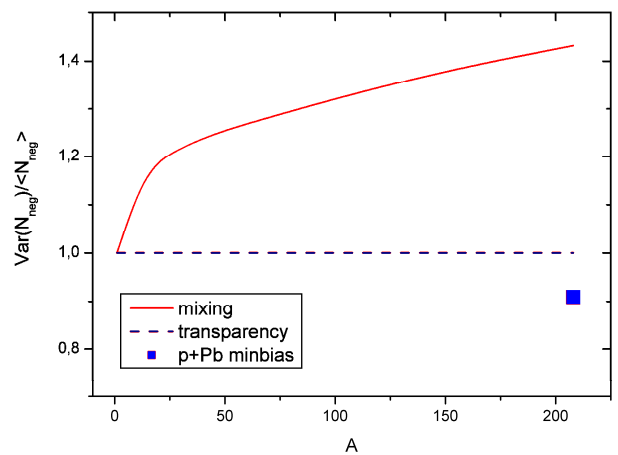
W ramach kontynuacji analizy fluktuacji krotności rozpoczęto badanie zachowania skalowanej wariancji rozkładu krotności w zderzeniach niesymetrycznych systemów przy energii 158 GeV/nukleon. W przypadku zderzeń p+Pb minimum bias gdzie liczba oddziałujących nukleonów w tarczy silnie zmienia się od zderzenia do zderzenia, zaobserwowano poissonowskie fluktuacje krotności w obszarze produkcji pocisku, podobnie jak w przypadku zderzeń p+p [1]. Wynik ten świadczyć może o braku wpływu cząstek produkowanych w obszarze tarczy na obszar produkcji pocisku i potwierdzać hipotezę granicznej fragmentacji.

Niektóre modele [2], które opisują fluktuacje krotności w zderzeniach Pb+Pb zakładając wpływ fluktuacji nukleonów tarczy na obserwowane fluktuacje krotności, wydają się zawodzić przy próbie opisu skalowanej wariancji w zderzeniach p+Pb.

Na Rys. 1 pokazano zależność skalowanej wariancji rozkładu krotności produkowanych cząstek jako funkcję liczby masowej jądra.

Literatura

- [1] M. Rybczyński *et al.* (NA49 Colaboration), 2005, *J. Phys. Conference Series*, **5** 74
- [2] M. Gaździcki *et al.*, 2006, *Phys. Lett. B* **640**,155



Rys. 1 Skalowana wariancja rozkładu krotności ujemnie naładowanych cząstek wyprodukowanych w zderzeniach p+Pb przy energii 158 GeV/nukleon jako funkcja liczby masowej jądra-tarczy w porównaniu z przewidywaniami modeli mixing i transparency [2].

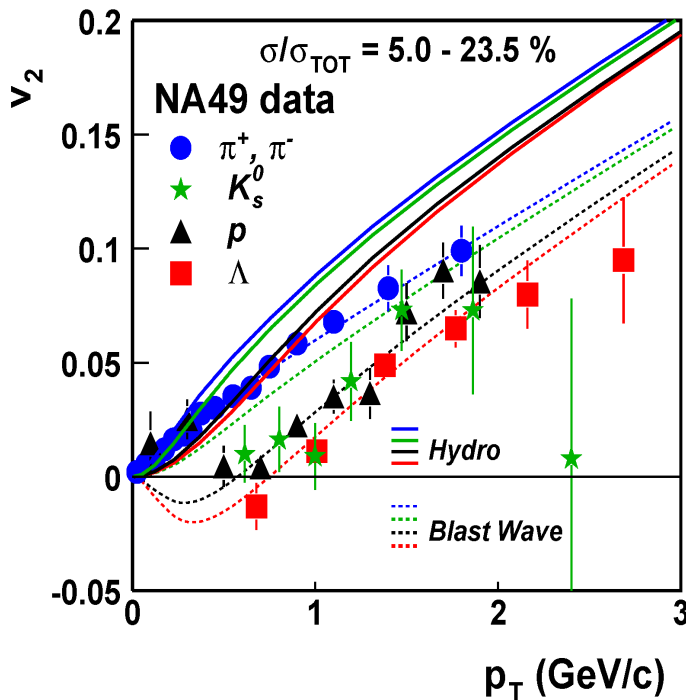
Korelacje azymutalne cząstek dziwnych w zderzeniach Pb+Pb przy energii 158A GeV

G. Stefanek i kolaboracja NA49

Zderzenia ciężkich jąder atomowych o energiach od kilku do kilkuset GeV na nukleon, stały się ostatnio jednym z wiodących tematów realizowanych w ramach fizyki wysokich energii. Zainteresowanie tymi zderzeniami jest wynikiem przewidywań teoretycznych, które gdzieś w "obszarze energetycznym" akceleratorów AGS (11GeV/n) i SPS(158GeV/n) sytuuje przejście fazowe do nowego stanu materii zwanego plazmą kwarkowo-gluonową (QGP). Materia w tym stanie składa się ze swobodnych kwarków i gluonów, które poruszają się w całym obszarze zajmowanym przez układ. Ostatnio kolaboracja NA49 podjęła się ambitnego planu "przeskanowania" obszaru energii 11-158 GeV/n w poszukiwaniu sygnatur przejścia fazowego.

Korelacje wielocząstkowe w płaszczyźnie azymutalnej, zwane także przepływami są interpretowane jako efekty występowania gradientu ciśnienia we wczesnej fazie zderzenia. W trakcie zderzenia asymetria w rozkładzie ciśnienia zostaje przekształcona w asymetrię w przestrzeni pędów cząstek wtórnych. Korelacje te są czułe zarówno na równanie stanu materii jądrowej jak i na stopień termalizacji osiąganą podczas zderzenia.

Dotychczas zbadano przepływ eliptyczny hiperonów Λ oraz mezonów K_s^0 jako funkcje rapidity oraz pędu poprzecznego w różnych przedziałach centralności. W badaniach zastosowano standardową metodę analizy (metodę Fouriera), pozwalającą na określenie asymetrii azymutalnej rozkładu cząstek względem wyznaczonej płaszczyzny reakcji znalezionej z rozkładu pędu poprzecznego zidentyfikowanych naładowanych mezonów π .



Wyniki sugerują podobieństwo przepływu eliptycznego hyperonów Λ do strumienia kolektywnego protonów. Przepływy eliptyczne zmierzonych cząstek dziwnych Λ , K_s^0 są słabo zależne od rapidity cząstek. Przepływ protonów, hyperonów Λ i mezonów K_s^0 jest znacząco mniejszy niż ten dla naładowanych mezonów π , choć dla $p_T \approx 2$ GeV/c przepływy wszystkich cząstek mają zbliżoną wartość. Przepływ eliptyczny silnie rośnie z parametrem zderzenia. Zależność od p_T jest silniejsza w zderzeniach mniej centralnych. Zależność $v_2(p_T)$ jest dobrze opisywana (z wyjątkiem tej dla K_s^0) przez krzywe z modelu Blast-Wave dopasowane do danych.

Zależność przepływu eliptycznego pionów, protonów, hyperonów Λ i mezonów K_s^0 od pędu poprzecznego cząstek wraz z fitem z modelu Blast Wave oraz przewidywaniami modelu hydrodynamicznego.

ZAKŁAD BIOFIZYKI

Skład osobowy

Prof. dr hab. Wojciech Broniowski - kierownik zakładu,
dr Grażyna Suchanek, dr Kazimierz Dworecki, dr Sławomir Wąsik, inż. Adam Markowski.

Tematyka badawcza

Badania prowadzone w zakładzie dotyczą procesów transportu substancji w układach membranowych. Występują tu takie zjawiska jak: dyfuzja, dyfuzja anomalna, grawidyfuzja, osmoza, grawiosmoza, odwrócona osmoza, konwekcja. Szczególne miejsce w tych poszukiwaniach, prowadzonych głównie przy zastosowaniu metod interferometrycznych zajmuje badanie wpływu siły ciężenia na stan tzw. przymembranowych warstw dyfuzyjnych. Badane są zmiany właściwości transportowych membran na skutek implantacji jonów. Realizowane są też badania biofizyczne, dotyczące fizycznych podstaw wymuszania translokacji wody w roślinach, zachodzącej na krótkich i długich dystansach. W szczególności zajmowano się wymianą wody przez komórki żywe, zachodzącą w warunkach zachowywania przez nie stałych objętości.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

Układ interferometryczny (interferometr Macha-Zehndera) do badań stężeń substancji transportowanej przez membranę; układ do pomiaru strumienia substancji przez membranę oraz określenia elektrycznych potencjałów membranowych.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Institute of Applied Physics, Miyazaki University, Japonia
Department of Physics, Loyola University, New Orleans, USA.

Badania anomalnej dyfuzji w układzie membrana-żel

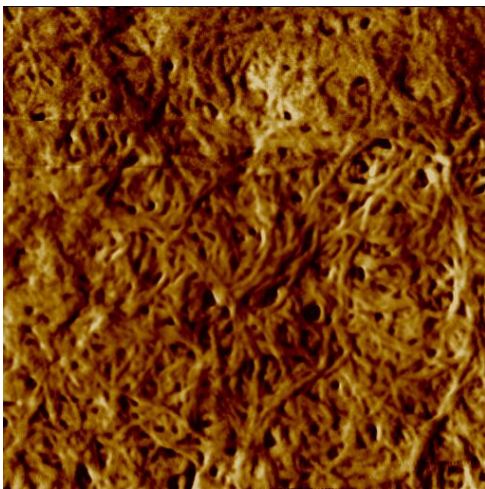
K. Dworecki, S. Wąsik

W ostatnich latach obserwujemy intensywny rozwój badań teoretycznych i eksperymentalnych anomalnej dyfuzji w układach fizycznych, biologicznych i geologicznych.

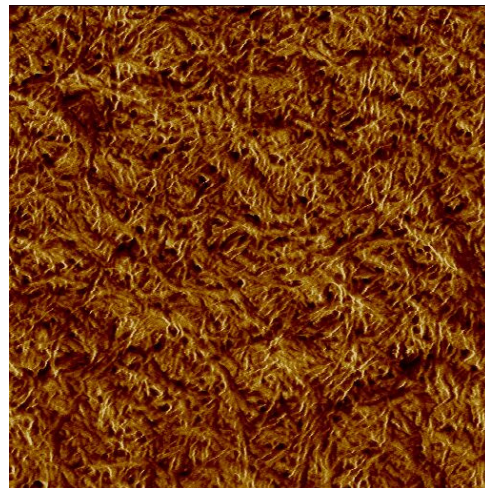
Mikroskopowy opis (anomalnej) dyfuzji przedstawia ewolucja czasowa średniego kwadratu przemieszczenia cząstki zgodnie z relacją $\langle x^2 \rangle = 2D_\alpha t^\alpha / \Gamma(1+\alpha)$, gdzie α jest wykładnikiem anomalnej dyfuzji, D_α -współczynnikiem anomalnej dyfuzji. Natomiast makroskopowy opis anomalnej dyfuzji ujmuje ewolucja przestrzenno-czasowa funkcji stężenia (profilu stężeniowego) stanowiącej rozwiązanie równania dyfuzji o pochodnych ułamkowych. Formę skalującą tej funkcji można zapisać w postaci następującej: $C(x,t) \approx t^\beta F_\gamma(x/t^\gamma)$. Przedstawiona forma funkcji profilu stężeniowego implikuje charakterystyczny zasięg transportu substancji, który w układzie membranowym zwany jest grubością warstwy przymembranowej i skaluje się zgodnie z relacją $x = \delta \sim t^\gamma$, gdzie $\gamma = \alpha/2$. Współczynnik γ jest wykładnikiem skalowania ewolucji grubości warstwy przymembranowej i stanowi kryterium określającym charakter transportu substancji w układzie membrana-żel. Gdy $\gamma > 0.5$ występuje superdyfuzja, dla $\gamma < 0.5$ ma miejsce subdyfuzja, a gdy $\gamma = 0.5$ mamy normalną dyfuzję.

Badania transportu w układzie membrana-żel prowadzone były metodą interferometrii laserowej i miały na celu wyznaczenie wykładnika anomalnej dyfuzji γ przy zastosowaniu roztworów hydrożelowych agarozy przy różnych jej stężeniach wynoszących: 0.5, 1, 2, 3%. Substancję dyfundującą stanowił glikol polietylenowy-2000. Strukturę topograficzną-porowatość roztworów hydrożelowych badano metodą mikroskopii sił atomowych (AFM). Analiza wyników badań (AFM) wskazuje, że porowatość żelu zależy od stężenia agarozy. Natomiast wyniki skalowania relacji $\delta \sim t^\gamma$, dla danych stężeń roztworów hydrożelowych, wskazują na zależność współczynnika γ od stężenia agarozy a zatem od porowatości jak też krętości por żelu.

a



b



Obrazy AFM powierzchni hydrożelu przy różnych stężeniach agarozy: a - 2%, b - 3%

ZAKŁAD ASTROFIZYKI

Skład osobowy

Dr hab. Piotr Flin - kierownik zakładu,
dr Janusz Krywult, dr Paweł Kankiewicz, mgr Monika Biernacka, mgr inż. M. Drabik

Tematyka badawcza

Badanie dotyczą własności wielkoskalowych struktur we Wszechświecie, szczególnie tych, które mogą być użyte do testowania teorii powstawania struktur we Wszechświecie i ich ewolucji. Przy wykorzystaniu własnego obserwatorium wyposażonego w 35 cm teleskop, prowadzone są badania fotometryczne i astrometryczne małych ciał Układu Słonecznego, a także fotometria gwiazd zmiennych, głównie zaćmieniowych. Badana jest również teoretycznie dynamika małych ciał Układu Słonecznego.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

35 cm teleskop o następujących danych:

- układ optyczny: Schmidt-Cassergain
- średnica obiektywu: 356 mm
- ogniskowa: 3910 mm
- światłosiła: f/11
- zdolność rozdzielcza: 0.33"
- zasięg wizualny: 15.3 mag
- montaż paralaktyczny typu niemieckiego
- komputerowe sterowanie ruchem teleskopu

Teleskop wyposażony jest w kamerę CCD ST-7 oraz zestaw filtrów RGB i V z systemu UBV.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Istituto Astronomico Universita di Roma „La Sapienza”;
Obserwatorium Astronomiczne Narodowego Uniwersytetu im. Tarasa Szewczenki, Kijów

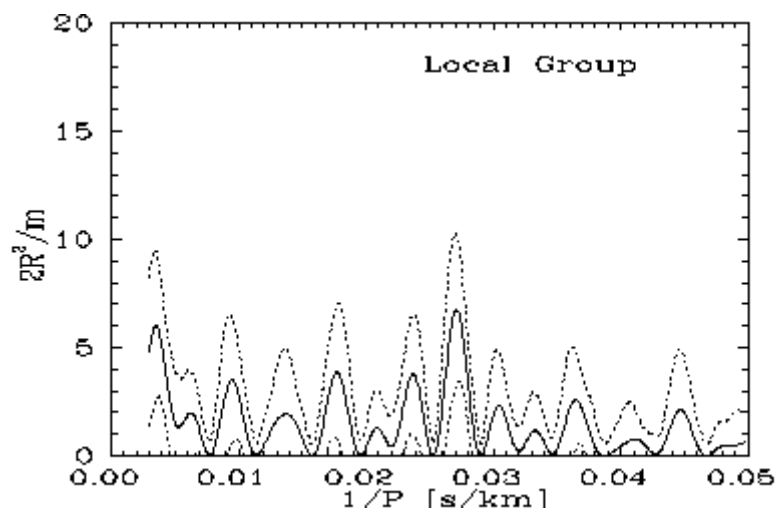
Periodyzacja przesunięć ku czerwieni galaktyk Lokalnej Grupy

Katarzyna Bajan¹⁾, Piotr Flin²⁾, Włodzimierz Godłowski³⁾

Przedyskutowano rozkład prędkości radialnych galaktyk należących do Lokalnej Grupy [1]. Ze względu na trudności z przyjęciem, które galaktyki należą do Lokalnej Grupy badania przeprowadzono używając dwu niezależnych próbek galaktyk, [2] i [3], jak też 10 różnych wariantów redukcji heliocentrycznych prędkości radialnych na galaktocentryczne.

Zastosowano analizę widma mocy używając funkcji Hanna jako funkcji ważącej wraz z metodą noża dla oceny błędów statystycznych. Ponadto dla oceny błędów zastosowano metodę Monte Carlo. Rozkład prędkości radialnych jest nie losowy. Obserwuje się nadwyżkę prędkości radialnych będących wielokrotnością ~ 24 km/s i ~ 36 km/s. Obserwowany efekt jest statystycznie słaby. Tylko maksimum w prędkościach radialnych ~ 24 km/s jest statystycznie istotne na poziomie istotności 95%.

Efekt jest obserwowany tylko gdy redukujemy prędkości radialne na centrum Galaktyki, nie został natomiast znaleziony przy redukcji prędkości radialnych na centrum Lokalnej Grupy Galaktyk. Zaobserwowana periodyzacja przesunięć ku czerwieni może być rzeczywiście związana z Lokalną Grupą, ale nieznaną strukturę Grupy nie pozwala na dokładniejszą analizę zjawiska. Praca ta została odnotowana przez V. Trimble [5] wśród ważnych prac z astrofizyki w r. 2006.



Rys 1. Analiza widma mocy próbek 28 galaktyk z dobrze określonymi prędkościami radialnymi i redukcją galaktocentryczną wg [4].

Literatura:

- [1] Godłowski, W., Bajan, K., Flin, P., 2006. Astr.Nachr. 327, 104
- [2] van den Bergh, S., 1999. A&Arv9, 273
- [3] Irwin, M., 2000. http://www.ast.cam.ac.uk/mike/local_members.html
- [4] Guthrie, B.N.G., Napier, V. M., 1991. MNRAS 253,533
- [5] Trimble, V., Aschwanden, M.; Hansen, C., 2007 Sp.Sc.Rev. 132. 1

- 1. Instytut Fizyki, Akademia Pedagogiczna im. KEN, Kraków
- 2. Instytut Fizyki, Akademia Świętokrzyska im. Jana Kochanowskiego, Kielce
- 3. Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków

Badanie ewolucji bliskich gromad galaktyk

Monika Biernacka, Piotr Flin

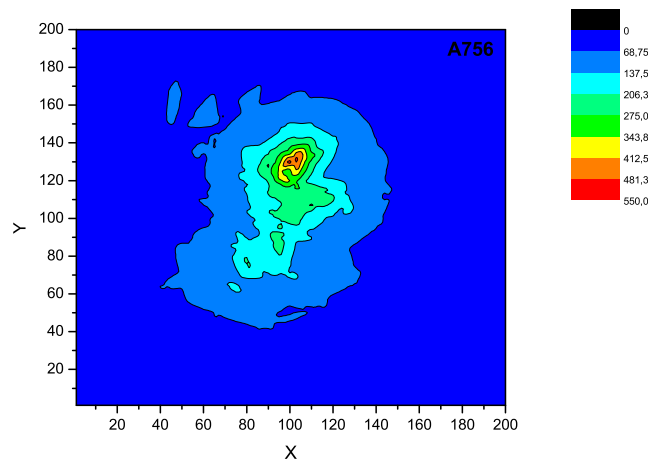
Studiując problem ewolucji bliskich gromad galaktyk kontynuowaliśmy badania dotyczące zależności eliptyczności gromad galaktyk od ich poczerwienienia. Opieraliśmy się na danych katalogowych 377 gromad Abella, które otrzymaliśmy z I Palomarskiego Przeglądu Nieba DSS przy zastosowaniu oprogramowania FOCAS. Katalogi były wizualnie zweryfikowane, aby zmniejszyć błędy klasyfikacji gwiazda/galaktyka. Otrzymane gromady przebadano pod kątem zbadania kształtu eliptycznego przy zastosowaniu czterech metod: elipsy kowariancji, tensorowej, funkcjonałów Minkowskiego oraz zaproponowanej przez Manolisa Plionisa.

Skoncentrowaliśmy się na opracowaniu kolejnej metody wyznaczania kształtu eliptycznego, a mianowicie na wykorzystaniu funkcjonałów Minkowskiego. Aby zastosować powyższą metodę, wyznaczyliśmy mapy gęstości powierzchniowej wszystkich analizowanych gromad. Przykładowa mapa z zaznaczonymi konturami równej gęstości znajduje się na umieszczonym poniżej rysunku. Następnie dla tak skonstruowanych konturów różnej gęstości wyliczona została wartość eliptyczności dopasowanej elipsy, wykorzystując wartości funkcjonału tensora powierzchni wyznaczonego ze wzoru:

$$A_{ij} = \int_K (x_i - A_i)(x_j - A_j) da,$$

gdzie K jest obszarem analizowanego konturu a A_i jest funkcjonałem wektora pola powierzchni.

Dla wszystkich 377 gromad ACO dopasowane zostały elipsy dla dziewięciu poziomów gęstości. Metodę sprawdzono, stosując ją do wygenerowanych za pomocą symulacji Monte Carlo gromad galaktyk. Wykazane zostało, że jedynie dla poziomu gęstości odpowiadającemu odległości 1.5Mpc można przyjąć za statystycznie istotne wartości wyznaczonych eliptyczności.



Mapa gęstości powierzchniowej z zaznaczonymi konturami równej gęstości dla gromady A756.

Dynamika planetoid bliskich Ziemi

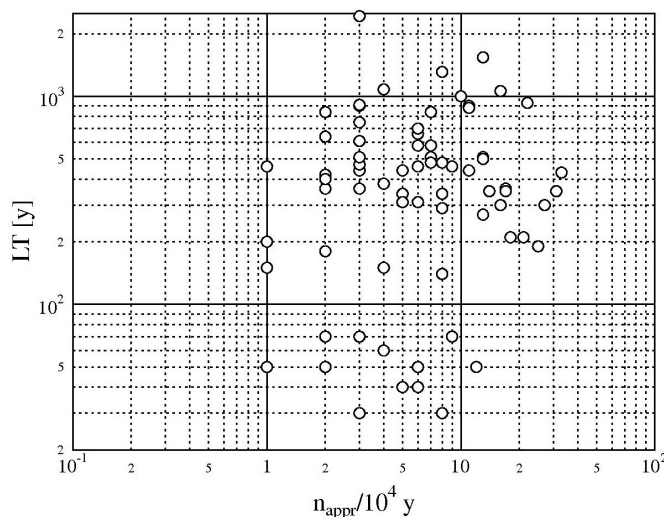
Paweł Kankiewicz

Celem projektu jest kontynuacja badań dynamiki małych ciał Układu Słonecznego, połączona z obserwacjami [2]. W bieżącym roku program obserwacyjny przyniósł pierwsze wyniki obserwacji astrometrycznych oficjalnie opublikowane w Minor Planet Center jako 6 raportów, zawierających głównie obserwacje komet. Otrzymano także pierwsze zadowalające rezultaty fotometrii planetoid.

Z zakresu mechaniki nieba, prowadzone są badania ruchu planetoid zbliżających się do Marsa, tzw. Mars Crosserów [1].

Zbadano dostępną populację orbit planetoid zbliżających się do Marsa, wydzielając planetoidy potencjalnie niebezpieczne dla tej planety. Przeprowadzono badania stabilności orbit wyselekcjonowanej grupy obiektów, przyjmując jako kryterium obecności chaosu oszacowane numerycznie czasy Lapunowa (LT).

Wśród tych obiektów są również planetoidy zbliżające się do Ziemi. Stwierdzono istnienie jakościowego związku pomiędzy czynnikami takimi, jak zblizenia, rezonanse w ruchu średnim oraz rezonanse wiekowe a otrzymanymi wartościami wykładników i czasów Lapunowa. W ramach kolejnych publikacji przewidywana jest bardziej szczegółowa, kompleksowa analiza ruchu tych planetoid, z uwzględnieniem propagacji błędów wyznaczania orbit.



Rysunek: Czasy Lapunowa planetoid zbliżających się najbliżej do Marsa w zależności od częstości zblizeń na 10000 lat.

Literatura

[1] Kankiewicz P, Włodarczyk I. „Stability of the Most Hazardous Mars-Crossers”, *Acta Astronomica*, **56**, 4, 2006

[2] Kankiewicz P. „Obserwacje CCD komet i planetoid w Obserwatorium Astronomicznym Akademii Świętokrzyskiej”, *Biuletyn Naukowy SOK PTMA "Komeciarz"*, 2/2006

Typy morfologiczne galaktyk w gromadach galaktyk

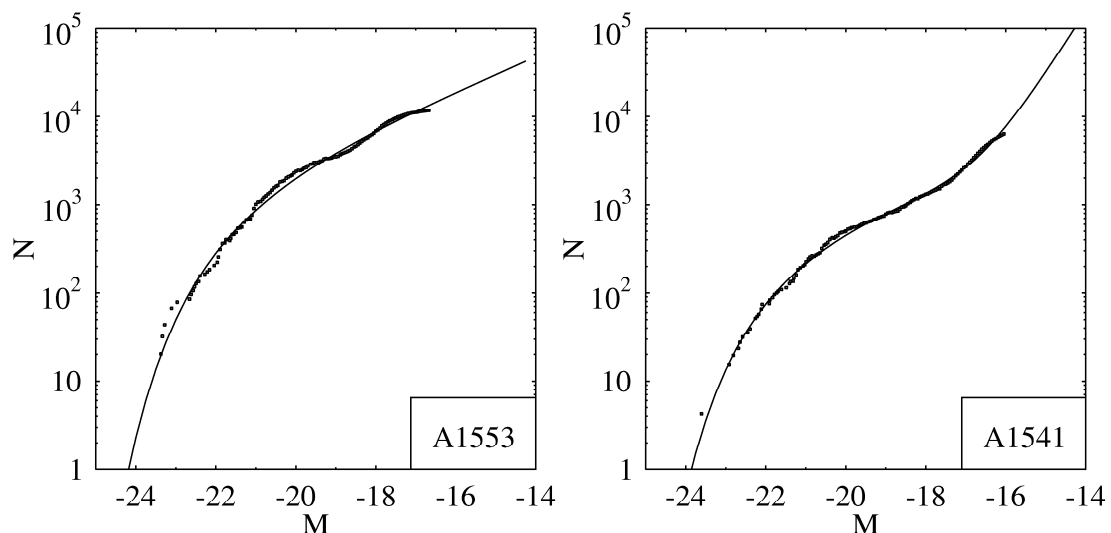
J. Krywult

Galaktyki wchodzące w skład gromady znajdują się prawie w takiej samej odległości od nas i mają ten sam wiek. Pozwala to, wykorzystując wielobarwne dane fotometryczne, analizować populacje galaktyk różnych typów morfologicznych w gromadach oraz zachodzące zmiany ewolucyjne. Badania przeprowadzono na próbie liczącej 75 gromad galaktyk Abella, o przesunięciu ku czerwieni $z < 0.2$. Materiał obserwacyjny został wzięty ze Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Z katalogów wybrano tylko te obiekty, które zostały zaklasyfikowane jako galaktyki w trzech filtrach (g, r, i). Obserwowane wielkości gwiazdowe zostały przetransformowane na jasności absolutne wykorzystując K-korekcję dla galaktyk eliptycznych. Przyjęto, że promień gromady wynosi 1.5 Mpc ($h=0.75, q=0.5$).

W celu określenia typu morfologicznego galaktyk wchodzących w skład badanych gromad poddano analizie obserwacyjną funkcję jasności. Do jej opisu zastosowano sumę dwu funkcji Schechtera:

$$N(\geq L) = \phi^* (\Gamma(\alpha_1 + 1, L/L_1^*) + \Gamma(\alpha_2 + 1, L/L_2^*))$$

gdzie: L_1^*, L_2^* - jasności charakterystyczne; α_1, α_2 - nachylenia krzywej, ϕ^* - gęstość galaktyk w badanym obszarze. W obliczeniach odrzucono bliskie galaktyki oraz wykonano lokalną korekcję galaktyk tła otrzymaną z pierścienia o promieniu 3 Mpc i szerokość 0.5° wokół każdej z gromad. Wyznaczone metodą χ^2 parametry charakterystycznych absolutnych wielkości gwiazdowych wynoszą: $M_1^* = -21.8 \pm 0.2$, $M_2^* = -19.1 \pm 0.18$ oraz nachylenia $\alpha_1 = -1.15 \pm 0.06$, $\alpha_2 = -2.3 \pm 0.09$. W badaniach stwierdzono, że na zachowanie końcowego fragmentu funkcji jasności, który zależy głównie od α_2 , ma wpływ typ morfologiczny galaktyk tworzących gromadę. Na obserwowany wzrost ogona funkcji dla absolutnych wielkości gwiazdowych mniejszych niż -18^m wpływają galaktyki wczesnych typów morfologicznych. W analizowanej populacji znacząca liczba galaktyk wczesnych typów występuje w 37% gromad.



Rys. Funkcje jasności galaktyk, w filtrze i, dla dwóch z badanych gromad

ZAKŁAD FIZYKI TEORETYCZNEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Stanisław Mrówczyński - kierownik zakładu,
prof. dr hab. Wojciech Florkowski, dr hab. Anna Okopińska, dr Tadeusz Kosztołowicz,
mgr Radosław Maj, mgr Przemysław Kościak

Tematyka badawcza

Badanie prowadzone w zakładzie dotyczą: 1) zderzeń jądrowych przy wysokich energiach i fizyki plazmy kwarkowo-gluonowej, 2) teorii pól kwantowych, w tym statystycznej teorii pola i tzw. metod nieperturbacyjnych, 3) zjawisk transportu w układach membranowych.

1) Celem badań jest poszukiwanie opisu zderzeń jądrowych, umożliwiającego określenie na podstawie charakterystyk stanu końcowego zderzenia przebiegu oddziaływania we wczesnym jego stadium, gdy układ osiąga wysoką gęstość energii i materii. Chodzi w szczególności o stwierdzenie ewentualnej obecności plazmy kwarkowo-gluonowej w owym stadium. Wiele uwagi poświęca się nierównowagowym aspektom zderzenia, opisowi fluktuacji i korelacji.

2) Badania koncentrują się na równowagowych i nierównowagowych układach pól kwantowych, szczególnie tych opisywanych przez chromodynamikę kwantową. Chodzi o wyznaczenie spektrum kolektywnych wzbudzeń takich układów, określenie granic stosowalności metod teorii transportu, itp. Drugim ważnym kierunkiem badań jest poszukiwanie nowych i rozwijanie już znanych nieperturbacyjnych metod opisu układów pól kwantowych, a szczególnie tzw. rozwinięć optymalizowanych.

3) Przepływowi substancji w układzie zawierającym membranę towarzyszy cały szereg ciekawych zjawisk fizycznych, takich jak dyfuzja, zwykła gaussowska i anomalna, niestabilności konwekcyjne itp. Celem prowadzonych badań jest znalezienie modeli owych zjawisk, zrozumienie ich przebiegu. Stosowana jest przy tym szeroka gama narzędzi teoretycznych, a szczególnie różniczkowe równania transportu, równania z dyskretnymi zmiennymi czasowymi i położeniowymi oraz równania z ułamkowymi pochodnymi.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Świerk-Warszawa
Instytut Fizyki Jądrowej Uniwersytetu im J. Goethego, Frankfurt nad Menem, Niemcy

Korelacje pędu poprzecznego cząstek i ich krotności w zderzeniach relatywistycznych jonów

Stanisław Mrówczyński

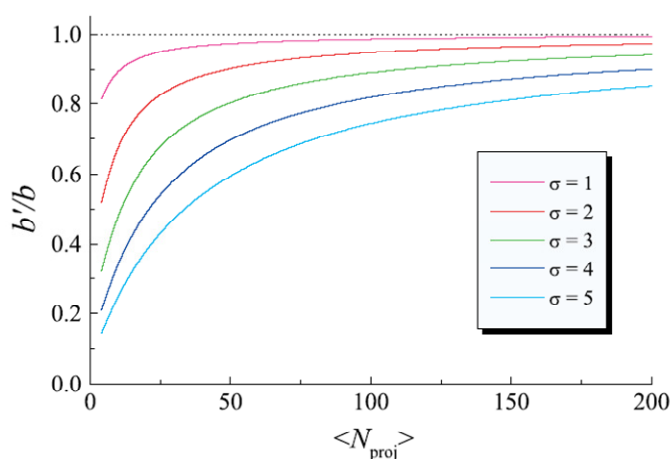
W zderzeniach proton-proton przy wysokich energiach stwierdzono występowanie korelacji pomiędzy pędem poprzecznym (p_T) wyprodukowanych cząstek i ich krotnością (N). W obszarze energii działania akceleratora SPS w CERN korelację tę można sparametryzować formułą

$$\langle p_T \rangle_{(N)} = \langle p_T \rangle + b \left(1 - \frac{N}{\langle N \rangle} \right),$$

gdzie $\langle p_T \rangle_{(N)}$ oznacza średni pęd poprzeczny w zderzeniach o krotności N ; parametr b mierzy siłę korelacji. Zgodnie ze wzorem im więcej jest wyprodukowanych cząstek, tym mniejszy jest ich średni pęd poprzeczny.

Zachodzi pytanie, czy podobna korelacja występuje również w zderzeniach relatywistycznych jonów. Problem ten przebadano w pracy [1] zakładając, że zderzenie jąder atomowych jest superpozycją niezależnych oddziaływań nukleonów. Okazało się, że jeśli liczba nukleonów uczestników zderzenia jest ściśle określona i ta sama w danej klasie zderzeń jądro-jądro, to korelacja $p_T - N$ jest taka jak w zderzeniu nukleon-nukleon. W realnych eksperymentach jednak nie jesteśmy w stanie ściśle określić liczby uczestników zderzenia. W najlepszym wypadku mierzy się (z ograniczoną rozdzielczością) liczbę nukleonów uczestników z jądra pocisku przy wykorzystaniu kalorymetru ustawionego przy zerowym kącie rozproszenia. Należy przy tym pamiętać, że liczba uczestników z tarczy fluktuuje nawet i wtedy, gdy liczba uczestników z pocisku jest ściśle określona.

W pracy [1] wykonano obliczenia parametru b' określającego siłę korelacji $p_T - N$ w zderzeniu Pb-Pb, przyjmując, że liczba uczestników z pocisku wyznaczona jest z dokładnością σ . Wyniki obliczeń dla kilku wartości σ przedstawia rysunek. Jak widać, w centralnych zderzeniach Pb-Pb efekt skończonej wielkości σ jest znikomy, gdyż względna nieokreśloność liczby uczestników jest wówczas stosunkowo mała. Siła korelacji zbliżona jest wówczas do tej, którą obserwuje się w zderzeniach p-p. W zderzeniach peryferycznych natomiast efekt skończonej wielkości σ wyraźnie zmniejsza siłę korelacji $p_T - N$, gdyż wówczas względna nieokreśloność liczby uczestników jest znacząca.



Wstępne dane uzyskane w eksperymencie NA49 wykazują jakościową zgodność z opisanymi tutaj obliczeniami, jednak ilościowe porównanie danych doświadczalnych i teorii jest niezadowolające. Teoretyczny model jest zapewne zbyt uproszczony.

[1] St. Mrówczyński, Phys. Rev. **C73** (2006) 044907.

Fentoskopia w modelach termalnych z uwzględnieniem rezonansów

A.Kisiel ¹⁾, W. Florkowski ²⁾, W. Broniowski ²⁾, J. Pluta ¹⁾

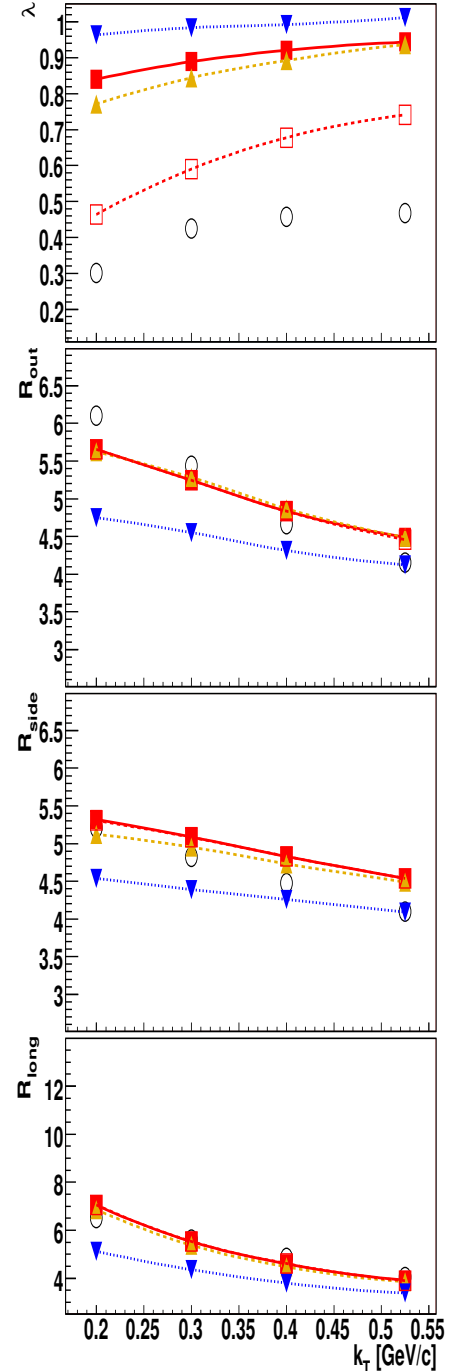
W ramach sformułowanego przez nas wcześniej modelu termalnego produkcji cząstek w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów zbadano wpływ kształtu powierzchni wymrozenia na postać funkcji korelacji pionów, a w szczególności na tzw. promień HBT: R_{side} , R_{out} i R_{long} [1]. Zastosowany model termalny cechuje przybliżenie pojedynczego wymrozenia, czyli zasadniczo wszystkie oddziaływania pomiędzy hadronami zanikają na zadanej trójwymiarowej hiperpowierzchni w przestrzeni Minkowskiego, na której dodatkowo zakłada się pewne pole prędkości opisujące ekspansję układu w chwili wymrozenia. Drugą cechą charakterystyczną modelu jest uwzględnienie w nim wszystkich dobrze znanych rezonansów hydnonowych.

Wyniki naszych obliczeń wskazują, że można jednocześnie dobrze opisać widma pędu poprzecznego hadronów jak i promień HBT, gdy założy się odpowiedni kształt hiperpowierzchni wymrozenia. Kluczowe jest tutaj uwzględnienie rezonansów, których obecność zwiększa odpowiednie wartości promieni R_{side} i R_{out} ze względu na to, że rozpadają się one dopiero w pewnej odległości od hiperpowierzchni, która wyznaczona jest ich szerokością [2]. Z drugiej strony odpowiedni kształt hiperpowierzchni pozwala dopasować promień R_{long} . Efekty te są uwidocznione na rysunku obok, gdzie wyniki bez rezonansów (niebieskie trójkąty) i z rezonansami (czerwone kwadraty) są porównane z danymi doświadczalnymi (otwarte kółka). Parametr λ (pokazany w górnej części rysunku) opisuje tzw. intercept funkcji korelacji. Jego wartość doświadczalną można odtworzyć dopiero gdy uwzględnia się rozpady słabe rezonansów (przerywana czerwona linia) i ponadto efekty niedoskonałej identyfikacji pionów i kaonów.

- 1) Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska
- 2) Również Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

Literatura:

- [1] A. Kisiel, W. Florkowski, W. Broniowski, and J. Pluta, *Femtoscopy in hydrodynamics - inspired models with resonances*, Phys. Rev. **C73** (2006) 064902.
- [2] A. Kisiel, T. Tałuć, W. Broniowski, W. Florkowski, *THERMINATOR: THERMal heavy-IoN generATOR*, Computer Physics Communications **174** (2006) 669.



Rys. 1 Intercept funkcji korelacji pionów oraz promień HBT: R_{side} , R_{out} i R_{long} pokazane jako funkcje średniego pędu poprzecznego pary pionów.

Optymalizowana metoda Rayleigha-Ritza dla cząstek w pułapkach kwantowych

A.Okopińska, P.Kościk

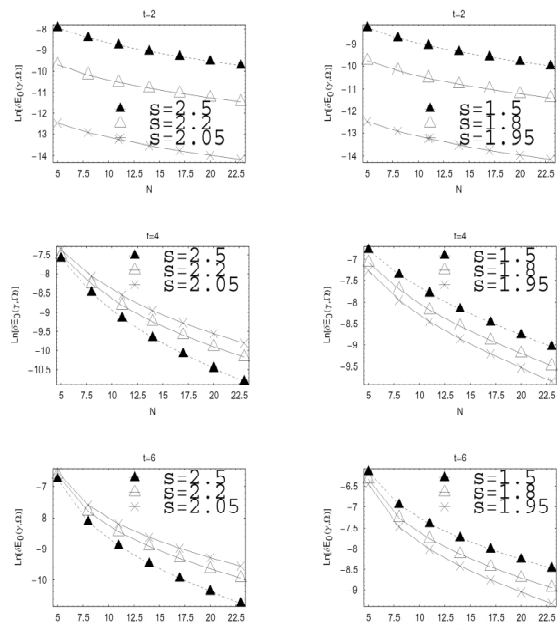
Badania nasze dotyczyły teoretycznego opisu układów niewielkiej ilości oddziałujących ze sobą cząstek uwięzionych w kwantowych pułapkach. Pułapki takie są od niedawna realizowane w badaniach ultrazimnych jonów i atomowych kondensatów Bosego-Einsteina, a również w półprzewodnikowych kropkach kwantowych. Interpretacja wyników i planowanie nowych eksperymentów wymaga intensywnych badań teoretycznych.

Do wyznaczenia widma cząstek w pułapkach zastosowano oryginalnie opracowaną metodę Rayleigha-Ritza (RR) z optymalizacją nieliniowych parametrów przy użyciu kryterium minimalizacji śladu macierzy wariacyjnej [1]. W przypadku jednej cząstki wykazano uniwersalność metody w bazie funkcji własnych oscylatora pseudo-harmonicznego z dwoma parametrami wariacyjnymi. Optymalizacja bazy pozwala na uzyskanie bardzo dokładnych wyników dla wielu stanów widma przy różnego typu potencjałach. Zamieszczony rysunek przedstawia dokładność wyznaczenia stanu podstawowego na przykładzie potencjału

$V(r) = r^{-s} + r^t$ dla różnych potęg s i t .

Uzyskana zbieżność jest eksponencjalna w funkcji stopnia N optymalizowanej macierzy RR.

Przy zastosowaniu naszej metody do dwóch cząstek oddziałujących kulombowsko w pułapce harmoniczej uzyskano również znaczące przyspieszenie zbieżności obliczeń. W toku badań otrzymano nową klasę dokładnych rozwiązań równania Schrödingera dla tego zagadnienia w przypadku pułapki o anizotropii 2:1. Wyniki te zostały wykorzystane do testowania dokładności optymalizowanej metody RR.



Rys. Dokładność wyznaczenia stanu podstawowego w zależności od stopnia N optymalizowanej macierzy RR

Literatura:

[1] P.Kościk, A. Okopińska, *Quasi-exact solutions for two interacting electrons in two-dimensional anisotropic dots*, quant-ph/0607176 (J. Phys. A: Math. Theor. **40** (2007) 1045-1055)

Subdyfuzja w układzie z reakcjami chemicznymi

Tadeusz Kosztołowicz i Katarzyna Lewandowska¹

Proces subdyfuzji zachodzący w jednowymiarowym układzie, w którym transportowane cząsteczki mogą reagować chemicznie ze sobą może być opisany równaniami subdyfuzji-reakcji z pochodną rzędu ułamkowego Riemanna-Liouville'a

$$\frac{\partial A(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial^{1-\alpha}}{\partial t^{1-\alpha}} \left[D_a \frac{\partial^2 A(x,t)}{\partial x^2} - kA^m(x,t)B^n(x,t) \right], \quad (1)$$

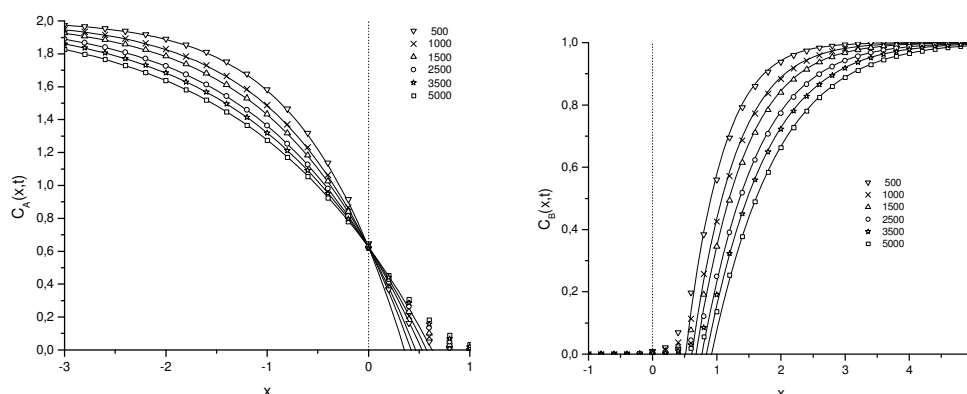
$$\frac{\partial B(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial^{1-\alpha}}{\partial t^{1-\alpha}} \left[D_b \frac{\partial^2 B(x,t)}{\partial x^2} - kA^m(x,t)B^n(x,t) \right], \quad (2)$$

gdzie A , B są stężeniami substancji, D_a , D_b – ich współczynnikami subdyfuzji, α jest parametrem subdyfuzji, k , m , n – parametrami określającymi reakcję chemiczną. W układzie, w którym substancje są odseparowane od siebie w chwili początkowej ($A(x,0) = A_0 \Theta(-x)$, $B(x,0) = B_0 \Theta(x)$) można wyróżnić pewne charakterystyczne obszary i punkty. Jednym z nich jest front reakcji, który definiowany jest jako punkt x_f , dla którego człon reakcji $R(x,t) = kA^m(x,t)B^n(x,t)$ osiąga wartość maksymalną. Front reakcji jest wówczas dany wzorem $x_f(t) = Kt^{\alpha/2}$, K jest rozwiązaniem specjalnego równania (nie zostaje ono tutaj przytoczone). W obszarze subdyfuzyjnym, w którym $R \approx 0$, rozwiązania równań (1) i (2) można wyrazić wzorami

$$A(x,t) = A_0 - (2\eta_A/\alpha) H_{1,1}^{1,0} \left(\left(-x/\sqrt{D_a t^\alpha} \right)^{2/\alpha} \middle| \begin{matrix} 1 & 1 \\ 0 & 2/\alpha \end{matrix} \right), \quad (3)$$

$$B(x,t) = B_0 - (2\eta_B/\alpha) H_{1,1}^{1,0} \left(\left(x/\sqrt{D_b t^\alpha} \right)^{2/\alpha} \middle| \begin{matrix} 1 & 1 \\ 0 & 2/\alpha \end{matrix} \right). \quad (4)$$

wyprowadzonymi dla układu subdyfuzyjnego z częściowo absorbującą ścianą umieszczoną w punkcie $x = 0$, η_A , η_B są parametrami absorpcji ściany, H jest funkcją Foxa.



Rozwiązania numeryczne (symbole) oraz analityczne (3,4) (linie ciągłe) dla czasów podanych w legendzie, $\alpha = 0.5$, $\eta_A = 0.4$, $\eta_B = 1.82$, $D_a = 0.025$, $D_b = 0.0125$, $A_0 = 2$, $B_0 = 1$.

¹ Katedra i Zakład Fizyki i Biofizyki, Akademia Medyczna, Gdańsk

Przewidywania modelu reggeowskiego dla glonowego kondensatu $\langle A^2 \rangle$ oraz dla czynnika kształtu przejścia pion-foton

Wojciech Broniowski, Enrique Ruiz Arriola¹ [1,2]

W granicy dużej liczby kolorów (N_c) w sektorze mezonowym chromodynamika kwantowa upraszcza się do teorii nieskończenie wielu słabo oddziałujących i stabilnych mezonów (oraz glueballi). Jak pokazali 'tHooft i Witten, amplitudy procesów fizycznych dają się wówczas przedstawić w prosty sposób z pomocą drzewkowych diagramów Feynmana zawierających mezony (i glueballe), oraz ew. zewnętrzne linie odpowiadające fotonom i bozonom W i Z. Ten ogólny wynik wiąże się z tzw. zasadą dualności partonowo-hadronowej, głoszącą, że amplitudy fizyczne można obliczyć zarówno z pomocą QCD, jak też modelu hadronowego, a uzyskany rezultat jest taki sam. Dokonując porównania można wówczas wyznaczyć wielkości charakterystyczne dla QCD z pomocą stałych występujących w oddziaływaniach hadronów. W pracach [1,2] obliczono dwie wielkości dotąd nie analizowane w opisany wyżej sposób. Posłużono się tzw. modelem reggeowskim, w którym kwadraty mas radialnie wzbudzonych mezonów wektorowych (ρ) i aksjalnych (a_1) wyrażają się wzorami

$$M_V^2(n) = M_\rho^2 + 2\pi\sigma n, \quad M_A^2(n) = M_{a_1}^2 + 2\pi\sigma n, \quad (1)$$

gdzie napięcie struny σ wyznacza nachylenie radialnej trajektorii reggeowskiej. Indeks n przebiega wartości od 0 do nieskończoności, co jest niezbędnym elementem dualności partonowo-hadronowej. Porównanie rachunku mezonowego z wynikiem chromodynamicznym dla korelatorów wektorowych i aksjalnych [1] pozwala powiązać wartości kondensatów gluonowych z parametrami modelu reggeowskiego. Co ciekawe, pojawia się wówczas w naturalny sposób niezerowa wartość dla kondensatu gluonowego o wymiarze 2, $\langle A^2 \rangle$. Kondensat ten jest obiektem intensywnych badań teoretycznych oraz rachunków QCD na siatkach. Nasza analiza dostarcza oszacowanie wartości $\langle A^2 \rangle$ oraz wskazuje na konieczność modyfikacji modelu (1).

Natomiast analiza amplitudy przejścia pion-foton [2], $\pi_0 \gamma^* \gamma$, pozwoliła na otrzymanie wyniku dla funkcji rozkładu partonów w pionie, $\phi(x)=1$. Zmienna x oznacza tu część pędu pionu w układzie poruszającym się z prędkością światła niesioną przez kwark walencyjny, natomiast $\phi(x)$ jest amplitudą prawdopodobieństwa rozkładu zmiennej x . Nota bene, wynik ten jest taki sam, jak w chiralnych modelach kwarkowych. Obliczono też współczynnik nachylenia czynnika kształtu przejścia, b_π , którego wartość jest znana z pomiarów kolaboracji CELLO. Uzyskana wartość modelowa $b_\pi = 1.5-1.6 \text{ GeV}^2$ jest bliska wynikom doświadczalnym cytowanym przez Particle Data Group, $b_\pi = (1.79 \pm 0.14) \text{ GeV}^2$.

1) University of Granada, Hiszpania

Literatura:

- [1] Dimension-2 gluon condensate from large- N_c Regge models, E. Ruiz Arriola, W. Broniowski, Phys.Rev.D73:097502, 2006.
- [2] Pion transition form factor and distribution amplitudes in large- N_c Regge models, E. Ruiz Arriola, W. Broniowski, Phys.Rev.D74:034008, 2006.

ZAKŁAD DYDAKTYKI FIZYKI

Skład osobowy

Dr hab. Jacek Semaniak - kierownik zakładu,
dr Ewa Braziewicz, dr Małgorzata Wysocka-Kunisz, mgr Magdalena Kamińska, mgr Anna Kowalczyk, mgr Andrzej Drogosz

Tematyka badawcza

Zakład zajmuje się problematyką dotyczącą programów nauczania i kształcenia nauczycieli w związku z realizowaną reformą systemu edukacji w Polsce; prowadzi badania nad uwarunkowaniami procesów edukacyjnych, nad ewolucją pojęć z zakresu fizyki wśród uczniów różnych typów szkół; opracowywane są także techniki wykorzystania komputerów w nauczaniu fizyki.

W zakładzie prowadzone są również badania z zakresu fizyki atomowej. Dotyczą one procesów dysocjacji jonów molekularnych na skutek oddziaływań z elektronami swobodnymi, które zachodzą w warunkach niskotemperaturowej plazmy. W badaniach doświadczalnych, prowadzonych we współpracy z Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie, wykorzystywane są chłodzone wiązki jonów pierścienia akumulacyjnego CRYRING.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

Zestawy do demonstracji podstawowych zjawisk fizycznych.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Uniwersytet w Sztokholmie, Szwecja
Laboratorium Manne Siegbahna, Sztokholm, Szwecja

Kształcenie przyszłego nauczyciela fizyki – standardy i praktyka

Małgorzata Wysocka-Kunisz

W r. 2005 zamknął się pierwszy pełny cykl kształcenia w zreformowanej szkole. Praktyka szkolna przyniosła wiele problemów związanych z procesem nauczania – uczenia się oraz wychowaniem młodzieży, szczególnie w gimnazjum. Minęły czasy, w których szkoła mogła wyposażać w wiedzę i umiejętności przydatne na całe życie – wciąż zmieniająca się rzeczywistość, nowe wyzwania i wymagania, pociągają za sobą konieczność stałego weryfikowania metod i form kształcenia nauczycieli, tak aby nabyli oni określone kompetencje zawodowe.

Przyszły nauczyciel fizyki, zgodnie z wytycznymi zawartymi w standardach kształcenia nauczycieli, powinien uzyskać przygotowanie do kompleksowej realizacji dydaktycznych, wychowawczych i opiekuńczych zadań szkoły w zakresie:

- fizyki (przygotowanie merytoryczne) - pozwalające w sposób kompetentny przekazywać zdobytą wiedzę, pogłębiać ją, aktualizować oraz integrować z innymi dziedzinami wiedzy;
- psychologii i pedagogiki – pozwalające wspierać wszechstronny rozwój ucznia, indywidualizować proces nauczania, zaspokajać szczególne potrzeby edukacyjne uczniów, organizować życie społeczne klasy, szkoły i środowiska lokalnego;
- dydaktyki fizyki – aby skutecznie prowadzić zajęcia edukacyjne, rozbudzać zainteresowania poznawcze, wspierać rozwój intelektualny uczniów, badać i oceniać ich osiągnięcia oraz własną praktykę nauczycielską;
- posługiwania się technologią informacyjną i wykorzystania jej w nauczaniu fizyki;
- zaawansowanej znajomości języka obcego.

Stąd konieczność wykształcenia u przyszłych nauczycieli nadrzędnych kompetencji, umożliwiających im funkcjonowanie w zmieniającej się rzeczywistości społecznej i edukacyjnej, kształtowanie umiejętności komunikacyjnych, interpersonalnych, poznawania potrzeb, zainteresowań i uzdolnień uczniów, które pozwolą im jako nauczycielom reagować na zmiany młodego pokolenia i kształtować je w pożądanym kierunku. Uczelnie powinny dążyć do zapewnienia porównywalności kwalifikacji zawodowych absolwentów szkół wyższych w specjalności nauczycielskiej. Programy studiów powinny uwzględniać wymogi określone w obowiązujących standardach w zakresach:

1. *dydaktycznym;*
2. *wychowawczo - społecznym – związanym z umiejętnością rozpoznawania potrzeb uczniów oraz zdolnością do współpracy w relacjach międzyludzkich;*
3. *kreatywnym – wyrażającym się zdolnością do samokształcenia, innowacyjnością i niestandardowością działań, zdolnościami adaptacyjnymi, mobilnością i elastycznością;*
4. *prakseologicznym – wyrażającym się skutecznością w planowaniu, realizacji, organizowaniu, kontroli i ocenie procesów edukacyjnych;*
5. *komunikacyjnym – wyrażającym się skutecznością zachowań werbalnych i pozawerbalnych w sytuacjach edukacyjnych;*
6. *informacyjno-medialnym – wyrażającym się umiejętnością posługiwania się technologią informacyjną, w tym jej wykorzystania w nauczaniu przedmiotu (prowadzenie zajęć);*
7. *językowym – wyrażającym się znajomością co najmniej jednego języka obcego w stopniu zaawansowanym.*

Obowiązujące standardy kształcenia nauczycieli wytyczają dobry kierunek zmian. Koniecznym jednak jest określenie w postaci operacyjnej kompetencji, jakie powinien posiadać przyszły nauczyciel oraz większa dbałość o precyzję treści programowych.

Rekombinacja dysocjatywna wieloatomowych jonów molekularnych o znaczeniu astrofizycznym

M. Kamińska¹⁾, J. Semaniak

Jednym z procesów zachodzącym w ośrodkach zjonizowanych jest rekombinacja dysocjatywna (DR). W wyniku wychwytu elektronu przez jon molekularny AB^+ następuje rozpad powstałej molekuly na neutralne fragmenty zgodnie reakcją: $AB^+ + e^- \rightarrow A + B$, fragmenty A i B mogą być atomami lub molekułami. Ze względu na fakt, że nie istnieją modele przewidujące prawdopodobieństwa fragmentacji wieloatomowych jonów, niezbędny jest ich eksperymentalny pomiar. Badania DR dostarczają więc danych (także przekroje czynne, stany kwantowe produktów dysocjacji) pozwalających na modelowanie plazmy astrofizycznej i laboratoryjnej, takiej jak: obłoki międzygwiazdowe, atmosfery planetarne, obszary brzegowe tokamaków.

Eksperymenty dotyczące badania DR jonów molekularnych o znaczeniu astrofizycznym przeprowadzone zostały na wiące ciężkojonowego pierścienia kumulującego CRYRING w Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie, Szwecja.

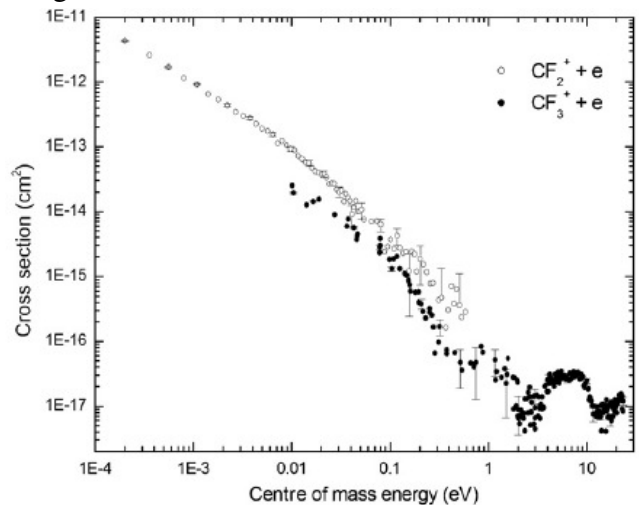
Dla jonów CF_2^+ i CF_3^+ [1] zmierzono przekrój czynny na rekombinację dysocjatywną, znajdując zależność energii $E^{-1.12}$ w zakresie 1 meV-0,1 eV oraz prawdopodobieństwo rozgałęzień przy energii 0 eV. Dominującym kanałem rozpadu jonu CF_2^+ jest $CF + F$ i wynosi 71%, w przypadku jonu CF_3^+ fragmentacja prowadząca do powstania cząsteczki CF zachodzi tylko w 20% przypadków. W pozostałych 80% przypadków zaobserwowano rozpad na $CF_2 + F$.

W przypadku jonów $CD_3OD_2^+$ i $CH_3OH_2^+$ [2,3] zmierzono bardzo niskie prawdopodobieństwo fragmentacji prowadzące do powstania metanolu (3% i 6%, odpowiednio), co wyklucza proponowany mechanizm formowania metanolu w przestrzeni międzygwiazdowej w wyniku następujących po sobie reakcji radiacyjnego przyłączenia CH_3^+ i H_2O oraz rekombinacji dysocjatywnej.

1) Również Uniwersytet Sztokholmski, Departament Fizyki, Sztokholm, Szwecja

Literatura:

- [1] A. Ehlerding et al. *The Dissociative Recombination of Fluorocarbon Ions III: CF_2^+ and CF_3^+* J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys., 39, (2006), 805
- [2] W. D. Geppert et al. *Dissociative Recombination of $CD_3OD_2^+$* Proceedings IAU Symposium No. 231, (2005) A.C. Editor, B.D. Editor & C.E. Editor, eds. 2006 International Astronomical Union
- [3] W. D. Geppert et al. *Dissociative recombination of protonated methanol*, Faraday Discuss., 133, (2006), 177



Rys. 1 Zmierzony przekrój czynny na DR dla jonów CF_2^+ i CF_3^+

ZAKŁAD FIZYKI MEDYCZNEJ

Skład osobowy

Dr hab. Janusz Braziewicz – kierownik zakładu,
dr Urszula Majewska, mgr Joanna Czub, mgr Józef Antosik

Tematyka badawcza

Badania prowadzone w zakładzie są skoncentrowane wokół: (1) zastosowania spektroskopii rentgenowskiej w badaniu koncentracji pierwiastków śladowych, (2) technik obrazowania stosowanych w diagnostyce medycznej, (3) badania oddziaływania promieniowania o wysokim liniowym transferze energii na jądro komórkowe.

Badania aplikacyjne z zakresu spektroskopii rentgenowskiej bazują na posiadanej lampie rentgenowskiej wraz z dodatkową aparaturą umożliwiającą stosowanie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF) oraz rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF). Metody te pozwalają określać koncentrację pierwiastków śladowych na poziomie ppm-ppb. Główne prace wykonywane w zakładzie z wykorzystaniem spektroskopii rentgenowskiej dotyczą zagadnień interdyscyplinarnych. We współpracy ze Świętokrzyskim Centrum Onkologii poszukuje się korelacji między stanami chorobowymi a koncentracją pierwiastków w tkankach i płynach ustrojowych człowieka. Metody spektroskopii rentgenowskiej wykorzystywano w archeologii i muzealnictwie do określenia procesu technologicznego wyrobów celtyckich na terenie Polski czy do oszacowania jakości konserwacji ołtarza Wita Stwosza w Krakowie. Możliwości układu pomiarowego wykorzystywano dla monitorowania technologii procesu wytwarzania kryształów stosowanych w mikroelektronice i optoelektronice.

Drugi obszar badań wiąże się z poszukiwaniem rozwiązań w dziedzinie technik obrazowania stosowanych w diagnostyce i terapii medycznej. Opracowano nowe procedury diagnostyczne stosowane w planowaniu leczenia i procedury dozymetryczne stosowane w terapii nowotworów fotonami i elektronami. Wyniki tych badań są stosowane w rutynowej działalności fizyków medycznych w Świętokrzyskim Centrum Onkologii i w innych placówkach onkologicznych w kraju. Nowym kierunkiem badań są techniki wykorzystywane w pozytonowej tomografii emisyjnej i medycynie nuklearnej.

W rozpoczęto również badania związane z poznaniem fizycznych mechanizmów zmian genetycznych indukowanych w jądrze komórkowym w wyniku przejścia ciężkiego jonu o liniowym transferze energii $\sim 1\text{MeV}/\mu\text{m}$.

Zakład dysponuje następującą aparaturą badawczą:

Lampa rentgenowska (Siemens 3 kW, 60 kV), detektory promieniowania X Si(Li), spektrometr niskotłowy promieniowania γ Ge(Li), układ mikrowiązki promieniowania X.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

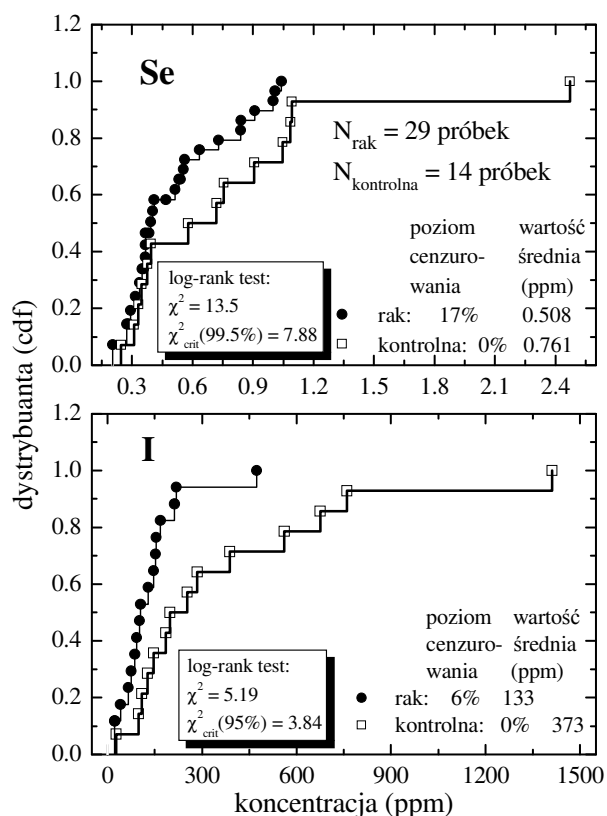
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów w Warszawie
Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach
Instytut Problemów Jądrowych w Warszawie
Uniwersytet w Erlangen, Niemcy

Koncentracja jodu i selenu w tkance rakowej tarczycy

U. Majewska, J. Braziewicz, St. Góźdz¹, A. Kubala-Kukuś, M. Kucharzewski²

Gruczoł tarczycy jest tkanką bogatą w jod i selen, których brak skutkuje różnymi chorobami tarczycy, włącznie ze zrakowacieniem tego organu. Do określenia koncentracji tych pierwiastków w rakowej i zdrowej tkance tarczycy wykorzystano rentgenowską analizę fluorescencyjną z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF). Analizie poddano 29 próbek tkanki rakowej (18 przypadków raka pęcherzykowego tarczycy i 11 przypadków raka brodawczakowego tarczycy) oraz 14 próbek pobranych z płata tarczycy nieobjętego rakiem (gruczolak), które stanowiły grupę kontrolną w prowadzonych badaniach. W przypadku tkanek rakowych koncentracja jodu i selenu nie została określona we wszystkich przypadkach (z powodu granicy wykrywalności metody) i do rekonstrukcji rozkładu koncentracji zastosowano metodę Kaplana-Meiera. Otrzymane rozkłady koncentracji jodu i selenu dla obu badanych grup zostały porównane przy użyciu testu log-rankowego. Analiza statystyczna wykazała statystycznie istotne różnice pomiędzy koncentracjami obu

określanych pierwiastków w badanych grupach „rakowej” i kontrolnej na poziomie ufności 99.5% (selen) i 95% (jod): grupa „rakowa” Se 0.508ppm, I 133ppm, grupa kontrolna Se 0.761ppm, I 373ppm. Nasze rezultaty są zgodne z wynikami badań prezentowanymi przez [V.Y.Zaichick et al. *Analyst.* 120 (1995) 817]: koncentracja zarówno jodu jak i selenu jest drastycznie niższa w tkance rakowej niż w zdrowej tkance tarczycy. Analogiczne badania dotyczące tkanki rakowej piersi wykazały odwrotną zależność: zawartość selenu była wyższa niż w tkance zdrowej [U.Majewska et al. *Biol. Trace Elem. Res.* 60 (1997) 91; A.N.Garg et al. *Biol. Trace Elem. Res.* 46 (1994) 185; S.L.Rizk and H.H. Sky-Peck *Cancer Res.* 44 (1984) 5390]. Podsumowując, dane dotyczące roli selenu w procesie karcenogenezy są rozbieżne i pytanie: „Czy zmieniona koncentracja selenu w komórkach rakowych jest przyczyną czy skutkiem procesu rakowacenia?” jest wciąż otwarte.



Rys. 1 Rozkłady, wartości średnie koncentracji jodu i selenu w tkance tarczycy oraz wynik log-rank testu.

¹Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach, ²Śląska Akademia Medyczna w Bytomiu

Biologiczne oddziaływanie promieniowania o wysokim LET

J.Czub, D.Banaś¹, A.Błaszczuk², J.Braziewicz¹, I.Buraczewska³, J.Choiński⁴, U.Górak⁵, M.Jaskóła⁶, A.Korman⁶, A.Lankoff⁷, H.Lisowska⁷, A.Łukaszek^{5,8}, Z.Szefliński⁵, A.Wójcik^{3,7}

Biologiczne skutki oddziaływania promieniowania (RBE) o wysokim liniowym przekazie energii (LET) mają kluczowe znaczenie w radioterapii i ochronie radiologicznej. Rozpatrywane są one zarówno na poziomie molekularnym jak i komórkowym dając informacje o uszkodzeniu DNA jądra komórkowego i ich konsekwencjach dla całej komórki.

W celu badania wymienionych powyżej zagadnień zbudowano oryginalny układ eksperymentalny w Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów w Warszawie. Pasywnie rozpraszana wiązka jonów ^{12}C o energii 48.5 MeV z cyklotronu U200-P, rozpraszana na tarczy złotej o grubości 13 mg/cm², pokonując w próżni odległość 233 cm, przechodzącą przez okno wyjściowe jonowodu (Havar 2.3 mg/cm²) oraz 1.9 cm powietrza naświetlano komórki CHO-K1 hodowane na folii mylarowej o grubości 10 μm. Wiązka o poprzecznym rozmiarze 1×1 cm² odznaczała się wystarczającą jednorodnością ~97 % (rys.1.), a energia jonów wnikających do komórki wynosiła 9 MeV dając wartość LET: 830 keV/μm.

Aberracje chromosomowe są bezpośrednim skutkiem działania promieniowania na komórki [1]. Rozkład całkowitych aberracji wśród komórek został określony za pomocą testu *u*, wyznaczając rozkład Poissona dla komórek traktowanych promieniowaniem γ z ^{60}Co aparatu terapeutycznego Theratron 780. Natomiast rozkład aberracji w komórkach CHO-K1 napromienianych jonami ^{12}C podlegał rozkładowi Neymana (rys.2).

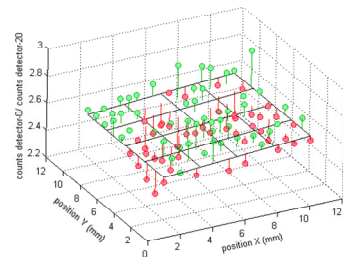
Badania aberracji chromosomowych w zależności od ich rodzaju pokazują iż najczęściej występującym typem aberracji dla komórek CHO-K1 naświetlanych promieniowaniem γ jest dicentryk natomiast napromienianych jonami ^{12}C są wymiany chromosomowe.

Określona została również relacja dawka-efekt pokazując wzrost aberracji na komórkę wraz z dawką (rys.3).

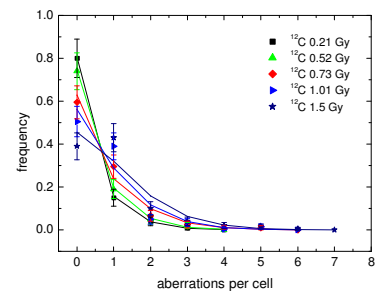
¹Świętokrzyskie Centrum Onkologii, Kielce; ²Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń; ³Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa; ⁴Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Warszawa; ⁵Uniwersytet Warszawski, Warszawa; ⁶Instytut Problemów Jądrowych, Otwock-Świerk; ⁷Instytut Biologii, Akademia Świętokrzyska, Kielce; ⁸Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa

Literatura:

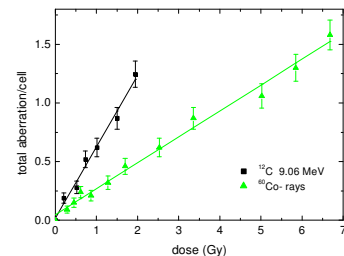
1. J.Czub, D.Banaś, A.Błaszczuk, J.Braziewicz, I.Buraczewska, J.Choiński, U.Górak, M.Jaskóła, A.Korman, A.Lankoff, H.Lisowska, A.Łukaszek, Z.Szefliński, A.Wójcik *Cell survival and chromosomal aberrations in CHO-K1 cells irradiated by carbon ions*, Applied Radiation and Isotopes (w druku 2007)



Rys.1. Dwuwymiarowy względny rozkład intensywności wiązki ^{12}C o przekroju 1×1cm² w miejscu naświetlania komórek wraz z dopasowaną płaszczyzną.



Rys.2. Częstość aberracji chromosomowych komórek CHO-K1 w zależności od dawki jonów ^{12}C .



Rys.3. Porównanie całkowitej liczby aberracji indukowanych przez jony ^{12}C i promieniowanie γ ^{60}Co

ZAKŁAD INFORMATYKI

Skład osobowy

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech – kierownik zakładu,
prof. dr hab. inż. M. Ziółko, prof. dr hab. inż. T. Szmuc,
dr hab. inż. M. Głowacki, dr inż. W. Byrski, dr inż. N. Nalepa,
dr inż. M. Szpyrka, dr inż. I. Pardyka, dr A. Bojara, mgr R. Suchanek,
mgr inż. P. Ślusarczyk, mgr inż. W. Sornat, mgr inż. M. Lutwin, mgr inż. T. Ruść

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy cyfrowego przetwarzania oraz kompresji sygnałów i obrazów, szczególnie panoramicznych z zastosowaniem metod opartych o geometrię epipolarną i metody transformacyjne. Prowadzi się badania adaptacyjne metod kompresji obrazów oraz ich transmisji z zastosowaniem środowiska CORBA.

Baza laboratoryjna Zakładu

Laboratorium Podstaw Informatyki
Laboratorium Przetwarzania i Kompresji Obrazów
Laboratorium Baz Danych
Laboratorium Systemów Operacyjnych

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Uniwersytet w Wuppertalu w Niemczech

Projektowanie i analiza systemów wbudowanych z zastosowaniem RTCP-sieci

M.Szpyrka ¹⁾

RTCP-sieci powstały jako wynik adaptacji czasowych kolorowanych sieci Petriego do modelowania systemów czasu rzeczywistego. Stanowią one podklasę sieci kolorowanych, charakteryzującą się m.in. zupełnie odmiennym modelem czasu, występowaniem priorytetów przejść i zmodyfikowanym podejściem do tworzenia modeli hierarchicznych. Jedną z cech charakterystycznych RTCP-sieci jest możliwość modelowania systemów wbudowanych, których funkcjonowanie oparte jest na wykorzystaniu systemów regułowych.

W ramach prowadzonych badań naukowych opracowana została koncepcja grafów pokrycia [1], które stanowią podstawę do formalnej analizy RTCP-sieci. Stosując grafy pokrycia można analizować własności typowe dla sieci Petriego dotyczące ograniczoności sieci, żywotności sieci, zachowawczości sieci itp., a także własności czasowe modelu, co jest szczególnie istotne z punktu widzenia systemów czasu rzeczywistego. W pracy [1] wykazano ponadto, że grafy pokrycia są skończone dla sieci silnie ograniczonych, co ma istotne znaczenie z praktycznego punktu widzenia, gdyż pozwala efektywnie analizować modele.

Pokazano również, że istnieje możliwość przejścia od modelu w formie kanonicznej RTCP-sieci do implementacji w języku Ada 2005 [2], a także możliwość skonstruowania modelu dla już istniejącego systemu i użycie go do jego weryfikacji [3].

Dla hierarchicznych RTCP-sieci w postaci kanonicznej opracowana została metoda konstruowania takich modeli [4], w której określono poszczególne etapy konstruowania modelu prowadzące od specyfikacji wymagań, do uzyskania kompletnej RTCP-sieci.

Ponadto dopracowano koncepcję reprezentowania systemów regułowych (tablic decyzyjnych z uogólnionymi regułami decyzyjnymi) za pomocą D-sieci [5], stanowiącym m.in. element hierarchicznych RTCP-sieci.

1) Również Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Literatura:

[1] Szpyrka M.: *Analysis of RTCP-nets with Reachability Graphs*, Fundamenta Informaticae, vol. 74, no. 2-3 2006, pp. 375-390.

[2] Szpyrka M.: *Development of embedded systems - from RTCP-net model to Ada code*, Concurrency, Specification and Programming CS&P'2006, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany, vol. 2, 2006, pp. 231-242.

[3] Szpyrka M., Matyasik P., Piwowarczyk J.: *RTCP-net approach to verification of embedded systems implemented in Ada*, Discrete Event System Design 2006. A Proceedings volume of the 3rd IFAC Workshop DESDes'06, September 26-28, Rydzyna, Poland, 2006, pp. 203-208.

[4] Szpyrka M., Szmuc T.: *Integrated Approach to Modelling and Analysis using RTCP-nets*, In Sacha, K. (Ed.) *Software Engineering Techniques: Design for Quality*, Proc. of IFIP TC-2 Working Conference on Software Engineering Techniques, SET 2006, October 17-20, Warsaw, Poland, IFIP International Federation for Information Processing, vol. 227, Springer-Verlag, 2006, pp. 115-120.

[5] Szpyrka M., Szmuc T.: *D-nets - Petri Net Form of Rule-based Systems*. Foundations of Computing and Decision Sciences, vol. 31, no. 2, 2006, pp. 157-167.

Praktyczne wykorzystanie metod sztucznej inteligencji

Grzegorz J. Nalepa

Prowadzone badania wiążą się z praktycznym wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, takich jak deklaratywna reprezentacja wiedzy i automatyczne wnioskowanie logiczne w inżynierii oprogramowania.

Celem badań jest opracowanie metod efektywnej reprezentacji wiedzy, które mogą modelować logikę biznesową w aplikacjach opartych o paradygmat Model View Controller (MVC), oraz aplikacjach sterowania. Metody te powinny wspierać proces projektowania i implementacji takich systemów, oraz oferować metody automatycznego przetwarzania wiedzy. Wybrane metody opierają się na deklaratywnej, regułowej reprezentacji wiedzy, z wykorzystaniem języków regułowych posiadających ścisłą interpretację logiczną.

W ramach badań wyselekcjonowano szereg reprezentatywnych przykładów aplikacji zaprojektowanych klasycznie, tj. w języku UML. Zaproponowane metody powinny pozwolić na pełne zamodelowanie wybranych aplikacji.

Prace skupiane są na opracowaniu metod ARD+ i XTT+. ARD czyli Attribute Relationship Diagrams pozwalają na modelowanie zależności funkcyjnych pomiędzy atrybutami występującymi w systemie. Model ARD jest postacią sformalizowanej specyfikacji wymagań systemu. Pozwala ona na automatyczne przejście do prototypów reguł decyzyjnych definiowanych z wykorzystaniem formalizmu XTT, czyli eXtended Tabular Trees. XTT pozwala na kontekstowe grupowanie reguł, a co za tym idzie strukturalizację bazy wiedzy.

Prace opublikowane w 2006 roku

Artykuły naukowe (zagraniczne)

Artykuły zostały pogrupowane według czasopism, które mają zaznaczoną punktację Ministerstwa, prace zaznaczone [NA49 Collaboration] mają 101 autorów, w tym 6-ciu z afiliacją IF AŚ

Physical Review Letters, 24 pkt.

1. J. Szlachetko, R. Barrett, M. Berset, J.-Cl. Dousse, K. Fennane, J. Hoszowska, A. Kubala-Kukus, M. Pajek, and M. Szlachetko,
High-resolution study of x-ray resonant Raman scattering at the K-edge of silicon,
Physical Review Letters 97 (2006) 073001
2. S. Tashenov, Th. Stöhlker, D. Banaś, K. Beckert, P. Beller, H. F. Beyer, F. Bosch, S. Fritzsche, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, T. Krings, D. Liesen, F. Nolden, D. Protic, D. Sierpowski, U. Spillmann, M. Steck, and A. Surzhykov,
First measurement of the linear polarization of radiative electron capture transitions,
Physical Review Letters 97 (2006) 223202

Physical Review A, 24 pkt.

3. M. Pajek, D. Banaś, J. Braziewicz, M. Czarnota, A. Bieńkowski, M. Jaskóła, A. Korman, D. Trautmann, G. Lapicki, and T. Mukoyama,
M-shell ionization of heavy elements by 0.1-1.0 MeV/amu $^1,2\text{H}$ and $^{3,4}\text{He}$ ions,
Physical Review A 73 (2006) 012709
4. J. Rządkiwicz, Th. Stöhlker, D. Banaś, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, C. Z. Dong, S. Fritzsche, A. Gojska, A. Gumberidze, S. Hagmann, D. C. Ionescu, C. Kozhuharov, T. Nandi, R. Reuschl, D. Sierpowski, U. Spillmann, A. Surzhykov, S. Tashenov, M. Trassinelli, and S. Trotsenko
Selective population of the $[1s2s]^1S_0$ and $[1s2s]^3S_1$ states of He-like uranium,
Physical Review A 74 (2006) 012511

Physical Review C, 24 pkt.

5. A. Kisiel, W. Florkowski, W. Broniowski, and J. Pluta,
Femtoscopia in hydrodynamics-inspired models with resonances,
Physical Review C 73 (2006) 064902
6. St. Mrówczyński,
Correlation of transverse momentum and multiplicity in a superposition model of nucleus--nucleus collisions,
Physical Review C 73 (2006) 044907
7. C. Alt et al. [NA49 Collaboration],
Upper limit of D^0 production in central Pb Pb collisions at 158-A-GeV,
Physical Review C 73 (2006) 034910

8. C. Alt et al. [NA49 Collaboration],
Energy and centrality dependence of \bar{p} and p production and the $\bar{\Lambda}/\bar{p}$ in Pb+Pb collisions between 20/A-GeV and 158/A-GeV,
Physical Review C 73 (2006) 044910
9. M. Chojnacki and W. Florkowski,
Characteristic form of boost-invariant and cylindrically asymmetric hydrodynamic equations,
Physical Review C 74 (2006) 034905
10. F. Becattini, J. Manninen, and M. Gazdzicki
Energy and system size dependence of chemical freeze-out in relativistic nuclear collisions,
Physical Review C 73 (2006) 044905

Physical Review D, 24 pkt.

11. Enrique Ruiz Arriola, Wojciech Broniowski,
Dimension-two gluon condensate from large N_c Regge models,
Physical Review D 73 (2006) 097502
12. C. Manuel and St. Mrówczyński,
Chromo-hydrodynamic approach to the unstable quark-gluon plasma,
Physical Review D 74 (2006) 105003
13. A. E. Dorokhov, W. Broniowski, and E. Ruiz Arriola,
Photon distribution amplitudes and light-cone wave functions in chiral quark models,
Physical Review D 74 (2006) 054023
14. Enrique Ruiz Arriola, Wojciech Broniowski,
Pion transition form factor and distribution amplitudes in large N_c Regge model,
Physical Review D 74 (2006) 034008

Physics Letters B, 24 pkt.

15. W. Broniowski, B. Hiller, W. Florkowski, and P. Bozek,
Event-by-event pT fluctuations and multiparticle clusters in relativistic heavy-ion collisions,
Physics Letters B 635 (2006) 290-294
16. Marek Gazdzicki and Mark Gorenstein,
Transparency, mixing and reflection of initial flows in relativistic nuclear collisions,
Physics Letters B 640 (2006) 155-161

Physica A, 20 pkt.

17. K. Dworecki,
Experimental investigation of the anomalous subdiffusion in a membrane system,
Physica A 359 (2006) 24

Computer Physics Communications, 24 pkt.

18. A. Kisiel, T. Taluc, W. Broniowski, W. Florkowski,
THERMINATOR: Thermal Heavy-Ion Generator,
Computer Physics Communications 174 (2006) 669-687

Nuclear Physics A, 20 pkt.

19. C. Hohne et al. [NA49 Collaboration],
Results from NA49,
Nuclear Physics A 774 (2006) 35
20. St. Mrówczyński,
Instabilities driven equilibration at the early stage of nuclear collisions,
Proceedings of the 18th International Conference on Ultra-Relativistic
Nucleus-Nucleus Collisions, *QUARK MATTER 2005*, Budapest, Hungary,
4-9 August 2005, edited by T. Csorgo, G. David, P. Levai and G. Papp,
Nuclear Physics A 774 (2006) 149
21. W. Florkowski,
Particle spectra and hydro-inspired models,
Proceedings of the 18th International Conference on Ultra-Relativistic
Nucleus-Nucleus Collisions, *QUARK MATTER 2005*, Budapest, Hungary,
4-9 August 2005, edited by T. Csorgo, G. David, P. Levai and G. Papp,
Nuclear Physics A 774 (2006) 179
22. C. Alt et al. [NA49 Collaboration],
*High $p(T)$ spectra of identified particles produced in Pb+Pb collisions
at 158-GeV/nucleon beam energy*,
Nuclear Physics A 774 (2006) 473
23. C. Alt et al. [NA49 Collaboration],
Elliptic flow of Λ hyperons in Pb+Pb collisions at 158-AGeV,
Nuclear Physics A 774 (2006) 499

Nuclear Physics B (Proceedings Supplements) 15 pkt.

24. M. Rybczynski, Z. Wlodarczyk, G. Wilk,
Strangelets in cosmic rays,
Nuclear Physics B (Proceedings Supplements) 151 (2006) 341
25. M. Rybczynski, Z. Wlodarczyk, O.V. Utyuzh, G. Wilk,
Multiplicity fluctuations in high energy hadronic and nuclear collisions,
Nuclear Physics B (Proceedings Supplements) 151 (2006) 363

Nuclear Instruments and Methods, 24 pkt.

26. P. Verma, P.H. Mokler, A. Bräuning-Demian, H. Bräuning, D. Banaś, F. Bosch, S.
Hagmann, C. Kozhuharov, A. Orsic-Muthig, M. Schöffler, D. Sierpowski, U. Spillmann, Z.
Stachura, Th. Stöhlker, S. Tashenov, S. Toleikis, and M.A. Wahab,

Probing superheavy quasimolecular collisions with incoming inner shell vacancies,
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 245 (2006) 56-60

27. S. Chatterjee, H.F. Beyer, D. Liesen, Th. Stöhlker, A. Gumberidze, Chr. Kozhuharov, D. Banas, D. Protic, K. Beckert, P. Beller et al.,
The FOCAL Spectrometer for Accurate X-Ray Spectroscopy of Fast Heavy Ions,
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 245, (2006) 67-71

X-Ray Spectrometry, 20 pkt.

28. U. Majewska, D. Banaś, J. Braziewicz, A. Kubala-Kukuś, M. Pajek, J. Wudarczyk,
Improvement of a TXRF set-up to obtain detection limit in the low ppb range,
X-Ray Spectrometry 35 (2006) 323-328

Journal of Physics G, 20 pkt.

29. M. K. Mitrovski et al. [NA49 Collaboration],
Strangeness production at SPS energies,
Journal of Physics Physics G 32 (2006) S43
30. T. Schuster et al. [NA49 Collaboration],
*High $p(T)$ spectra of identified particles produced in Pb+Pb collisions
at 158-A-GeV beam energy,*
Journal of Physics Physics G 32 (2006) S479
31. V.V. Begun, L. Ferroni, M.I. Gorenstein, M. Gazdzicki, and F. Becattini,
Threshold effects in relativistic gases,
Journal of Physics Physics G 32 (2006) 1003-1020

Journal of Chemical Physics G, 24 pkt.

32. Ojekull, P. U. Andersson, M. B. Nagard, J. B. C. Pettersson, A. Neau, S. Rosen, R. D. Thomas, M. Larsson, J. Semaniak, F. Osterdahl, H. Danared, A. Kallberg M af Ugglas,
*Threshold effects in relativistic gases dissociative recombination of ammonia clusters
studied by storage ring experiments,*
Journal of Chemical Physics 125 (2006) 194306

AIP Conference Proceedings, 4 pkt.

33. O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Wlodarczyk,
Bose-Einstein correlations from „within”,
Multiparticle Dynamics (XXXV International Symposium on Multiparticle Dynamics,
Kromeriz, 9-15 August 2005, Eds.: V.Simak et al.)
AIP Conference Proceedings 828 (2006) 75-80

34. P.Christakoglou, A.Petridis, M.Vassiliou et al. [NA49 Collaboration]

Energy and rapidity dependence of the electric charge correlations at 20-158 GeV beam energies at CERN SPS (NA49),

Multiparticle Dynamics (XXXV International Symposium on Multiparticle Dynamics, Kromeriz, 9-15 August 2005, Eds.: V.Simak et al.)

AIP Conference Proceedings 828 (2006) 107-112

35. B.Lungwitz et al. [NA49 Collaboration]

NA49 results on hadron production: indications of the onset of deconfinement?

Multiparticle Dynamics (XXXV International Symposium on Multiparticle Dynamics, Kromeriz, 9-15 August 2005, Eds.: V.Simak et al.)

AIP Conference Proceedings 828 (2006) 321-326

36. S.Knige et al. [NA49 Collaboration]

Rapidity dependence of Bose-Einstein correlations at SPS energies,

Multiparticle Dynamics (XXXV International Symposium on Multiparticle Dynamics, Kromeriz, 9-15 August 2005, Eds.: V.Simak et al.)

AIP Conference Proceedings 828 (2006) 473-478

37. P. Flin, H. Duerbeck,

Silberstein, General Relativity and Cosmology,

Albert Einstein Century International Conference

AIP Conference Proceedings 861 (2006) 1087

Astronomy and Astrophysics, 24 pkt.

38. P. Flin, J. Krywult,

Substructures in Abell clusters of galaxies,

Astronomy and Astrophysics 450 (2006) 9-14

Desalination, 20 pkt.

39. K.Dworecki, A.Ślęzak, M.Drabik, B.Ornal-Wąsik, S.Wąsik,

Determination of the membrane permeability coefficient under concentration polarisation conditions,

Desalination 198 (2006) 326

Acta Astronomica, 24 pkt.

40. P. Kankiewicz and I. Włodarczyk

Stability of the Most Hazardous Mars-Crossers

Acta Astronomica 56 (2006) 4

Astrophysical Space and Science, 10 pkt.

41. E.Panko, P. Flin. A. Pikhun,

Period Change of CU Pegasi,

Astrophysical Space and Science 305 (2006) 385

Acta Physica Polonica, 15 pkt.

42. St. Mrówczyński,
Instabilities driven equilibration of the quark-gluon plasma,
Acta Physica Polonica B 37 (2006) 427
43. T. Kosztołowicz, K.D. Lewandowska,
Time evolution of the reaction front in the system with one static and one subdiffusive reactant,
Acta Physica Polonica B 37 (2006) 1571-1578
44. W. Florkowski, W. Broniowski, A. Kisiel, and J. Pluta,
Pion correlation functions in hydro-inspired models with resonances,
Proceedings of the XLVI Cracow School of Theoretical Physics, Zakopane, Poland, 27 May – 5 June, 2006,
Acta Physica Polonica B 37 (2006) 3381

Acta Physica Hungarica, 10 pkt.

45. O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Wlodarczyk,
Multiparticle production processes from the Information Theory point of view,
Acta Physica Hungarica (Heavy Ion Physics) A 25 (2006) 65
46. O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Wlodarczyk,
Quantum Clan Model description of Bose-Einstein Correlations,
Acta Physica Hungarica (Heavy Ion Physics) A 25 (2006) 83

Acta Physiologiae Plantarum, 10 pkt.

47. M. Kargol, G. Suchanek, M. Przystalski, and A. Kargol,
Investigations into biophysical regulation mechanisms of physiological water exchange of the Nitella translucens cells with the surroundings,
Acta Physiologiae Plantarum 28 (2006) 13-19

Gen. Physiology and Biophysics, 10 pkt.

48. G. Suchanek,
Mechanistic Equations for Multicomponent Solutions,
Gen. Physiology and Biophysics 25 (2006) 53-63

Brazilian Journal of Physics, 10 pkt.

49. M. Czarnota, M. Pajek, D. Banaś, J.-Cl. Dousse, M. Berset, O. Mauron, Y.-P. Maillard, P. A. Raboud, D. Chmielewska, J. Rządkiwicz, Z. Sujkowski, J. Hoszowska, M. Polasik and K. Słabkowska,
Multiple ionization effects in x-ray emission induced by heavy ions,
Brazilian Journal of Physics 36 (2006) 546

The European Physical Journal B, 20 pkt.

50. T.Osada, O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Wlodarczyk,
Extended Gaussian ensemble or q-statistics in hadronic production processes?
The European Physical Journal B 50 (2006) 7

The European Physical Journal C, 20 pkt.

51. C. Alt et al. [NA49 Collaboration],
*Inclusive production of charged pions in p p collisions at 158-GeV/c
beam momentum,*
The European Physical Journal C 45 (2006) 343

Faraday Discussions, 24 pkt.

52. W. D. Geppert, M. Hamberg, R. D. Thomas, F. Österdahl, F. Hellberg, V. Zhaunerchyk, A. Ehlerding, T. J. Millar, H. Roberts, J. Semaniak, M. af Ugglas, A. Källberg, A. Simonsson, M. Kaminska and M. Larsson,
Dissociative recombination of protonated methanol,
Faraday Discussions **133** (2006) 177 – 190

Inne czasopisma

53. St. Mrówczyński,
Whitening of the Quark-Gluon Plasma,
Proceedings of the 5th International Conference on Physics and Astrophysics
of Quark Gluon Plasma, Salt Lake City, Kolkata, India, 8-12 February 2005,
Journal of Physics, Conference Series 50 (2006) 422
54. W. D. Geppert, F. Hellberg, F. Österdahl, J. Semaniak, T. J. Millar, H. Roberts, R. D.Thomas, M. Hamberg, M. af Ugglas, A. Ehlerding, V. Zhaunerchyk, M. Kamińska, and M. Larsson,
Dissociative recombination of $CD_3OD_2^+$,
Proceedings of the International Astronomical Union 1 (2006) 117-124, Cambridge
University Press
55. N. Rahman, J. Krywult, P. M. Motl, P. Flin, S. F. Shandarin,
Morphology and evolution of simulated and optical clusters: a comparative analysis,
MNRAS, vol. 367, Issue 2, pp. 838-850
56. M. Biernacka, P. Flin, J. Krywult,
*The application of the Faint Object Classification and Analysis System (FOCAS) and Source
Extractor (SExtractor) packages to the Digitized Sky Survey,*
Astronomical and Astrophysical Transactions 25 (2006) 75-94
57. E. Panko, P. Flin,
A new galaxy Supercluster?
Astronomical and Astrophysical Transactions 25 (2006) 1

58. E. Panko, P. Flin
A new catalogue of galaxy clusters,
 Proc. Marseille Conf: Fabulous Destiny of Galaxies. Bridging Past and Present (ed. V. Le Brun, A. Mazure, S. Arnouts, D. Burgarella),
 Frontier Group, Paris, p. 551
59. P. Flin, W. Godłowski, K. Bajan,
Some properties of a new unbiased sample of galaxies
 Proc. Marseille Conf : Fabulous Destiny of Galaxies. Bridging Past and Present (ed. V. Le Brun, A. Mazure, S. Arnouts, D. Burgarella),
 Frontier Group, Paris, p. 523
60. E. Panko, P. Flin,
A Catalogue of Galaxy Clusters and Groups Based on the Muenster Red Sky Survey, 2006,
 Jour. Astr. Data 12, 1
61. E. Panko, P. Flin,
On the mean density of galaxies and structure identification.
 Odessa Astr. Publ. 18 (2006) 81
62. E.Gładysz-Dziadus, Z.Włodarczyk,
Black Holes versus Strange Quark Matter,
 In: Trends in Black Hole Research (Editor: Paul V.Kreitler),
 Nova Science Publishers, Inc., New York (2006) pp. 163-180
63. O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Włodarczyk,
New proposal of numerical modeling of Bose-Einstein correlations: Bose-Einstein correlations from „within”,
 International Conference „New Trends in High-Energy Physics (experiment, phenomenology, theory)”, Yalta, 10-17 August 2005,
 Nuclear Science and Safety in Europe, pp.175-187, Eds.: T.Cechak et al., Springer (2006)
64. O.V.Utyuzh, G.Wilk, Z.Włodarczyk,
Numerical modeling of quantum statistics in high-energy physics,
 Proceedings of VI International Symposium „Frontiers of Fundamental and Computational Physics”, 26-29 September 2004, Udine, Italy
 Frontiers of Physics, eds.: B.G.Sidharth, F.Honsell, A de Angelis,
 Springer (2006), pp. 247-254
65. I. Pardyka.
Panoramic image sequence compression method.
 In Visualization, Imaging, and Image Processing (VIIP 2006), ACTA Press, pp. 282–286,
 Mallorca, Spain, 2006

66. I. Pardyka and M. Ziółko
Mosaic based compression of panoramic image sequence.
 In ELMAR-2006, pp. 57–60, Zadar, Croatia, 2006
67. M. Szpyrka,
Practical aspects of development of embedded systems with RTCP-nets and ADDER Tools,
 Proc. of Mixdes 2006, the 13th International Conference Mixed Design of Integrated
 Circuits and Systems, IEEE, 2006, pp. 722—727

Krajowe

1. Glowacki M., Hojny M., *Development of a computer system for high temperature steel deformation testing procedure, Simulation, Design and Control of Foundry Processes*, eds. W. Byrski, S. Kluska-Nawarecka, H. Połcik, R. Tadeusiewicz, AGH Kraków 2006, 145 – 156
2. T. Kosztołowicz, K.D. Lewandowska, *Subdiffusion parameter measured in the tooth enamel*, Proc. XII Natl. Conf. Appl. Math. Biol. Med., Koninki, 26-29 September 2006, 77-81
3. G. J. Nalepa, P. Zięcik, *Integrated embedded Prolog platform for rule-based control systems*, MIXDES 2006: MIXed DESign of integrated circuits and systems : proceedings of the international conference : Gdynia, Poland 22–24 June 2006 / ed. Andrzej Napieralski, Łódź : Technical University Lodz. Department of Microelectronics and Computer Science, 2006, S. 716–721
4. Małgorzata Wysocka–Kunisz, *Kształcenie przyszłego nauczyciela fizyki – standardy i praktyka*, Wydawnictwo AŚ, Kielce 2006
5. I. Pardyka.
Homography-based panoramic image sequence compression method. In ICSES'06, pp. 293–296, Łódź, Poland, 2006

Inne publikacje

Zagraniczne

1. Kankiewicz, P i inni. (raport z obserwacji) OBSERVATIONS OF COMETS, Minor Planets Electronic Circular MPEC 2006-N36
2. Kankiewicz, P. i inni (raport z obserwacji) OBSERVATIONS OF COMETS, Minor Planets Electronic Circular MPEC 2006-S99

Udział pracowników IF AŚ w konferencjach

Wykłady zaproszone

Zagraniczne

1. St. Mrówczyński,
Towards Reliable Calculations of Two-Particle Correlation Functions,
XIth International Workshop on Correlation and Fluctuation in Multiparticle Production,
Hangzhou, China, November 21-24, 2006
2. St. Mrówczyński,
Chromo-hydrodynamics of the Quark-Gluon Plasma,
19th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions,
QUARK MATTER 2006, Shanghai, China, November 14-20, 2006
3. St. Mrówczyński,
Instabilities Driven Equilibration of the Quark-Gluon Plasma,
INT Workshop on Non-Equilibrium Quark-Gluon Plasma,
Seattle, USA, September 25-29, 2006
4. St. Mrówczyński,
Instabilities Driven Equilibration of the Quark-Gluon Plasma,
3-rd International Workshop "The Critical Point and Onset of Deconfinement",
Florence, Italy, July 3-6, 2006
5. St. Mrówczyński,
Instabilities Driven Equilibration of the Quark-Gluon Plasma,
IVth International Conference on Quarks and Nuclear Physics,
Madrid, Spain, June 5-10, 2006
6. St. Mrówczyński,
Chromo-hydrodynamics of the Quark-Gluon Plasma,
International Conference on Strong & Electroweak Matter 2006,
Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, USA, May 10-13, 2006
7. M. Gaździcki,
Energy dependence of Strangeness Production and Onset of Deconfinement,
BNL Workshop "Strangeness in Collisions", BNL, February 16-17, 2006.
8. M. Gaździcki,
Prospects of the new ion program at the CERN SPS,
BNL Workshop "Can we discover the QCD critical point at RHIC",
BNL, March 9-10, 2006.
9. M. Gaździcki,
A new SPS programme,
CP&OoD workshop, Florence, Italy, July 3-9, 2006.
10. M. Gaździcki,
Dubna group in NA49,
Joint Committee for CERN-JINR Scientific Cooperation, CERN, Geneva, October 25, 2006.

11. W. Florkowski,
pT fluctuations and multiparticle clusters in heavy-ion collisions
XXXVI International Symposium on Multiparticle Dynamics
2-8.09.2006, Paraty, Rio de Janeiro, Brazil
12. P. Flin,
On the orientation of galaxy clusters
Cosmic Stories: Bernard's Journey Across the Universe, Valencja, Hiszpania
13. P. Flin,
The ellipticity of galaxy structures
Selected Issues of Astronomy and Astrophysics,
Fourth Scientific Conference in honor of Bohdan Babyi, Lwów, Ukraina

Krajowe

14. M. Gaździcki, NA49-future,
Workshop on Heavy Ion Collisions,
Wroclaw, Poland, October 17, 2006.

Komunikaty

Zagraniczne

1. M. Trassinelli, D. Banaś, P. Jagodziński, M. Pajek, U. Spillmann and Th. Stöhlker
Measurement of the Lamb shift of $n=2$ excited states in helium-like uranium using crystal spectroscopy methods
38th Europhysics conference of European Group on Atomic Systems 7th - 10th June 2006 -
Island of Ischia (Naples)
2. M. Trassinelli, D. Attia, D. Banas, F. Bosch, C. Brandau, K. Beckert, P. Beller, S. Chatterjee, Th. Krings, E. Förster, B. Franzke, A. Gumberidze, S. Hagmann, J. Hoszowska, P. Indelicato, H.-J. Kluge, Ch. Kozhuharov, E.-O. Le Bigot, D. Liesen, X. Ma, B. Manil, I. Mohos, F. Nolden, U. Popp, D. Protic, R. Reuschl, D. Sierpowski, A. Simionovici, U. Spillmann, Z. Stachura, M. Steck, Th. Stöhlker, S. Tashenov, S. Trotsenko, A. Warczak, O. Wehrhan, E. Ziegler, H.F. Beyer
Measurement of the Lamb shift in hydrogen-like lead using crystal spectroscopy methods
38th Europhysics conference of European Group on Atomic Systems 7th - 10th June 2006 -
Island of Ischia (Naples)
3. M. Trassinelli, D. Banaś, P. Jagodziński, M. Pajek, U. Spillmann, Th. Stöhlker,
High accuracy crystal spectroscopy of the $n = 2$ energy level of helium-like uranium
International Workshop on Precision Physics of Simple Atomic Systems (PSAS 2006)
Venice International University, June 12-16, 2006

4. A. Gumberidze, Th. Stöhlker, D. Banaś, H. F. Beyer, F. Bosch, X. Cai, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, X. Ma, P. H. Molker, D. Sierpowski, M. Steck, S. Tashenov, A. Warczak, Y. Zou
Precision tests of QED in strong fields: experiments on hydrogen- and helium-like uranium
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
5. M. Pajek, D. Banaś, M. Czarnota, Th. Stöhlker, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Chatterjee, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, R. Reuschl, U. Spillmann, S. Tachenov, S. Trotsenko, P. Verma, D. Sierpowski, A. Warczak, S. Böhm, A. Müller, E. W. Schmidt, J.-Cl. Dousse, J. Szlachetko
Angular distributions of X-rays from recombination of bare uranium ions with low-energy electrons
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
6. M. Nofal, S. Hagmann, Th. Stöhlker, C. Kozhuharov, X. Wang, A. Gumberidze, U. Spillmann, R. Reuschl, S. Hess, S. Trotsenko, D. Banaś, F. Bosch, D. Liesen, D. Jakubassa, R. Moshhammer, J. Ullrich, R. Dörner, M. Steck, P. Beller, K. Beckert, B. Franczak
Radiative electron capture to continuum in 90 AMeV $U^{88+} + N_2$: the short wavelength limit of electron nucleus bremsstrahlung
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
7. S. Trotsenko, Th. Stöhlker, D. Banaś, C. Z. Dong, S. Fritzsche, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Hess, P. Indelicato, C. Kozhuharov, M. Nofal, R. Reuschl, J. Rzakiewicz, U. Spillmann, A. Surzhykov
State selective formation of excited L-shell levels in Li-like uranium
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
8. G. Weber, Th. Stöhlker, A. Gumberidze, R. Reuschl, S. Hess, U. Spillmann, S. Trotsenko, S. Hagmann, M. Nofal, M. Trassinelli, C. Kozhuharov, D. Banaś
Radiative processes studied for bare uranium ions in collisions with H_2
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
9. M. Czarnota, D. Banaś, M. Pajek, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, M. Berset, P. A. Raboud, D. Chmielewska, J. Rzakiewicz, Z. Sujkowski, M. Polasik, K. Słabkowska, J. Hoszowska
Vacancy rearrangement processes in multiply ionized atoms
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
10. R. Reuschl, D. Banaś, H. F. Beyer, S. Chatterjee, A. Gumberidze, S. Hess, T. Krings, D. Liesen, D. Protic, U. Spillmann, Th. Stöhlker, M. Trassinelli, S. Trotsenko, G. Weber
Recent experimental developments for the Lamb shift investigation in heavy ions
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006

11. Th. Stöhlker, U. Spillmann, H. F. Beyer, S. Hess, C. Kozhuharov, R. Reuschl, S. Tashenov, S. Trotsenko, T. Krings, D. Protic, J.-Cl. Dousse, M. Kavcic, J. Szlachetko, D. Banaś
Performance test of a 2D-strip Ge(i) detector at the synchrotron facility ESRF
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
12. D. Banaś, P. Jagodzinski, M. Pajek, Th Stöhlker, M. Trassinelli, R. Reuschl, U. Spillmann
Development of a Bragg spectrometer for experiments with highly charged ions at storage rings
The Thirteenth International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK 28th August - 1st September 2006
13. W. Broniowski,
pT fluctuations and multiparticle clusters in heavy-ion collisions
2nd International Workshop on Correlations and Fluctuations in Relativistic Nuclear Collisions, Florencja, 7-9.07.2006
14. W Florkowski,
Oscillations of the quark-gluon plasma
XLVI Krakowska Szkoła Fizyki Teoretycznej, Zakopane, 27.05.06-5.06.06
15. W Florkowski,
Pion correlations in hydro-inspired models with resonances
XLVI Krakowska Szkoła Fizyki Teoretycznej, Zakopane, 27.05.06-5.06.06
16. K.Dworecki, M.Drabik, A.Tracz, S.Wąsik,
Experimental investigation of the diffusion in agarose hydrogels, XIIth International Seminar on Physics and Chemistry of Solids, Lviv, 28-31 May 2006, Ukraine
17. K.Dworecki, M.Drabik, T.Kosztolowicz, S.Wąsik,
Experimental investigation of the diffusion in agarose hydrogels,
Anomalous Transport: Experimental Results and Theoretical Challenges, 13-16 July 2006, Bad Honnef, Germany
18. P. Kankiewicz, I. Włodarczyk
The stability of orbits of effective Mars Crossers
Meeting on Asteroids and Comets in Europe, 12-14 maja 2006 , Wiedeń, Austria.
19. T. Kosztolowicz,
Methods of measuring subdiffusion parameters, *Anomalous Transport: Experimental Results and Theoretical Challenges*, July 12 to 16, 2006, Physikzentrum Bad Honnef near Bonn, Germany.
20. T. Kosztolowicz,
Measuring subdiffusion parameters, *Subdiffusion in biological systems*, NORDITA Conference, 3rd Nordic Network Meeting Statistical Physics, Soft Matter, and Biological Physics NORDITA, Copenhagen, 8th - 11th May, 2006.

21. T. Kosztołowicz, K. Lewandowska, M. Penkowski,
Impedance in subdiffusive system, 18th Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, May 2006, Kraków, Poland.
22. T. Kosztołowicz, K. Lewandowska,
Subdiffusion in biological systems, NORDITA Conference, 3rd Nordic Network Meeting Statistical Physics, Soft Matter, and Biological Physics NORDITA, Copenhagen, 8th - 11th May, 2006.
23. T. Kosztołowicz, K. Lewandowska,
Subdiffusion and chemical reactions in a porous medium, Anomalous Transport: Experimental Results and Theoretical Challenges, July 12 to 16, 2006, Physikzentrum Bad Honnef near Bonn, Germany.
24. J. Krywult,
Luminosity function of galaxies in substructures of galaxy clusters,
Galaxy Evolution Across the Hubble Time, August 2006, Czechy
25. J. Szlachetko, R. Barrett, M. Berset, J.-Cl. Dousse, K. Fennane, J. Hoszowska,
A. Kubala-Kukus, M. Pajek, M. Szlachetko
X-ray resonant Raman scattering below the Si-K absorption edge
European Conference on X-Ray Spectrometry, (EXRS 2006)
Paris, France, 18-23.06. 2006
26. R. Maj
Towards reliable calculations of two-particle correlations
Int. Workshop: Critical Point and Onset of Deconfinement – Florencja, Włochy 3-6 lipca 2006 r.
27. M. Rybczyński
Fluctuations in Nuclear Collisions at 158GeV/nucleon
Int. Workshop: Critical Point and Onset of Deconfinement – Florencja, Włochy 3-6 lipca 2006 r.
28. M. Kucharzewski, U. Majewska, J. Braziewicz, S. Gózdź
Iodine and selenium concentrations in thyroid cancer tissue
11th Conference on Total Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods (TXRF 2005), September 18-22, 2005, Budapest, Hungary.
29. U. Majewska, D. Banaś, J. Braziewicz, S. Gózdź, A. Kubala-Kukuś, M. Kucharzewski, M. Pajek
Trace elements concentration distributions in breast, lung and intestine tissues determined by TXRF analysis
18th International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005), 25-30 September 2005, Frascati Roma, Italy.
30. U. Majewska, D. Banaś, J. Braziewicz, A. Kubala-Kukuś and K. Socha

Elemental analysis of meteorite by TXRF technique,
18th International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005), 25-30
September 2005, Frascati Roma, Italy.

31. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, S. Gózdź, U. Majewska and M. Pajek
*Analysis of elemental concentration censored distributions in breast malignant and breast
neoplasm tissues,*
18th International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005), 25-30
September 2005, Frascati Roma, Italy.
32. G. Stefanek,
Anisotropic Flow of Strange Particles at SPS
2nd International Workshop on the Critical Point and Onset of Deconfinement, Florencja
33. G. Stefanek,
New Results on Fluctuations and Correlations from the NA49 Experiment
The 19-th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions,
Shanghai

Krajowe

34. M. Arabski, S. Wąsik, K. Dworecki, W. Kaca,
*The diffusion of antibiotics through an artificial membrane in the presence of Proteus
vulgaris O25 lipopolysaccharides,*
41st Meeting of the Polish Biochemical Society, Białystok 12-15 September 2006
35. M. Drabik, K. Dworecki, S. Wąsik, R. Tańczyk, J. Żuk, *Surface modification of PET
membrane by implantation,* VI-th International Conference, Ion Implantation and Other
Applications of Ions and Electrons, Kazimierz Dolny, Poland, June 26-29, 2006.
36. Kankiewicz P., Włodarczyk I., „Dynamika efektywnych Mars Crosserow.”, Ogólnopolskie
Seminarium Mechaniki Nieba, 17-18 maja 2006, Ciężen.
37. Kankiewicz P., „Obserwacje CCD komet i planetoid w Obserwatorium Astronomicznym
Akademii Świętokrzyskiej”, VIII Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA
"Struktura i ewolucja komet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego"
13 - 15 października 2006, Kraków.
38. T. Kosztołowicz, K. Lewandowska,
*Pomiar współczynnika subdyfuzji w szklowie zębów, XII Krajowa
Konferencja Zastosowań Matematyki w Biologii i Medycynie, Koninki, 26-29.09.2006.*
39. J. Szlachetko, R. Barrett, M. Berset, J.-Cl. Dousse, K. Fennane, J. Hoszowska,
A. Kubala-Kukus, M. Pajek, M. Szlachetko
X-ray Resonant Raman Scattering in Si and SiO₂ at Si-K Absorption Edge
8th International School and Symposium on Synchrotron Radiation in Natural
Sciences, (ISSRNS 2006) Zakopane, Polska, 12-17.06. 2006

40. M. Wysocka–Kunisz,
Edukacja dorosłych na rzecz gminnego programu ochrony środowiska
Konferencja pt. Szkoła i społeczność w lokalnym programie środowiska,
Warszawa 5-6.06. 2006 r.
41. M. Wysocka–Kunisz,
Jak uczniowie klas VI oceniają możliwości wykorzystania wiedzy przyrodniczej w życiu codziennym?
XIV Konferencja Dydaktyków Biologii Szkół Wyższych, „Nauka, technika, społeczeństwo. Wyzwania i perspektywy w zakresie kształcenia przyrodniczego”, Nałęczów, 13-15.09.2006
42. M. Wysocka-Kunisz, E. Braziewicz, opracowanie i prowadzenie warsztatów Eksperyment na lekcji przyrody – metodyka szkolnych eksperymentów przyrodniczych.
VII Ogólnopolskie Forum Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych,
Kielce 21-22.10.06 r.
43. M. Wysocka-Kunisz, L. Nowak, warsztaty
Wykorzystanie matematyki na lekcji przyrody.
VII Ogólnopolskie Forum Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych,
Kielce 21-22.10.06 r.
44. R. Maj
Dokładne obliczenia funkcji korelacji.
Workshop: Femtoskopia w zderzeniach ciężkich jonów,
Politechnika Warszawska, 25.04.2006

Granty KBN

1. Prof. dr hab. J. Braziewicz
Rentgenowska analiza fluorescencyjna: zastosowania w badaniach biomedycznych.
Nr P03B 105 27 (98250 zł)
2. Prof. dr hab. M. Pajek
Badanie struktury satelitarnej promieniowania rentgenowskiego serii L i M w zderzeniach jonów O i Ne z atomami
No. 1P03B 013 26 (promotorski, mgr M. Czarnota) (33600 zł / 2004-2006)
3. Prof. dr hab. M. Pajek,
Badanie rekombinacji radiacyjnej jonów U^{92+} z elektronami w procesie chłodzenia elektronowego
Nr N202 159 31/3048 (własny) (161000 zł / 2006-2009)
4. Prof. dr hab. St. Mrówczyński,
Próg na produkcję plazmy kwarkowo-gluonowej,
Nr 1 P03B 127 30 (200 000 zł / 2006-2008)
5. Dr hab. J. Semaniak,
Badanie zderzeń jonów molekularnych z elektronami swobodnymi (rekombinacji dysocjatywnej i rezonansowego tworzenia par) w warunkach niskotemperaturowej plazmy
Nr N202 111 31/1194 (120 050 zł)
6. Dr. T. Kosztołowicz
Doświadczalne i teoretyczne badania subdyfuzji
Nr 1P03B 136 30 (127 275 zł / 2006 - 2007)
7. Dr D. Banaś
Precyzyjna spektroskopia promieniowania rentgenowskiego emitowanego w relatywistycznych zderzeniach kilkuelektronowych ciężkich jonów z atomami.
Nr 1 P03B 006 29 (99.825 zł / 2005 -)

Granty europejskie

Grant Fundacji Helmholtza (Helmholtz Gemeinschaft)
Wirtualny Instytut VI-146, 75 000 euro na lata 2004-2006

ADRESY ELEKTRONICZNE

W domenie @pu.kielce.pl: imie.nazwisko@pu.kielce.pl albo skrót:

Banaś Dariusz	badan
Biernacka Monika	bmonika
Bojara Artur	bojara
Braziewicz Ewa	ebr
Braziewicz Janusz	braziew
Czub Joanna	czub
Detka Marek	mdetka
Dworecki Kazimierz	dworecki
Flin Piotr	flin
Kankiewicz Paweł	pawelk
Kosztolowicz Tadeusz	tkoszt
Kościk Przemysław	koscik
Krywult Janusz	krywult
Kubala-Kukuś Aldona	akuku
Lutwin Michał	lutwin
Maj Radosław	radmaj
Majewska Urszula	majewska
Markowski Adam	amar
Pajek Marek	pajek
Maciej Rybczyński	mryb
Semaniak Jacek	jacek
Sornat Wiesław	sornat
Suchanek Grażyna	suchaneg
Suchanek Roman	suchanek
Stefanek Grzegorz	stefanek
Włodarczyk Zbigniew	wlod
Wysocka-Kunisz Małgorzata	mkunisz

Ponadto:

Broniowski Wojciech	Wojciech.Broniowski@ifj.edu.pl
Drabik Maciej	drabik@interia.pl
Florkowski Wojciech	Wojciech.Florkowski@ifj.edu.pl
Gaździcki Marek	marek@mail.cern.ch
Mrówczyński Stanisław	mrow@fuw.edu.pl
Okopińska Anna	okopin@fuw.edu.pl
Pardyka Ignacy	ipardyka@tlen.pl
Ślusarczyk Przemysław	pslusarczyk@interbit.com.pl