

Raport Roczny Instytutu Fizyki 2010



Źródło jonów EBIT

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego
w Kielcach

SPIS TREŚCI	strona
Rok 2010 w Instytucie Fizyki UJK	3
Struktura instytutu	4
Działalność naukowa	5
Zakład Fizyki Atomowej	5
Zakład Fizyki Molekularnej	11
Zakład Fizyki Jądrowej	14
Zakład Astrofizyki	18
Zakład Fizyki Medycznej	22
Zakład Fizyki Teoretycznej	24
Zakład Fizyki Komputerowej	28
Zakład Informatyki	33
Publikacje	35
Artykuły w czasopismach z listy filadelfijskiej	35
Inne publikacje	39
Monografie	40
Udział w konferencjach	41
Wykłady na konferencjach międzynarodowych	41
Wykłady na konferencjach krajowych	44
Komunikaty	44
Seminaria	49
Seminaria w instytucie	49
Seminaria poza instytutem	50
Granty realizowane w Instytucie	53

Instytut Fizyki

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego

ul. Świętokrzyska 15

25-405 KIELCE

tel.: +48-41-349 64 40

fax: +48-41-349 64 43

e-mail: ifiz@pu.kielce.pl

strona www: <http://www.ujk.edu.pl/ifiz>

Rok w Instytucie Fizyki UJK

- Tadeusz Kosztołowicz uzyskał stopień doktora habilitowanego, Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski, Katowice
- Radosław Maj uzyskał stopień doktora, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, UJK, Kielce, promotor prof. dr hab. Stanisław Mrówczyński
- opublikowaliśmy 39 artykułów w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej
- realizowaliśmy 3 granty MNiSW
- Dzięki wsparciu finansowemu z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka powstało laboratorium, którego głównym urządzeniem jest źródło jonów EBIT (*Electron Beam Ion Trap*)
- Realizowany był projekt FENIKS - trzyletni program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach finansowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki Europejskiego Funduszu Społecznego
- W wydawnictwie World Scientific Publishing Company ukazała się monografia W. Florkowskiego *Phenomenology of Ultra-Relativistic Heavy-Ion Collisions*
- D. Banaś, W. Broniowski, W. Florkowski, T. Kosztołowicz, A. Kubala-Kukuś i M. Rybczyński otrzymali nagrody Rektora UJK

Na dalszych stronach tego raportu przedstawiamy organizację i strukturę instytutu (według stanu na 31 grudnia 2010 roku), tematykę prowadzonych badań z krótkim opisem osiągniętych rezultatów, spis publikacji, listę wystąpień na konferencjach i seminariach.

Przypis w kwadratowych nawiasach przy tytułach notatek prezentujących prowadzone w 2010 roku badania określa nr publikacji na liście *Artykuły w czasopismach z listy filadelfijskiej* ze strony 35.

STRUKTURA INSTYTUTU

Dyrekcja

Prof. dr hab. Marek Pajek - dyrektor

Dr Artur Bojara - wicedyrektor ds. dydaktycznych

Prof. dr hab. Stanisław Mrówczyński - wicedyrektor ds. naukowych

Rada Instytutu

Dr D. Banaś

Dr A. Bojara

Prof. dr hab. J. Braziewicz

Prof. dr hab. W. Broniowski

Mgr M. Drabik

Prof. dr hab. inż. A. Dziech

Dr hab. P. Flin

Prof. dr hab. W. Florkowski

Dr hab. M. Gaździcki

Prof. dr hab. inż. M. Głowacki

Dr hab. P. Kukołowicz

Dr U. Majewska

Prof. dr hab. St. Mrówczyński

Dr hab. A. Okopińska

Prof. dr hab. M. Pajek

Dr inż. I. Pardyka

Dr hab. J. Semaniak

Dr hab. inż. M. Szpyrka

Prof. dr hab. Z. Włodarczyk

Dr M. Wysocka-Kunisz

Zakłady Instytutu:

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

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

ZAKŁAD FIZYKI ATOMOWEJ

Skład osobowy

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

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy fizyki zderzeń atomowych i zastosowań spektroskopii rentgenowskiej. Tematyka prowadzonych eksperymentów obejmuje badania dynamiki procesu jonizacji, w tym wielokrotnej, wewnętrznych powłok atomowych, 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 akceleratorowych, głównie we współpracy z Uniwersytetem w Erlangen w Niemczech (tandem) oraz Instytutem Paula Scherrera (PSI) w Szwajcarii (cyklotron Philipsa). Drugą tematyką badawczą z zakresu zderzeń atomowych jest badanie procesów rekombinacji radiacyjnej najcięższych jonów w wysokich stanach ładunkowych, do U^{92+} włącznie. Eksperymenty rekombinacyjne są prowadzone w ramach międzynarodowej współpracy SPARC na chłodzonej elektronami wiązce jonów w pierścieniu akumulacyjnym ESR w GSI w Darmstadt. Badania dotyczące zastosowań spektroskopii rentgenowskiej w badaniach materiałów prowadzone są metodą niskokątowej fluorescencji rentgenowskiej (GEXRF) wysokiej zdolności rozdzielczej na wiązce promieniowania synchrotronowego ID21 w Europejskim Źródle Promieniowania Synchrotronowego (ESRF) w Grenoble. Badania te są prowadzone we współpracy z Departamentem Fizyki Uniwersytetu we Fribourgu w Szwajcarii.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

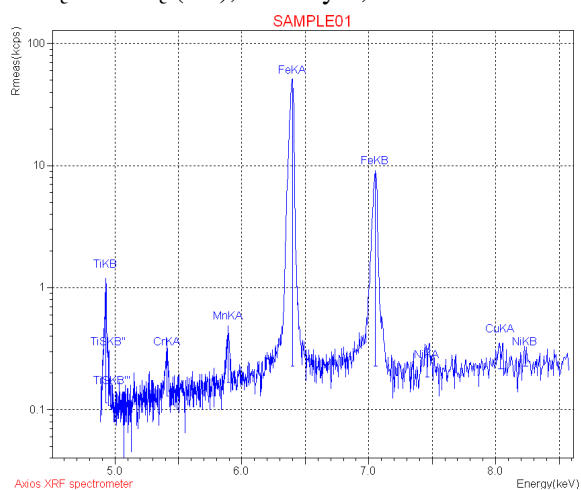
Instytut Problemów Jądrowych w Świerku
Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach
Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Uniwersytet w Erlangen, Niemcy
Instytut Ciężkich Jonów (GSI), Darmstadt, Niemcy
Uniwersytet we Fribourgu i Uniwersytet w Basel, Szwajcaria
Instytut Paula Scherrera (PSI) w Villigen, Szwajcaria
Uniwersytet Kansai Gaidai, Osaka, Japonia
Europejskie Źródło Promieniowania Synchrotronowego (ESRF), Grenoble, Francja

Rentgenowska analiza fluorescencyjna z dyspersją długości fali (WDXRF) – spektrometr AXIOS

A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska i M. Pajek

W Instytucie Fizyki UJK prowadzone są od wielu lat badania dotyczące zastosowania metod spektroskopii rentgenowskiej, takich jak rentgenowska analiza fluorescencyjna (XRF) czy rentgenowska analiza fluorescencyjna z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF), do określania koncentracji pierwiastków w różnorodnych próbkach biologicznych, medycznych i środowiskowych. Wykorzystywano również rentgenowską analizę fluorescencyjną dla małych kątów emisji (GEXRF) do określania poziomu zanieczyszczeń w materiałach półprzewodnikowych oraz do badania profili głębokościowych tych zanieczyszczeń.

W bieżącym roku uruchomiony został nowy spektrometr rentgenowski AXIOS firmy PANalytical, który umożliwia określanie składu pierwiastkowego różnorodnych materiałów metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z dyspersją długości fali (WDXRF). Podstawą fizyczną tej techniki pomiarowej jest wzbudzenie w analizowanej próbce, przy wykorzystaniu promieniowania generowanego w lampie rentgenowskiej, promieniowania fluorescencyjnego, które jest rejestrowane dyfrakcyjnym spektrometrem rentgenowskim o wysokiej zdolności rozdzielczej. W spektrometrze AXIOS promieniowanie wzbudzające wytwarzane jest w lampie rentgenowskiej z anodą rodową (Rh), o mocy 2,4 kW. Emitowane z próbki promieniowanie pada na kryształ analizujący, który odbija w kierunku detektora tylko promieniowanie spełniające warunek Bragga. Spektrometr AXIOS wyposażony jest w pięć kryształów: LiF(200), Ge(111), PE(002), PX1, LiF(220), umożliwiających analizę promieniowania w szerokim zakresie długości fali. Detekcja promieniowania odbywa się przy wykorzystaniu detektora przepływowego (optymalny dla pierwiastków lżejszych, do Fe włącznie) i scyntylacyjnego (dla pierwiastków cięższych od Fe). Przy wykorzystaniu spektrometru AXIOS możliwy jest jednoczesny pomiar koncentracji wielu pierwiastków (od tlenu O do uranu U). Zaletami metody jest nieniszczący charakter analizy, krótki czas oznaczeń (~30 min), wykrywalność rzędu $\mu\text{g/g}$ oraz możliwość analizy próbek stałych, proszków oraz cieczy. W przypadku próbek ciekłych oraz sproszkowanych pomiar przeprowadzany jest w atmosferze helu, próbki stałe mierzone są w próżni. Przykładowe widmo promieniowania charakterystycznego próbki geologicznej iłów zmierzone spektrometrem AXIOS przedstawia rysunek.



Widmo promieniowania charakterystycznego próbki iłów zarejestrowane przy wykorzystaniu spektrometru AXIOS.

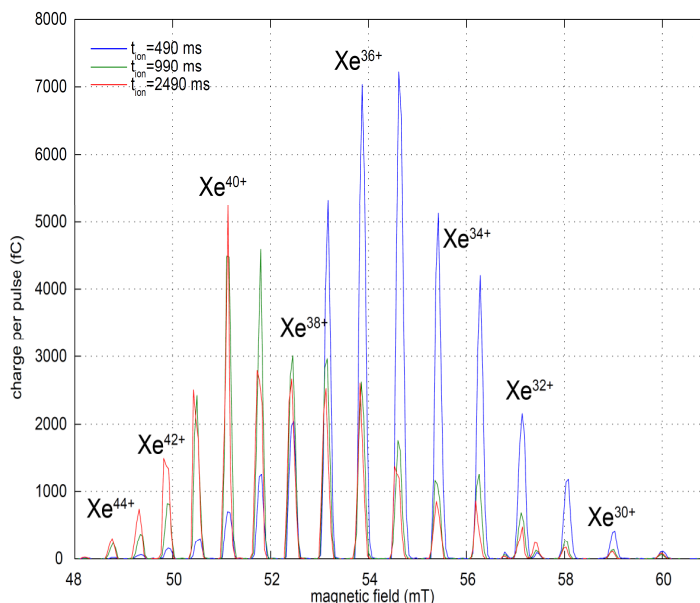
Metoda WDXRF stanowi komplementarną metodę badawczą do stosowanych w Instytucie Fizyki UJK innych metod spektroskopii rentgenowskiej. Wykorzystanie spektrometru AXIOS umożliwia ilościową analizę składu pierwiastkowego badanych próbek w szerszym zakresie liczb atomowych określanych pierwiastków.

Status akceleratora EBIS-A przeznaczonego do badań oddziaływania wysokoładowanych jonów z materia^{*)}[2]

D. Banaś, J. Braziewicz, J. Semaniak, D. Sobota i M. Pajek

W 2010 roku w Instytucie Fizyki UJK uruchomiony został akcelerator EBIS-A (*Electron Beam Ion Source*) skonstruowany przez firmę Dreebit GmbH, a przeznaczony do badań oddziaływań niskoenergetycznych ($E \sim \text{keV}$) jonów w wysokich stanach ładunkowych (do $q \sim 50+$) z materia. Urządzenie składa się ze źródła jonów typu EBIT (*Electron Beam Ion Trap*) z magnesem stałym, układu optyki i diagnostyki wiązki, podwójnie ogniskującego magnesu dipolowego 90° , uniwersalnej komory eksperymentalnej oraz systemu ultra-wysokiej próżni (UHV $\sim 10^{-10}$ mbar). Akcelerator EBIS-A daje szerokie możliwości prowadzenia eksperymentów zarówno w źródle jonów EBIT (procesy jonizacji/rekombinacji w plazmie, fragmentacja molekuł) jak i oddziaływania wyprowadzonej wiązki jonów w określonym stanie ładunkowym z materia (nanostruktury powierzchniowe). Unikalnym aspektem tego urządzenia jest możliwość badania oddziaływań z powierzchnią w warunkach dominacji energii potencjalnej nad energią kinetyczną padających jonów. Badania te prowadzone będą poprzez obserwację emitowanego promieniowania rentgenowskiego. Przygotowany został program badawczy akceleratora EBIS-A, obejmujący eksperymenty z zakresu fizyki atomowej, molekularnej i fizyki powierzchni oraz badania interdyscyplinarne z pogranicza fizyki i biologii.

Źródło jonów typu EBIT może dostarczać do eksperymentów wiązki całkowicie zjonizowanych lekkich atomów oraz kilku-elektronowe jony cięższych atomów. Maksymalna energia elektronów i prąd wiązki elektronicznej w źródle wynoszą odpowiednio 25 keV i 200 mA, a wiązka jonów może być wytwarzana w modzie impulsowym (AC) lub ciągłym (DC) stosując napięcie przyspieszające do 30 kV. Typowe intensywności wiązek dla lekkich jonów w modzie ciągłym wynoszą około 10^{10} jonów/s dla H^+ oraz 8×10^8 jonów/s dla C^{6+} , natomiast w modzie impulsowym, dla jonów Xe^{46+} około 10^5 jonów/s.



Zmierzony rozkład stanów ładunkowych wiązki jonów Xe^{q+} dla trzech różnych czasów jonizacji w źródle EBIT.

Jesienią 2010 roku po zainstalowaniu urządzenia zostały przeprowadzone pierwsze testy, w których zmierzono rozkłady stanów ładunkowych wiązki jonów Xe^{q+} na tarczy w komorze eksperymentalnej dla różnych czasów jonizacji w źródle EBIT (patrz rysunek).

*) Praca jest finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Grantu nr N N202 463539. Urządzenie EBIS-A zostało zakupione dzięki finansowemu wsparciu Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Program Operacyjnego "Innowacyjna Gospodarka" (kontrakt nr WNP-POIG.02.02.00-26-023/08).

Analiza fazowa materiałów metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej

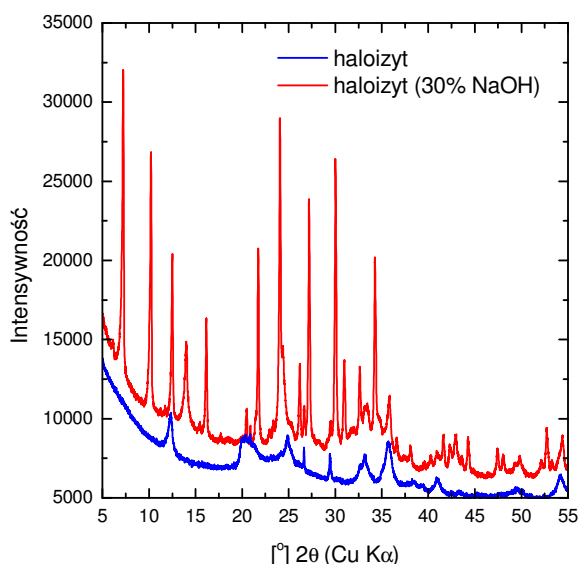
*D. Banaś, J. Braziewicz, A. Kubala-Kukuś, U. Majewska, M. Pajek,
K. Wilamowski¹⁾, P. Słomkiewicz¹⁾ i B. Szczepanik¹⁾*

Dyfrakcja rentgenowska XRD jest techniką umożliwiającą badanie struktury ciał krystalicznych – kryształów i polikryształów – pozwalającą m.in. na wyznaczenie ich składu fazowego. Metodą XRD powszechnie badane są metale i ich stopy, materiały geologiczne, farmaceutyki i materiały ceramiczne. Wykorzystuje ona efekt dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na periodycznej strukturze ciał krystalicznych. W metodzie proszkowej XRD rezultatem są dyfraktogramy odzwierciedlające strukturę krystaliczną wszystkich składników (faz) badanego materiału.

W 2010 roku w Instytucie Fizyki uruchomione zostało nowe urządzenie badawcze: uniwersalny dyfraktometr rentgenowski X'Pert Pro MPD firmy Panalytical. Urządzenie to wyposażone jest w lampę rentgenowską o mocy 1.8 kW z anodą Cu która umożliwia liniowe i punktowe ogniskowanie wiązki. Do pomiaru promieniowania X, które uległo dyfrakcji na próbce wykorzystywany jest krzemowy detektor paskowy o wymiarach 15x9 mm i 128 paskach. Zastosowany w dyfraktometrze goniometr o rozdzielczości kątowej 0.001° umożliwia dowolną konfigurację układu źródło-próbka-detektor, w tym geometrię Bragga-Brentano i pomiary pod bardzo małymi kątami. Goniometr jest wyposażony w stół refleksyjno-transmisyjny z obrotem próbki oraz uniwersalny stół pięcioosiowy umożliwiający ruch w płaszczyźnie X, Y, Z oraz pochylenie i obrót próbki. Niewątpliwą zaletą dyfraktometru X'Pert Pro MPD są trzy, wymienne konfiguracje sprzętowe (system ProFIX), umożliwiające oprócz klasycznych badań dyfrakcyjnych, analizy fazowej metodą proszkową (XRPD) w geometrii Bragga-Brentano i z wiązką równoległą, również niskokątową dyfrakcję rentgenowską (GIXRD), reflektometrię (XRR) i mikrodyfrakcję rentgenowską (μ XRD).

Pierwsze pomiary przeprowadzone z wykorzystaniem dyfraktometru dotyczyły analizy fazowej metodą proszkową XRD próbek haloizytów wydobywanych w odkrywkowej Kopalni „Dunino” koło Legnicy. Haloizyt jest minerałem powszechnie stosowanym w ochronie środowiska i przemyśle jako materiał sorpcyjny w biofiltrach czy koagulant do oczyszczania wody i ścieków. Zawarte w haloizycie nanorurki o średnicy kilkudziesięciu nanometrów i długości kilku mikrometrów znakomicie nadają się do stosowania w nanotechnologiach. Są kilkadziesiąt razy tańsze od węglowych, cechują się również niewielką wrażliwością na wpływ temperatury oraz wyjątkową odpornością chemiczną. Rosnące zastosowania haloizytów stymulują badania nad jego własnościami i wpływem substancji chemicznych na jego strukturę, do czego doskonale nadaje się metoda XRD.

¹⁾Instytut Chemii UJK



Porównanie dyfraktogramów próbek haloizytów: próbki nie modyfikowanej chemicznie oraz próbki płukanej w 30% roztworze wodorotlenku sodu.

Rekombinacja radiacyjna jonów z elektronami w zimnej, namagnesowanej plazmie

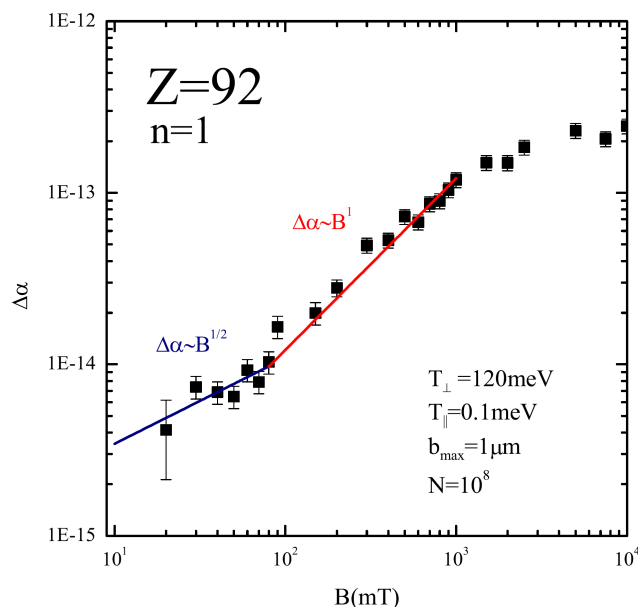
*M. Pajek, D. Banaś, C. Brandau¹⁾, A. Gumberidze^{1,2)}, P. Jagodziński³⁾,
Ch. Kozhuharov¹⁾, A. Surzhykov⁴⁾ i Th. Stöhlker^{1,4)}*

W ostatnich latach efekt wzmocnienia szybkości rekombinacji radiacyjnej (RR) jonów z elektronami w procesie chłodzenia elektronowego w pierścieniach akumulacyjnych był przedmiotem szerokich badań teoretycznych. W badaniach tych, jako przyczynę obserwowanego wzmocnienia, rozważano przede wszystkim rekombinację radiacyjną do wysokich stanów rydbergowskich, co nie dawało jednak spójnego opisu rezultatów dotychczasowych eksperymentów.

Kierując się wynikami przeprowadzonego niedawno przez naszą grupę eksperymentu, w którym po raz pierwszy zaobserwowano wzmocnienie rekombinacji radiacyjnej do powłoki K jonów U^{92+} , zaproponowaliśmy nową interpretację tego efektu, która wyjaśnia wzmocnienie jako rezultat „poprzecznych” zderzeń o dużym parametrze zderzenia, rzędu μm , w zimnej namagnesowanej i asymetrycznej plazmie w chłodnicy elektronowej.

Rozwinięciem tej idei jest zaproponowany uproszczony półklasyczny model teoretyczny SGM (Semiclassical Geometrical Model) w którym trajektoria elektronu w polu magnetycznym opisywana jest klasycznie, a RR opisywana jest geometrycznie poprzez „całkowicie absorbującą” sferę o promieniu wyznaczonym z obliczeń kwantowych.

Korzystając z modelu SGM pokazaliśmy, że wzmocnienie radiacyjnej rekombinacji w polu magnetycznym jest spowodowane przez zderzenia z maksymalnym parametrem zderzenia (cut-off) zależnym od natężenia pola magnetycznego B w chłodnicy elektronowej. Pokazaliśmy również, że model SGM bardzo dobrze opisuje rezultaty wcześniejszych eksperymentów przeprowadzonych w TSR oraz GSI (patrz rysunek) oraz przewiduje silniejsze wzmocnienie współczynnika RR dla powłoki K, co zostało zaobserwowane we wspomnianym wcześniej eksperymencie przeprowadzonym w GSI.



Zależność wzmocnienia szybkości radiacyjnej rekombinacji jonów U^{92+} z elektronami w chłodnicy elektronowej uzyskana z symulacji Monte-Carlo bazujących na zaproponowanym modelu SGM.

¹⁾ GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany

²⁾ Extreme Matter Institute, Darmstadt, Germany

³⁾ Department of Physics, University of Technology, Kielce, Poland

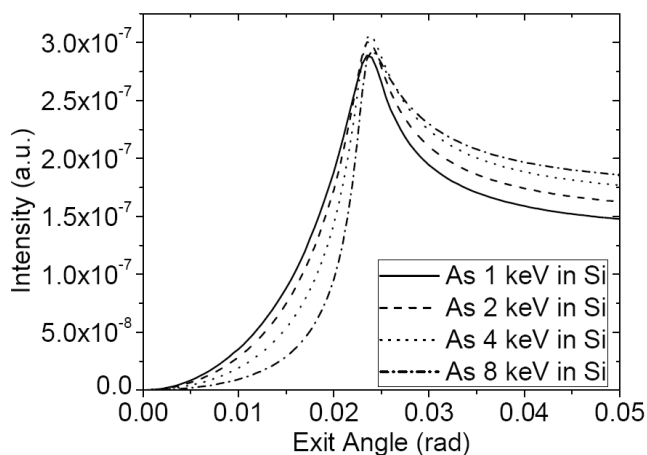
⁴⁾ Physikalisches Institut der Universität Heidelberg, Germany

Badanie profili głębokościowych domieszek implantowanych w Si i Ge metodą GEXRF ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym

Y. Kayser¹⁾, J.-Cl. Dousse¹⁾, J. Hozzowska¹⁾, W. Cao¹⁾, S. Nowak¹⁾,
M. Pajek, D. Banaś, A. Kubala-Kukuś i P. Jagodzinski²⁾

Redukcja rozmiarów układów elektronicznych do nanometrowej skali wymaga precyzyjnego kontrolowania rozkładów przestrzennych domieszek w materiałach półprzewodnikowych. Mniejsze rozmiary układów powodują konieczność badania rozkładów domieszek w warstwach powierzchniowych, na głębokości kilku nanometrów. Tak płytkie rozkłady uzyskuje się implantując materiały półprzewodnikowe jonami o energii rzędu kilku keV. Dodatkowo, dla ustalonej energii implantacji, płytsze rozkłady otrzymuje się w przypadku półprzewodników o większej gęstości, na przykład w Ge w porównaniu z Si. Pierwsze pomiary profili głębokościowych domieszek implantowanych w materiałach półprzewodnikowych wykorzystując metodę niskokątowej rentgenowskiej analizy

fluorescencyjnej (GEXRF) wykonano dla próbek Si implantowanego jonami Al. Profile głębokościowe Al uzyskano przez pomiar zależności intensywności emitowanej linii fluorescencyjnej Al-K α od kąta emisji w obszarze kąta krytycznego. Kształt profili głębokościowych zdeterminowany był przez energię jonu (patrz rysunek). W kolejnym etapie badania rozszerzono implantując próbki Si i Ge różnymi jonami przy różnej energii implantacji. Zależności kątowe wyznaczono metodą GEXRF dla linii Si-K α oraz P-K α , a także linii L α Ge, Ga, As, In i Sb. Pomiary przeprowadzono w ESRF w Grenoble na wiązce ID21. Energia promieniowania synchrotronowego zależała od analizowanej linii fluorescencyjnej i wynosiła odpowiednio 2150 eV lub 4150 eV. Widma rejestrowano przy pomocy spektrometru krystalicznego von Hamosa o wysokiej zdolności rozdzielczej (~ 1 eV). W układzie zainstalowano dodatkowo polikapilarę ogniskującą na próbce wiązkę pierwotną do rozmiaru ~ 50 μ m. Zmierzono następujące profile: P w krzemie implantowanym przy energii 0.5, 1, 2, 4 keV, As w krzemie (0.5, 1, 2, 4, 8 keV), As w germanie (1, 2, 4 keV), Ga w germanie (1, 2 keV), In w krzemie (1, 2 keV) oraz Sb w krzemie (1, 2 keV). Energie implantacji odpowiadały głębokościom profili w zakresie od 1.7 do 10 nm. Dawka implantacji zawierała się w zakresie od $5 \cdot 10^{14}$ do $5 \cdot 10^{15}$ atomów/cm². Zmierzone zależności kątowe intensywności linii fluorescencyjnych umożliwiły odtworzenie profili głębokościowych jonów implantowanych w krzemie i w germanie dla diskutowanych energii implantacji.



Zależności kątowe intensywności linii fluorescencyjnej As-L α wzbudzonej promieniowaniem synchrotronowym w Si implantowanym jonami As dla różnych energii implantacji jonów.

Otrzymane wyniki demonstrują możliwość zastosowania metody GEXRF do badania profili głębokościowych jonów implantowanych w materiałach półprzewodnikowych, w szczególności w zakresie nanometrowych głębokości.

¹⁾ Department of Physics, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland

²⁾ Politechnika Świętokrzyska, Kielce

ZAKŁAD FIZYKI MOLEKULARNEJ

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 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.

W zakładzie prowadzone są także prace dotyczące 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.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

Zestawy do demonstracji podstawowych zjawisk fizycznych.

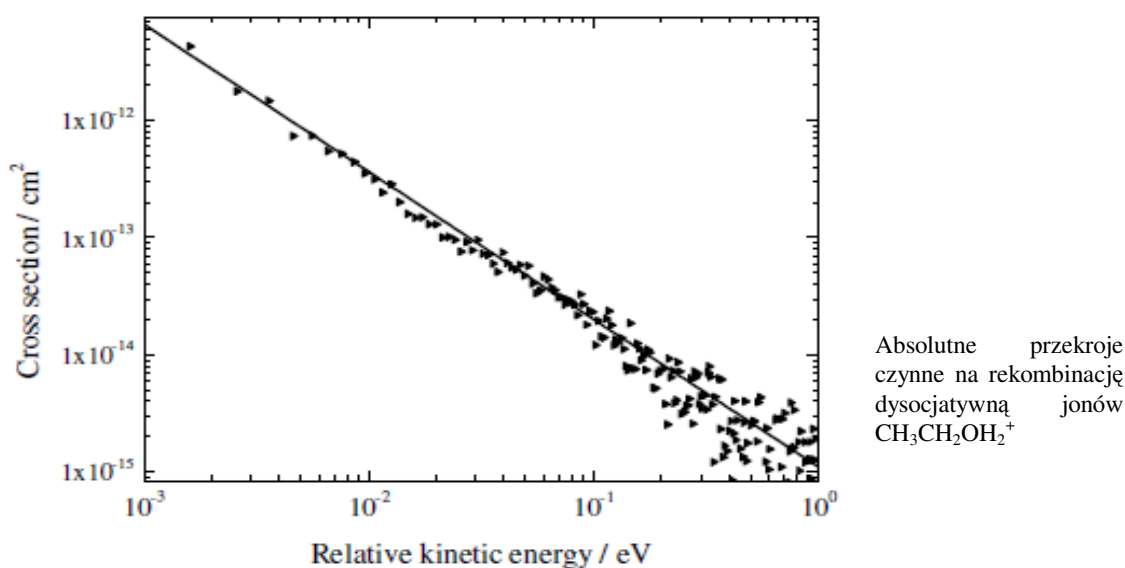
Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

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

Badanie procesów rekombinacji dysocjatywnej wybranych, wieloatomowych jonów molekularnych^[33-36]

Jacek Semaniak i Magdalena Kamińska

Skład chemiczny ośrodków, w których występuje nisko-temperaturowa plazma określają różne procesy wpływające na kompozycję zjonizowanych i neutralnych składników. Jednym z tych procesów, prowadzącym do zmniejszenia koncentracji ładunku w obłokach międzygwiazdowych, jonosferach planetarnych, komach komet, plazmie płomieniowej i brzegowych obszarach tokamaków jest rekombinacja dysocjatywna. W wyniku zderzenia jonu molekularnego ze swobodnym elektronem dochodzi do dysocjacji powstałej molekuly na neutralne fragmenty. Znajomość względnego tempa formowania różnych neutralnych fragmentów jest niezbędna do tworzenia modeli opisujących budowę, właściwości oraz ewolucje ośrodków astrofizycznych.



Eksperymenty dotyczące badania rekombinacji dysocjatywnej jonów CH_5^+ , CD_5^+ , CH_3CHO^+ , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CNH}^+$, $\text{CD}_3\text{OCD}_2^+$, $(\text{CD}_3)_2\text{OD}^+$, CD_3CDOD^+ , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_2^+$ i DCOOD_2^+ zostały przeprowadzone na wiązce pierścienia akumulacyjnego CRYRING w Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie, Szwecja.

Wykonano pomiary absolutnych przekrojów czynnych na rekombinację dysocjatywną powyższych jonów w zakresie energii poniżej 1 eV. Zmierzono również prawdopodobieństwa rozgałęzień dla różnych kanałów dysocjacji wymienionych jonów przy zerowej energii zderzenia. Przy pomocy detektora pozycyjnie czułego zbadano dynamikę rozpadu trzyciałowego w reakcji $\text{CH}_5^+ + e^- \rightarrow \text{CH}_3 + \text{H} + \text{H}$ i stwierdzono, że rozpad zachodzi w sposób sekwencyjny, czyli fragmentacja zachodzi najpierw przez kanał $\text{CH}_4^* + \text{H}$, a dopiero w drugim kroku przez $\text{CH}_3 + \text{H} + \text{H}$.

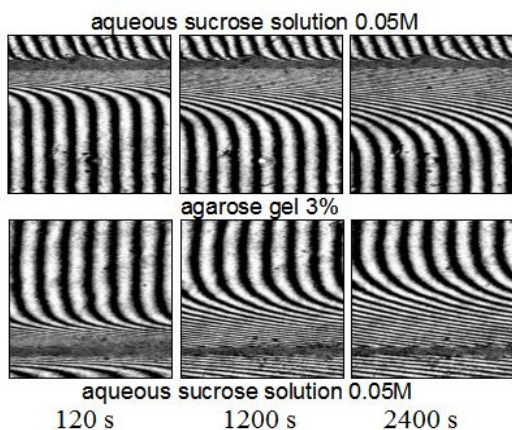
Nowo otrzymane wyniki dla protonowanego kwasu mrówkowego DCOOD_2^+ zostały zastosowane w modelowaniu ciemnych obłoków międzygwiazdowych. Obliczone przy użyciu uaktualnionej bazy reakcji koncentracje cząsteczek HCOOH zgadzają się z koncentracjami obserwowanymi w obłoku molekularnym TMC-1.

Badania transportu substancji w hydrożelach^[32]

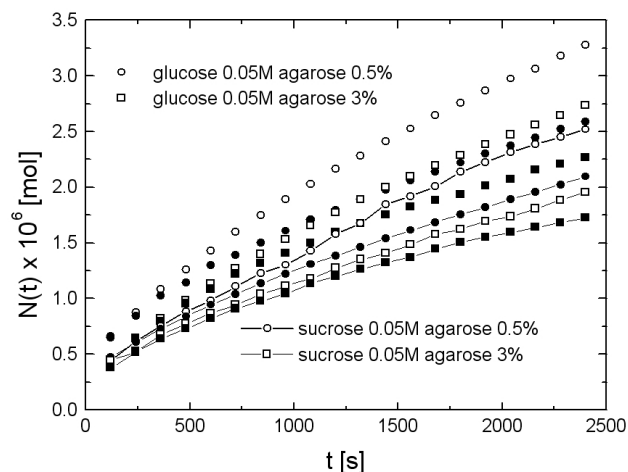
S. Wąsik, M. Arabski¹⁾, K. Dworecki, W. Kaca¹⁾, A. Ślęzak²⁾

Dyfuzyjny transport substancji jest obecnie zjawiskiem szeroko badanym przez fizyków i inżynierów. Odgrywa on również kluczową rolę w wielu procesach biologicznych. Interesujący jest przypadek, gdy substancje dyfundują w zewnętrznym polu sił np. w polu grawitacyjnym. Wpływ tego pola jest szczególnie zauważalny w układach biologicznych, gdy warunki grawitacyjne zostają zmienione.

Bezpośrednie zbadanie wpływu pola grawitacyjnego na transport substancji w prostym eksperymencie z zastosowaniem roztworów wodnych jest niemożliwe ze względu na pojawiające się w układzie niestabilności hydrodynamiczne spowodowane konwekcją. Nowe możliwości badawcze daje zastosowanie hydrożeli ze względu na ich właściwości tłumienia zaburzeń konwekcyjnych. Ponadto własność zachowania kształtu przez odpowiednio stężony roztwór żelowy pozwala wykonać eksperyment bez konieczności stosowania membrany. Pozwala również na bezpośrednie określenie wpływu samej membrany na transport substancji w układzie membranowym.



Rys. 1. Interferogramy otrzymane dla dwóch odwrotnych konfiguracji grawitacyjnych układu przy zastosowaniu 0.05 M wodnego roztworu sacharozy i 3% żelu agarozowego.



Rys. 2. Ilość glukozy i sacharozy wnikającej do 0.5% i 3% bloku agarozowego z roztworu wodnego o stężeniu 0.05M zgodnie i przeciwnie do siły grawitacji (punkty łączone linią).

Wykonano interferometryczne badania transportu substancji w układzie zgodnie i przeciwnie do siły grawitacji z zastosowaniem żelu agarozowego o stężeniach 0.5% i 3% oraz wodnych roztworów glukozy i sacharozy o stężeniu 0.05M. Badania te potwierdziły dobre własności „antykonwekcyjne” żelu agarozowego wzrastające wraz z jego stężeniem. Przeprowadzone pomiary wykazały również zauważalne różnice w ilości transportowanej substancji, wartościach strumieni oraz ewolucji pola stężeniowego dla obydwu badanych konfiguracji grawitacyjnych układu.

¹⁾Zakład Mikrobiologii, Instytut Biologii UJK

²⁾Zakład Biofizyki, Politechnika Częstochowska

ZAKŁAD FIZYKI JĄDROWEJ

Skład osobowy

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

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy (1) zderzeń jąder atomowych przy wysokich energiach oraz (2) fenomenologicznego opisu fluktuacji i korelacji w procesach produkcji wielorodnej.

- 1) Badania wiążą się z udziałem eksperymentach NA49 i NA61 wykonywanych przy akceleratorze SPS w Europejskim Centrum Badań Jądrowych (CERN) w Genewie. Celem badań jest poznanie własności ekstremalnie gęstej i gorącej materii powstającej w wyniku zderzeń jąder atomowych. Chodzi tu w szczególności o tzw. plazmę kwarkowo-gluonową. Wiele uwagi poświęca się nierównowagowym aspektom zderzenia, opisowi zjawisk kolektywnych, fluktuacji i korelacji.
- 2) Celem prowadzonych badań jest znalezienie modeli opisujących fluktuacje i korelacje w procesach produkcji wielorodnej. Badania koncentrują się na próbach znalezienia opisu danych eksperymentalnych. Ważnym kierunkiem badań są zastosowania nieekstensywnej statystyki (statystyki z fluktuującym parametrem skalowania) do opisu procesów stochastycznych.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa
Instytut Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego, Kraków
Europejskie Centrum Badań Jądrowych (CERN), Genewa, Szwajcaria
Instytut Fizyki Jądrowej Uniwersytetu im J. Goethego, Frankfurt nad Menem, Niemcy

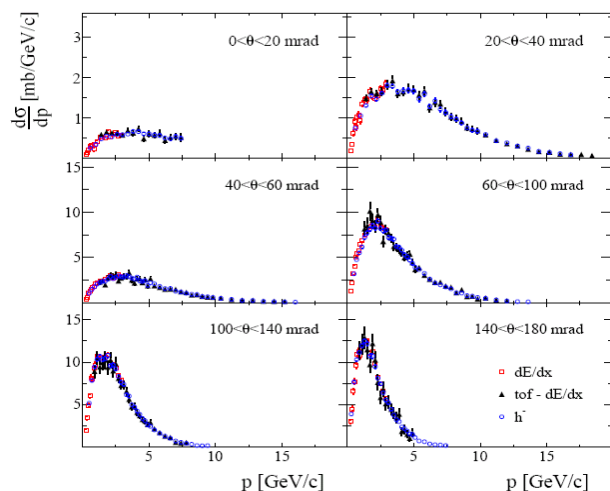
Produkcja hadronów w zderzeniach jądrowych przy CERN SPS - eksperyment NA61/SHINE

M. Gaździcki, St. Mrówczyński, M. Rybczyński, P. Seyboth, G. Stefanek,
Z. Włodarczyk, A. Wojtaszek-Szwarc i kolaboracja NA61

Badania prowadzone w ramach eksperymentu NA61/SHINE mają trzy naukowe cele:

- poszukiwanie punktu krytycznego materii podlegającej oddziaływaniom silnym oraz badanie własności produkcji hadronów przy progu na powstawanie plazmy kwarkowo-gluonowej w oddziaływaniach relatywistycznych jonów;
- uzyskanie precyzyjnych danych dotyczących zderzeń protonów z protonami i protonów z jądrami atomowymi, które stanowiąc będą punkt odniesienia dla pomiarów dotyczących zderzeń jądro-jądro;
- uzyskanie precyzyjnych danych dotyczących zderzeń hadronów z jądrami atomowymi niezbędnych do modelowania procesów, w których produkowane są neutrino, oraz opisu oddziaływań promieni kosmicznych w atmosferze ziemskiej.

Eksperyment NA61 jest sukcesorem prowadzonego w CERN eksperymentu NA49. Układ eksperymentalny wykorzystuje detektor NA49 ze znacznymi jednak modyfikacjami. Najważniejsze to dodatkowy detektor TOF pokrywający obszar wokół wiązki akceleratora SPS oraz kalorymetr PSD (*Projectile Spectator Detektor*), który zastąpi dotychczasowy kalorymetr mierzący fragmenty pocisku i cząstki lecące pod małymi kątami. Zmianie uległa również elektronika detektora, dzięki czemu uzyskano kilkakrotnie większą wydajność rejestracji przypadków. Nowy detektor TOF został zbudowany i wykorzystany podczas zbierania danych w roku 2007. Elektronikę odczytu i system akwizycji danych zmieniono i przetestowano podczas *runu* w roku 2008. W roku 2010 zebrano 10 mln zderzeń p+C z wykorzystaniem tarczy będącej repliką tarczy eksperymentu T2K o długości $L=90\text{cm}$. Zebrano również 45mln przypadków zderzeń p+p przy energii wiązki 158GeV przeznaczonych do analizy efektów przy dużym pędzie poprzecznym. Przeprowadzono testowe pomiary zderzeń p+p przy energii wiązki 13GeV dla celów programu jonowego. Potwierdzono możliwość korzystania na linii H2 z wtórnych wiązek pochodzących z fragmentacji jonów Pb wiązki pierwotnej. W roku 2010 wykonano także większość kroków kalibracyjnych dla danych zebranych w roku 2009.



Dane zebrane w roku 2007 (zderzenia p+C z cienką tarczą) zostały już przeanalizowane i wyznaczono różniczkowe przekroje czynne na produkcję pionów naładowanych, które są niezbędne do precyzyjnego modelowania wiązki neutrino w eksperymencie T2K, co z kolei umożliwi lepsze zrozumienie mechanizmu mieszania się neutrino różnych typów. We wszystkich pracach aktywnie uczestniczy grupa z UJK

Różniczkowy przekrój czynny na produkcję mezonów π^{\pm} w funkcji pędu cząstek w kilku wąskich przedziałach kąta emisji θ .

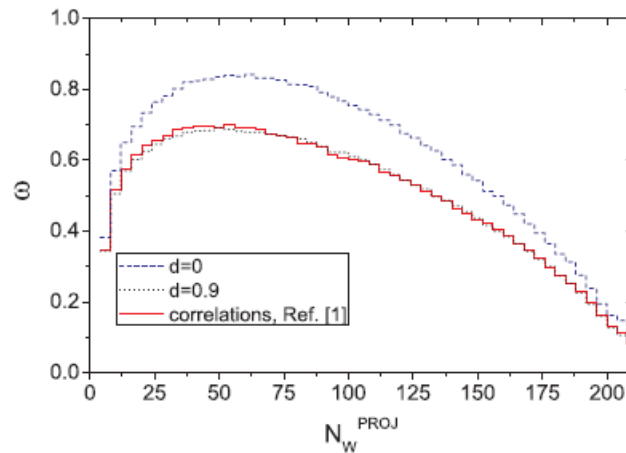
Korelacje nukleon-nukleon w glauberowskich modelach zderzeń ciężkich jonów^[17]

W. Broniowski¹⁾ i M Rybczyński

Jądro atomowe znacznie bardziej przypomina samo-oddziaującą ciecz niż gaz Fermiego nieoddziałujących cząstek, co dla prostoty często zakłada się podczas analizy zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów. W związku z tym niezwykle istotne jest poprawne modelowanie korelacji w początkowej konfiguracji nukleonów w zderzającym się jądrze.

Ostatnio Alvioli, Drescher i Strikman wygenerowali rozkłady nukleonów w jądrze atomowym zawierające centralne dwuciałowe korelacje nukleon-nukleon. Użyta procedura opierała się na algorytmie Metropolisia poszukiwania konfiguracji nukleonów spełniających ograniczenia wynikające z korelacji nukleon-nukleon w postaci gaussowskiej.

Przeanalizowano wpływ tychże centralnych dwuciałowych korelacji nukleon-nukleon na niektóre wielkości obserwowane w zderzeniach relatywistycznych jonów. Przy pomocy symulacji Monte-Carlo pokazano, że podstawowe miary korelacyjne obserwowane w zderzeniach relatywistycznych ciężkich jonów, jak: fluktuacje ekscentryczności, fluktuacje rozmiaru początkowego czy fluktuacje liczby źródeł produkujących cząstki wtórne są czułe obecność korelacji nukleon-nukleon na poziomie 10-20%. Co więcej, pokazaliśmy, że realistyczna (gaussowska) funkcja korelacji prowadzi do nierozróżnialnych wyników w porównaniu ze standardowo używanym do opisu oddziaływań modelem twardego rdzenia o rozmiarze $d=0.9$ fm.



Skalowana wariancja rozkładu liczby źródeł produkujących cząstki wtórne jako funkcja liczby zranionych nukleonów z pocisku w zderzeniach $^{208}\text{Pb}+^{208}\text{Pb}$

Na rysunku pokazano zależność skalowanej wariancji ω rozkładu liczby źródeł produkujących cząstki od liczby nukleonów z jądra pocisku uczestniczących w zderzeniu. W przypadkach: $d=0$ fm (brak korelacji), $d=0.9$ fm oraz z korelacjami nukleon-nukleon. Widać znaczące, około 20% zmniejszenie wartości ω gdy obecne są korelacje nukleon-nukleon. Jednakże nie ma praktycznie żadnej różnicy między, realistycznymi, gaussowskimi korelacjami a tymi modelowanymi przez odpychający twarde rdzeń.

Metoda Alvioli, Dreschera i Strikmana jest na tyle ogólna, że pozwala na generowanie rozkładów nukleonów zawierających nie tylko centralne, dwuciałowe korelacje ale też np. korelacje izospinowe czy przyciągające na bliskich dystansach. Jednakże, wydaje się, że do analizowania opisywanych powyżej miar korelacyjnych wystarczy używać generatorów Monte-Carlo zawierających model twardego rdzenia.

¹⁾ również Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie.

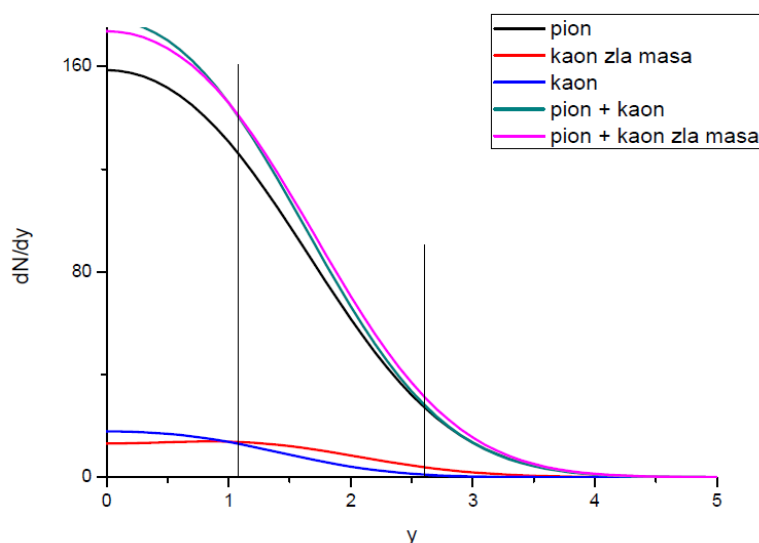
Wpływ przypisywania masy pionu wszystkim cząstkom na rozkłady pośpieszności w zderzeniach Pb +Pb przy energii 158A GeV

Agnieszka Wojtaszek-Szwarc

Ponieważ identyfikacja typu cząstek produkowanych w zderzeniach wysokiej energii jest często trudna, a czasem wręcz niemożliwa, ogólnie przyjętą przez eksperymentatorów metodą analizy różnych charakterystyk takich jak rozkłady krotności, pędu czy pośpieszności jest traktowanie wszystkich cząstek produkowanych w zderzeniu jak piony. Metoda jest w przybliżeniu poprawna, gdyż większość cząstek produkowanych w zderzeniach stanowią właśnie piony. Ponadto, gdy analiza prowadzona jest w niezbyt szerokich przedziałach pędu poprzecznego to przypisanie cięższej cząstce masę pionu powoduje, że jej pęd poprzeczny nie mieści się w danym przedziale i cząstka taka nie jest uwzględniana w analizie. Tak się dzieje w przypadku protonów, jednak przypisanie masy pionu lżejszym cząstkom np. kaonom może nie spowodować wystarczającego wzrostu pędu poprzecznego, a co za tym idzie mogą one zostać wzięte do analizy. Zachodzi więc pytanie jaki takie cząstki z błędnie przypisaną masą będą miały wpływ na rozkład pośpieszności produkowanych cząstek?

W celu sprawdzenia, wpływu kaonów z błędnie przypisaną masą pionu na rozkład pośpieszności została przeprowadzona przy użyciu symulatora HIJING analiza rozkładów pośpieszności pionów, kaonów i kaonów z błędnie przypisaną masą pionu. Symulacja została przeprowadzona dla ujemnie naładowanych cząstek produkowanych w zderzeniach Pb+Pb przy energii 158 GeV na nukleon w zakresie rapidity 4 – 5,5 i zakresie pędu poprzecznego od 0,005 GeV/c do 1,5 GeV/c. Wybrana energia zderzenia odpowiada rzeczywistej energii zderzeń ołów–ołów badanych w eksperymencie NA49, a przedziały pędu poprzecznego i pośpieszności są zgodne z przedziałami, w których akceptacja układu eksperymentalnego jest największa.

Na rysunku pokazane są rozkłady pośpieszności cząstek wygenerowanych przy użyciu symulatora HIJING. Jak widać, błędne przypisanie masy pionu kaonom ma wpływ na szerokość rozkładu pośpieszności. Tak więc metodę przypisywania wszystkim hadronom masy pionu należy stosować z ograniczonym zaufaniem.



Rozkłady pośpieszności cząstek ujemnych produkowanych w zderzeniach Pb+Pb przy energii 158A GeV wygenerowanych z użyciem symulatora HIJING. Czarna linia – rozkład pionów, ciemnoniebieska linia – rozkład kaonów, jasnoniebieska linia rozkład dla pionów i kaonów razem, czerwona linia – rozkład dla kaonów, którym została przypisana masa pionów, fioletowa linia – zsumowany rozkład pośpieszności pionów i kaonów z przypisaną masą pionu.

ZAKŁAD ASTROFIZYKI

Skład osobowy

Dr hab. Piotr Flin - kierownik zakładu,
dr Janusz Krywult, dr Paweł Kankiewicz, dr 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:

Kalinenkow Astronomical Observatory, Nikolaev State University, Nikolaev, Ukraine
Odessa National University, Department of Astronomy, Odessa, Ukraine
Instytut Fizyki, Uniwersytet Opolski, Opole

Testowanie ambartsumianowskiej idei powstawania galaktyk^[10]

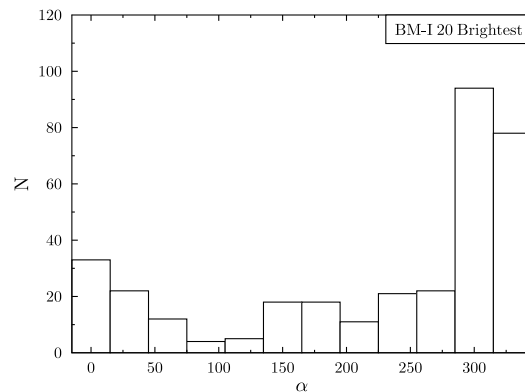
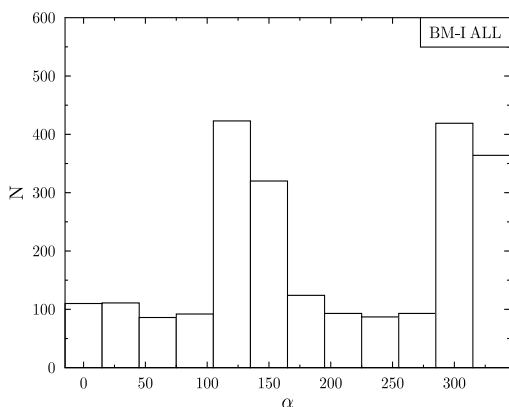
Monika Biernacka, Piotr Flin i Hayk Harutyunyan¹⁾

W ortodoksyjnym podejściu do powstawania struktur we Wszechświecie niestabilność grawitacyjna jest główną przyczyną ich powstawania. Rozważane są fluktuacje gęstości we wczesnym Wszechświecie, a Λ CDM czyli model ciemnej materii ze stałą kosmologiczną Λ stanowi zasadniczą koncepcję rozważań fizycznych. Mimo wielu sukcesów model ten nie tłumaczy wszystkich obserwowanych faktów; toteż rozważane są inne, nieortodoksyjne modele.

W kosmogonii Ambartsumiana (1908-1996) z nadzwyczaj gęstych jąder pierwotnych protogalaktyk zostaje wyrzucona skondensowana materia, stanowiąca budulec dla nowo powstałych galaktyk. Droga eksplozji powstają kolejne galaktyki. Mechanizm ten jest zbliżony do eksplozywnych teorii powstawania struktur, które powstały znacznie później, jako konkurencja dla CDM. Upřednio pokazaliśmy (np. Raport Roczny 2008), że rozkład eliptyczności gromad galaktyk wyznaczony dla struktury z wszystkich galaktyk w rozważanym przedziale jasności (próbka A) i wyznaczony z 20 najjaśniejszych galaktyk w tej gromadzie (próbka B) są różne. Struktury z małą liczbą galaktyk są bardziej eliptyczne niż cała gromada.

Obecnie analizowano tę samą co poprzednio statystycznie jednorodną próbkę 377 bogatych gromad galaktyk Abella. Badano położenia galaktyk wewnątrz gromady. Każdą gromadę podzielono na 12 sektorów o kącie 30° . Zliczano ilość galaktyk w poszczególnych sektorach. Zliczeń dokonano dwukrotnie, raz dla sektorów kołowych, drugi raz przyjmując eliptyczny kształt gromady i wtedy duża półoś służyła za początek układu odniesienia dla 12 sektorów. Okazało się, że w obu rodzajach sektorów rozkłady galaktyk próbek A i B były losowe. Tylko dla próbki A gromad galaktyk zawierających nadolbrzmią galaktykę cD zaobserwowano statystycznie istotną nadwyżkę zliczeń w sektorach o kątach $285^\circ - 345^\circ$, jak też w przedziałach $105^\circ - 165^\circ$. Próbka B miała tylko jedno maximum.

Wykryta anizotropia wskazuje na specjalną rolę galaktyk cD w ewolucji gromad, wpływając na anizotropowy rozkład galaktyk. Druga generacja obiektów wyrzuconych z cD zmniejsza początkową anizotropię, co jest zgodne z innymi faktami obserwacyjnymi, jak np. większą sferycznością struktur bogatych w galaktyki.



Rozkład galaktyk w gromadach typu cD dla próbki A i B (sektory w przypadku eliptycznych struktur).

¹⁾ V. Ambartsumian Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia

Własności morfologiczne galaktyk

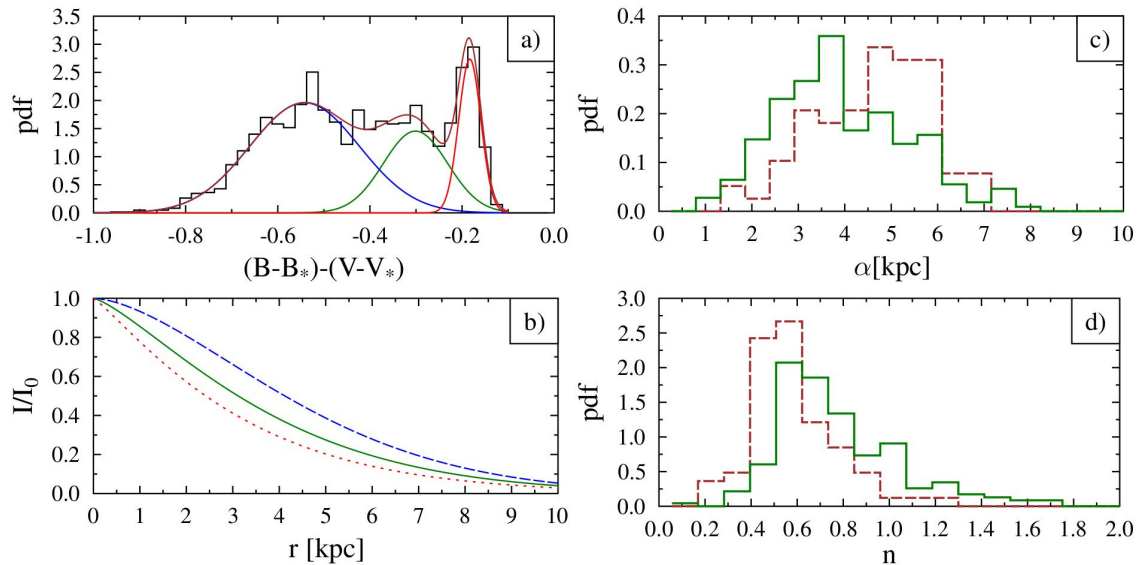
Janusz Krywult

Analizowano własności galaktyk w zależności od ich wieku. Podstawę danych stanowiły najnowsze obserwacje spektroskopowego przeglądu galaktyk VIPERS. Zostały one uzupełnione o parametry geometryczne obrazów galaktyk z fotometrycznego przeglądu CFHTLS T0005. Materiał badawczy obejmował około 20000 galaktyk. Wskaźnik barwy B-V galaktyk pozwolił na wydzielenie trzech populacji obiektów (Rys. a). Skrajne pozycje zajmują galaktyki wczesnych i późnych typów morfologicznych oraz środkowy obszar zwany zieloną doliną (podział jest przy B-V równym -0.40 i -0.25).

Kształty obiektów otrzymano z dopasowania danych fotometrycznych oraz geometrycznych do profilu Sersica $I(r)=I_0\exp(-(r/a)^{1/n})$. W populacji obiektów bliskich, dla $z \approx 0.7$, wartości parametru nachylenia profilu n i rozmiaru charakterystycznego a zmieniają się systematycznie przy przejściu od galaktyk wczesnych typów morfologicznych do typów późnych. Wyniki wskazują na różnice budowy galaktyk w trzech badanych populacjach (Rys. b).

Zbadano również galaktyki z obszaru środkowego (zielona dolina) histogramu B-V. W tym przypadku jest wyraźna różnica w wartościach średnich parametru a (Rys. c). Jest on większy dla obiektów o przesunięciach ku czerwieni ≈ 1.1 . Mniejsze, ale nadal statystycznie istotne, są różnice wartości parametru nachylenia n profilu w próbce galaktyk bliskich i dalekich (Rys. d). Stwierdzono, że obiekty położone dalej są zdominowane przez galaktyki wczesnych typów o wolniej spadającej, szczególnie w części centralnej o rozmiarze do 4 kpc, jasności niż ma to miejsce w galaktykach bliższych, w których dominują struktury dyskowe.

Badania wykazały skorelowanie parametru jasności centralnej I_0 ze współczynnikiem nachylenia profilu. Obiekty o większej wartości n , a więc wolniejszym spadku jasności mają również mniejszą jasność w części centralnej, z nieznacznym rozróżnieniem dla obiektów bliskich i dalekich. Stwierdzone różnice odzwierciedlają zmiany ewolucyjne galaktyk.



a) Histogram B-V badanych galaktyk. b) Profile jasności galaktyk populacji bliskiej w trzech analizowanych obszarach. c), d) Histogramy parametru a oraz n galaktyk z zielonej doliny; linia ciągła - obiekty bliskie o $z \approx 0.7$, linia przerywana - obiekty o $z \approx 1.1$.

Dynamika małych ciał Układu Słonecznego^[13,14]

Paweł Kankiewicz

Zebrano i opublikowano wyniki badań dynamicznych małych ciał (planetoid) poruszających się orbitach wstecznych. Zaprezentowano zestawienie dynamiki tych obiektów z uwzględnieniem propagacji błędów obserwacyjnych. Uwzględniono planetoidy o najlepiej udokumentowanych danych obserwacyjnych, z których część na etapie zbierania danych i obliczeń okazała się kometami. Omówiono możliwe przyczyny powstawania takich orbit oraz wiarygodność tych scenariuszy wobec propagacji błędów. Jednym z istotnych celów jest dowiązanie wyników do obserwacji i weryfikacja wiarygodności długookresowych symulacji numerycznych.

Osobno przeanalizowano przypadek planetoidy na orbicie wstecznej, mogącej zagrażać planetom wewnętrznym układu. Obiekt ten jest typowym przykładem planetoidy, która z dużym prawdopodobieństwem w przeszłości zmieniła ruch z prostego na wsteczny.

Wszystkie omówione obliczenia wykonano jako całkowanie numeryczne równań ruchu tysięcy tzw. cząstek testowych. Skala czasu tych obliczeń sięga miliona lat wstecz. W przyszłości obliczenia zostaną uzupełnione o nowo odkryte obiekty i poprawione elementy orbitalne. W obliczeniach wykorzystywany jest klaster komputerowy IF UJK.

Oprócz badań dynamicznych prowadzone są obserwacje na teleskopie 0.35m w Obserwatorium Astronomicznym UJK. W zagadnieniach dynamicznych zastosowanie znajduje astrometria komet i planetoid. Wykonywana jest także fotometria planetoid. Otrzymane rezultaty wskazują, że w obserwatorium można wykonywać większość typowych badań przeznaczonych dla małych teleskopów, także spoza zakresu tematyki małych ciał.

Teleskop bierze udział w programach fotometrii gwiazd zmiennych prowadzonych wspólnie przez różne obserwatoria. W 2010 roku opublikowano wyniki obserwacji fotometrycznych gwiazdy zmiennej zaćmieniowej FM Leo, które znalazły zastosowanie do wyznaczenia własności fizycznych tego układu. W OA obserwowano także superwybuch nowej karłowatej 1RXS J053234.9+624755. Obserwacje te w zestawieniu z pomiarami z innych ośrodków znalazły zastosowanie w analizie superwybuchu.

ZAKŁAD FIZYKI MEDYCZNEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Janusz Braziewicz – kierownik zakładu,
dr hab. Paweł Kukołowicz, dr Urszula Majewska, dr Kazimierz Dworecki,
dr Sławomir Wąsik, mgr Joanna Czub, mgr Józef Antosik, inż. Adam Markowski.

Tematyka badawcza

Badania prowadzone w zakładzie dotyczą: (1) zastosowania spektroskopii rentgenowskiej w badaniu koncentracji pierwiastków śladowych, (2) technik obrazowania stosowanych w diagnostyce medycznej i terapii, (3) badania oddziaływania promieniowania o wysokim liniowym transferze energii na jądro komórkowe oraz (4) procesów transportu w układach membranowych.

Ad 1) Badania bazują na posiadanej lampie rentgenowskiej wraz z aparaturą umożliwiającą stosowanie rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF) oraz analizy z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF). Metody te pozwalają określać koncentrację pierwiastków śladowych na poziomie ppm-ppb. We współpracy ze Świętokrzyskim Centrum Onkologii poszukuje się korelacji między stanami chorobowymi a koncentracją pierwiastków w tkankach. Metody spektroskopii rentgenowskiej wykorzystuje się też w archeologii, przy konserwacji zabytków, do monitorowania procesu wytwarzania kryształów dla mikroelektroniki i optoelektroniki.

Ad 2) Opracowuje się procedury diagnostyczne stosowane w planowaniu leczenia i procedury dozymetryczne dla terapii nowotworów fotonami i elektronami. Wyniki tych badań są wykorzystywane są 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.

Ad 3) Badania koncentrują się na ocenie skutków działania ciężkich jonów węgla lub neonu o liniowym przekazie energii około 400-1600 keV/um na materiał biologiczny.

Ad 4) Przy zastosowaniu metod interferometrycznych badane są procesy transportu takie jak dyfuzja, dyfuzja anomalna, grawidyfuzja, osmoza, grawiosmoza, odwrócona osmoza, konwekcja, unoszenie. Analizowana jest rola tych procesów w transporcie wody i substancji w organizmach żywych.

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

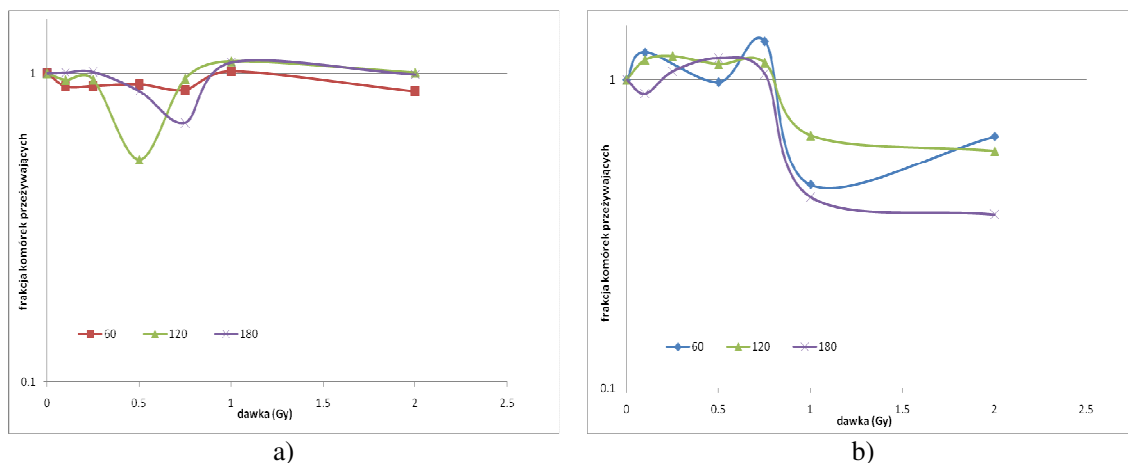
Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

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

Biologiczne oddziaływanie promieniowania

J. Czub, D. Banaś¹, J. Braziewicz¹, I. Buraczewska², J. Choiński³, U. Kaźmierczak⁴,
M. Jaskóła⁵, A. Korman⁵, A. Lankoff^{7,2}, H. Lisowska⁷, Z. Szefliński⁴ i A. Wójcik^{6,7}

Uszkodzenia powstałe w materiale biologicznym mogą być skutkiem bezpośredniego oddziaływania na nie promieniowania jonizującego. Inny możliwy sposób indukowania uszkodzeń w materii żywej, jednak nienapromienionej bezpośrednio, nazywany jest efektem widza. Napromieniono komórki jajnika chomika chińskiego (CHO-K1) promieniowaniem gamma ze źródła kobaltowego w Świętokrzyskim Centrum Onkologii w Kielcach. Materiał biologiczny poddano działaniu dawek promieniowania z zakresu od 0Gy – 2Gy. Czynnikiem indukującym uszkodzenia w komórkach nienapromienionych rozproszonych w szalkach Petriego z gęstością 300 i 700 komórek/szalke była pożywka pochodząca z komórek napromienionych. Pożywka ta została przekazana do komórek nienapromienionych po 60, 120 i 180 minutach od momentu napromienienia. Komórki CHO-K1 przetrzymywano przez okres 7 dni celem uzyskania danych koniecznych dla przeprowadzenia testu przeżywalności. Całość eksperymentu odbywała się w temperaturze 37⁰C. Uzyskane wyniki pokazuje rysunek.



Frakcja przeżywających komórek nienapromienionych poddanych działaniu pożywki pochodzącej z komórek napromienionych różnymi dawkami promieniowania gamma. Gęstość komórek nienapromienionych wynosiła a) 700 komórek/szalke, b) 300 komórek/szalke.

Na podstawie zebranych danych stwierdzono, że efekt widza polegający na obniżeniu poziomu przeżycia komórek nienapromienionych poddanych działaniu pożywki z komórek napromienionych dla gęstości 700 komórek/szalke nie występuje. Natomiast dla komórek nienapromienionych o gęstości 300 komórek/szalke obserwuje się znaczące obniżenie poziomu przeżycia, gdy wykorzystano pożywkę pochodzącą od komórek napromienionych dawkami powyżej 0,75 Gy. W tym przypadku można wyciągnąć wstępny wniosek o zaobserwowaniu efektu widza. Wniosek ten wymaga potwierdzenia w dalszych eksperymentach.

- 1) również Świętokrzyskie Centrum Onkologii
- 2) Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
- 3) Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego
- 4) Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski
- 5) Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana
- 6) GMT Department, Stockholm University, Stockholm, Sweden
- 7) Zakład Radiobiologii i Immunologii, Instytut Biologii, UJK

ZAKŁAD FIZYKI TEORETYCZNEJ

Skład osobowy

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

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, 3) zjawisk transportu w układach membranowych i dyfuzji anomalnej.

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.

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.

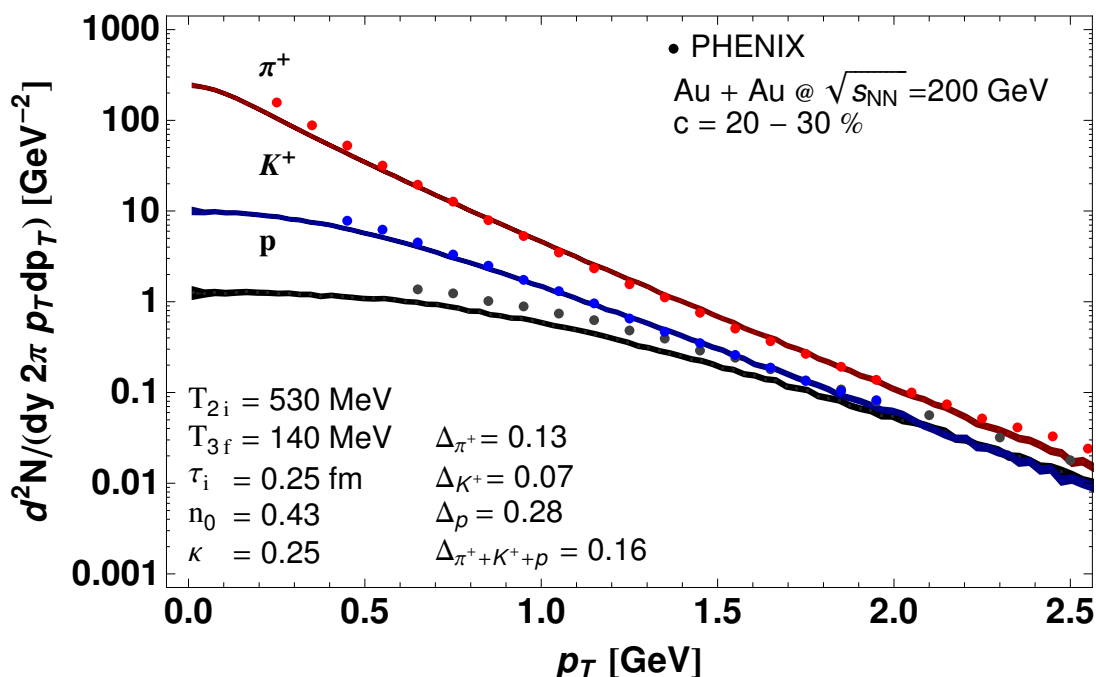
Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Świerk-Warszawa
Instytut Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego, Kraków
Instytut Fizyki Jądrowej Uniwersytetu im J. Goethego, Frankfurt nad Menem, Niemcy
Departament Fizyki, Uniwersytet Duke, Durham, Pn. Karolina, USA

Dynamika anizotropowych układów we wczesnych stadiach zderzeń ciężkich jonów^[20]

Radostaw Ryblewski¹⁾ i Wojciech Florkowski

Opracowano teoretyczne podstawy modelu hydrodynamicznego opisującego ewolucję materii produkowanej w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów przy założeniu czysto poprzecznej termalizacji we wczesnej fazie ewolucji. W szczególności zastosowano tzw. warunki zgodności Landaua, które opisują przejście od fazy opisywanej hydrodynamiką poprzeczną do fazy opisywanej hydrodynamiką standardową. Warunki te zakładają lokalne zachowanie energii i pędu oraz wzrost entropii. Następnie opracowano kod numeryczny realizujący założenia modelu. Podczas symulacji komputerowych z użyciem opracowanego programu komputerowego rozpatrzono dwa scenariusze. W pierwszym z nich warunki Landaua zastosowano na hiperpowierzchni odpowiadającej ustalonej gęstości energii, a w drugim podejściu na hiperpowierzchni odpowiadającej ustalonej wartości czasu własnego. Ponadto do opisu wymrożenia wykorzystano generator Monte-Carlo o nazwie THERMINATOR. W obu przypadkach otrzymano satysfakcjonujący opis wszystkich najważniejszych obserwacji (widma cząstek w pędzie poprzecznym, przepływ eliptyczny, promienie HBT) w obszarze małych pędów cząstek. Uzyskane rezultaty wskazują, że obecność (stosunkowo krótkiej) fazy nierównowagowej podczas wczesnych etapów ewolucji materii nie wpływa znacząco na opis danych eksperymentalnych.



Na rysunku powyżej przedstawiona jest typowa zgodność między obliczeniami teoretycznymi (linie ciągłe) i danymi eksperymentalnymi otrzymanymi przez kolaborację PHENIX działającą na akceleratorze RHIC (punkty) w przypadku widm pędu poprzecznego.

¹⁾ Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

Quasi-liniowe podejście do termalizacji plazmy kwarkowo-gluonowej^[24]

Stanisław Mrówczyński i Berndt Müller¹⁾

Zrozumienie procesu termalizacji plazmy kwarkowo-gluonowej, czyli jej dochodzenia to stanu równowagi termodynamicznej, jest jednym z najważniejszych teoretycznych zagadnień fizyki zajmującej się tym stanem materii. Eksperymenty prowadzone przy wykorzystaniu zderzacza RHIC pokazują, że plazma kwarkowo-gluonowa produkowana w oddziaływaniach relatywistycznych jąder atomowych osiąga równowagę po zdumiewająco krótkim czasie, nieprzekraczającym przypuszczalnie 1 fm/c. Najprostsze wyjaśnienie tego krótkiego czasu zakłada, że plazma produkowana w zderzeniach jądrowych jest układem silnie-oddziaływującym. Wtedy czasy relaksacji układu są małe. Jednak we wczesnej fazie zderzenia jądrowego, kiedy plazma jest produkowana, gęstość energii osiąga bardzo duże wartości, więc można przypuszczać, że na skutek asymptotycznej swobody chromodynamiki kwantowej plazma jest raczej układem słabo-oddziaływującym. To zaś zdaje się faworyzować długi czas termalizacji układu. W serii naszych prac pokazano, że proces równoważenia słabo-oddziaływującej plazmy może być istotnie przyspieszony dzięki niestabilnościom rządzącym dynamiką anizotropowego układu.

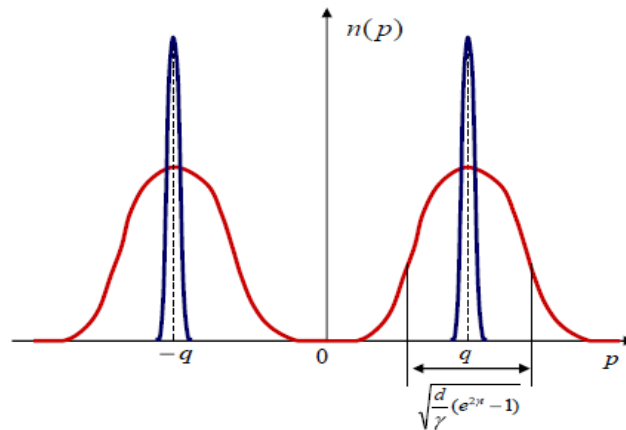
Stosując tzw. podejście quasi-liniowe do teorii kinetycznej wyprowadzono równanie transportu niestabilnej plazmy kwarkowo-gluonowej opisujące wstępną fazę jej termalizacji. Jako przykład przebadano układ dwóch przeciwbieżnych strumieni plazmy, który wykazuje silne niestabilności chromo-elektrostatyczne. Początkowy rozkład pędu układu dwustrumieniowego ma postać

$$n_0(p) = (2\pi)^3 \rho [\delta(p-q) + \delta(p+q)].$$

Ewolucję rozkładu pędowego każdego strumienia okazuje się opisywać równanie dyfuzji

$$\frac{\partial n(t, p)}{\partial t} = D(t) \frac{\partial^2 n(t, p)}{\partial p^2}$$

ze stałą dyfuzji $D(t) = d e^{2\gamma t}$ eksponencjalnie narastającą w czasie t z dekrementem γ odpowiadającym chromo-elektrostatycznej niestabilności. Tak więc niestabilność gwałtownie rozmywa początkowo nieskończenie wąski rozkład pędu przybliżając go do rozkładu równowagowego. Proces ten ilustruje poniższy rysunek.



Rozmywanie się „igiel” układu strumieniowego układu na skutek chromo-elektrostatycznej niestabilności.

¹⁾ Department Fizyki, Uniwersytet Duke, Durham, Pn. Karolina, USA

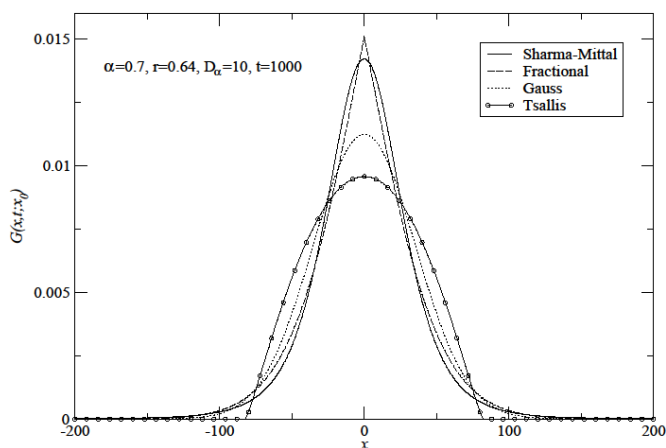
Zastosowanie różnych modeli do opisu dyfuzji anomalnej

Tadeusz Kosztołowicz i Katarzyna Lewandowska¹⁾

Dyfuzja anomalna definiowana jest przez relację $\langle \Delta x^2 \rangle \sim t^\alpha$, gdzie $\alpha \neq 1, \alpha > 0$, $\langle \Delta x^2 \rangle$ oznacza średni kwadrat przemieszczenia cząsteczki po czasie t ; $\alpha = 1$ odpowiada dyfuzji normalnej. Przyjmujemy, że równanie, którego fundamentalne rozwiązanie prowadzi do powyższej relacji, może być przyjęte jako równanie dyfuzji anomalnej. Wyróżniają się tutaj dwie klasy równań. Do pierwszej należą nieliniowe równania z pochodnymi naturalnego rzędu, które są wyprowadzane z formalizmów opartych na entropiach nieekstensywnych. Równania te są postaci $\frac{\partial P}{\partial t} = Q \Psi_i[P] \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}$, gdzie $\Psi_{SM}[P] = (\int P^r dx)^{(q-r)/(r-1)}$ dla entropii Sharma-Mittala, $q, r > 0, q, r \neq 1$, Q jest „miarą fluktuacji” (co może być interpretowane jako współczynnik dyfuzji anomalnej); dla $q = r > 1/3 (\neq 1)$ otrzymujemy równanie otrzymane przy użyciu entropii Tsallisa, $\Psi_G[P] = e^{(q-1) \int P \ln P dx}$ oraz $r = 1$ dla entropii Gaussa. Druga klasa zawiera równania z pochodnymi ułamkowego rzędu, dla subdyfuzji ($0 < \alpha < 1$) równanie takie ma postać $\frac{\partial^\alpha P}{\partial t^\alpha} = Q \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}$.

Rozwiązania fundamentalne (funkcje Greena G) są jakościowo różne dla obu klas równań. Okazuje się jednak, że przyjmując pewne specjalne związki pomiędzy parametrami występującymi w równaniach należących do obu klas, ich funkcje Greena mogą różnić się od siebie nieznacznie, ponadto podstawowe parametry charakteryzujące te funkcje, takie jak parametr subdyfuzji α , współczynnik subdyfuzji Q oraz tzw. średni czas pierwszego przejścia, są dla obu klas takie same. Otrzymane wyniki umożliwiają w miarę prostą interpretację parametrów występujących w równaniach wyprowadzonych z entropii nieekstensywnych.

Na wykresie przedstawione zostały wykresy funkcji Greena dla różnych modeli, przy czym wartości parametrów są tak dobrane, aby parametry α, Q oraz średnie czasy pierwszego przejścia dla każdego przypadku były takie same. Rozpatrywany jest tutaj przypadek subdyfuzji (przyjęto $Q = D_\alpha$).



Z przeprowadzonych badań wynika między innymi, że w przypadku subdyfuzji funkcje Greena (będące gęstościami prawdopodobieństwa znalezienia cząsteczki w danym punkcie w określonym czasie) mają nośnik ograniczony dla formalizmu opartego na entropii Tsallisa, co jest uwidocznione na wykresie. Ponieważ takie rozkłady prawdopodobieństwa nie są rozkładami nieskończenie podzielnymi, proces transportu opisany nimi nie może być interpretowany jako kolejne niezależne przeskoki dyfundującej cząsteczki. Nie można zatem dokonać np. symulacji stochastycznej tego procesu. „Wady” tej nie mają rozkłady wyprowadzone z pozostałych formalizmów.

¹⁾ Zakład Informatyki Radiologicznej i Statystyki, Gdański Uniwersytet Medyczny.

ZAKŁAD FIZYKI KOMPUTEROWEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Wojciech Broniowski - kierownik zakładu,
dr hab. Anna Okopińska, dr Artur Bojara, dr Przemysław Kościk,
mgr inż. Wiesław Sornat

Tematyka badawcza

Zakład prowadzi działalność naukową w zakresie teorii kilkuciałowych i mezoskopowych układów kwantowych, efektywnych modeli oddziaływań silnych oraz komputerowego opisu zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów. Jak w wielu dziedzinach fizyki, badania te prowadzone są z intensywnym wykorzystaniem technik i symulacji numerycznych. Obecnie realizowane są następujące tematy:

- badanie korelacji i splatania w układach kilku bozonów lub fermionów w pułapkach kwantowych;
- opis kondensatu Bosego-Einsteina oddziałujących cząstek przy użyciu teoriopolowej metody działania efektywnego dla operatorów złożonych;
- badanie własności klasycznych układów chaotycznych i ich kwantowych odpowiedników;
- badanie struktury pionu w efektywnych chiralnych modelach kwarkowych;
- symulacje zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów
University of Granada, Granada, Hiszpania
University of Coimbra, Portugalia
University of Ljubljana, Słowenia
Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych, Dubna, Rosja

Stany splątane w anizotropowej kropce kwantowej^[29]

Anna Okopińska i Przemysław Kościak

Badano zjawisko splątania kwantowego w dwu-wymiarowym układzie dwóch oddziałujących kulombowsko elektronów uwięzionych w pułapce harmoniczej

$$\hat{H} = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^2 \hat{\mathbf{p}}_i^2 + \frac{1}{2} (x_i^2 + \varepsilon^2 y_i^2) + \frac{g}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|}.$$

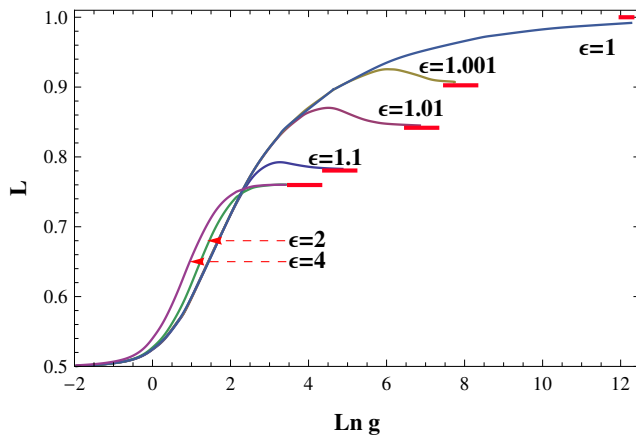
Wyznaczono entropię von Neumanna i zbadano jej zależność od parametru g , który mierzy stosunek siły oddziaływań do siły pułapkowania. Zaobserwowano, że przy słabych oddziaływaniach splątanie słabo zależy od kształtu pułapki, natomiast zależność od anizotropii pułapki ε silnie wzrasta wraz ze wzrostem g .

Zachowanie entropii von Neumanna porównano z zachowaniem liniowej entropii, która stanowi łatwiejszą do wyznaczania miarę splątania układu. W ramach przybliżenia harmonicznego, które w granicy $g \rightarrow \infty$ daje dokładne rozwiązania problemu oddziałujących elektronów, uzyskano asymptotyczną zależność

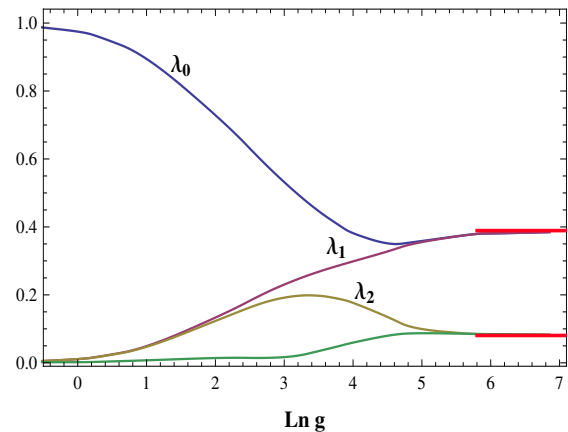
$$L_{\varepsilon}^{g \rightarrow \infty} = 1 - \left[\sqrt[4]{3(\varepsilon^2 - 1)} \sqrt{\varepsilon(1 - \sqrt{3}/2)} \right] / (\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 - 1}).$$

Na pierwszym rysunku przedstawiona jest entropia liniowa L w funkcji $\ln g$ wyznaczona numerycznie dla różnych wartości ε . Widać, że im bardziej anizotropowa pułapka, dla tym mniejszych wartości g osiągnęte jest zachowanie asymptotyczne zaznaczone poziomymi czerwonymi kreskami.

Nasze badania wykazały, że w granicy silnych oddziaływań własności splątania są silnie determinowane przez współczynnik anizotropii układu tylko w otoczeniu $\varepsilon = 1$. Zachowanie czterech najniższych obsadzeń orbitali naturalnych przy $\varepsilon = 1.01$ demonstruje rysunek drugi, gdzie zaznaczono również asymptotyczne wartości wyznaczone w ramach przybliżenia harmonicznego z równań całkowitych. Jak widać, nawet przy tak niewielkiej anizotropii, obsadzenia orbitali naturalnych osiągają asymptotycznie zdegenerowane wartości już przy niewielkich wartościach g . Przy współczynniku anizotropii $\varepsilon = 1.4$ odtwarzane są z dobrym przybliżeniem własności struktury jednowymiarowej, której odpowiada $\varepsilon \rightarrow \infty$.



Rys. 1 Entropia liniowa L w funkcji $\ln g$.

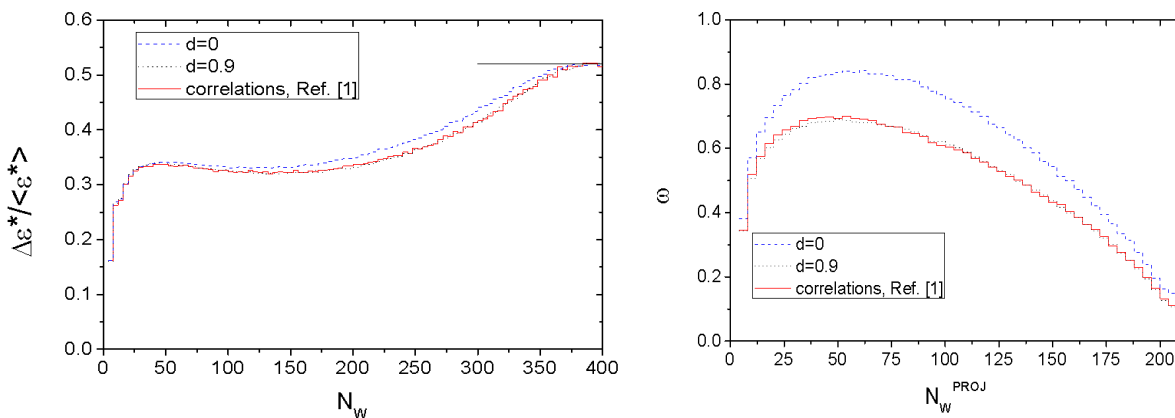


Rys. 2 Zachowanie czterech najniższych obsadzeń orbitali naturalnych przy $\varepsilon = 1.01$

Dwucząstkowe korelacje nukleon-nukleon w podejściu glauberowskim^[17]

Wojciech Broniowski¹⁾ i Maciej Rybczyński

Modele typu glauberowskiego (model zranionych nukleonów, model mieszający zranione nukleony i zderzenia binarne) są podstawowym narzędziem w analizie teoretycznej i w interpretacji danych doświadczalnych dotyczących zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów. Podstawowym elementem tych modeli jest rozkład nukleonów w zderzających się jądrach. W konwencjonalnym podejściu przyjmuje się dla wygody, że położenia nukleonów są nieskorelowane lub zakłada się najprostsze odpychające „twardordzeniowe” korelacje dwuciałowe, gdzie środki dwóch nukleonów nie mogą być bliżej siebie niż pewna odległość d rzędu 1fm. Natomiast z teorii struktury jądra atomowego dobrze wiadomo, że realistyczne korelacje dwuciałowe są kluczowe w precyzyjnym opisie, co więcej, wpływają w istotny sposób na tzw. fluktuacje „przypadek po przypadku”. W naszej pracy po raz pierwszy uwzględniono w rachunkach glauberowskich realistyczne (centralne gaussowskie) korelacje w rozkładach nukleonów, obliczone niedawno przez Alviolio, Dreschera i Strikmana.



Otrzymane wyniki są następujące: dla obserwabli jednocząstkowych, zgodnie z oczekiwaniami, korelacje są zupełnie nieistotne. Natomiast dla wielkości opisujących fluktuacje ich wpływ uwidacznia się na znaczącym poziomie 10-20%. Należy tutaj podkreślić, że realistyczne korelacje dają praktycznie te same wyniki co korelacje twardordzeniowe z dopasowaną wartością $d=0.9$ fm. Powyższe rysunki pokazują, przykładowo, fluktuacje ekscentryczności ε^* w funkcji liczby zranionych nukleonów oraz skalowaną wariację liczby źródeł ω w modelu mieszanym w funkcji liczby zranionych nukleonów wiązki (zderzenia Pb+Pb dla energii SPS). Krzywe dla $d = 0.9$ fm oraz dla realistycznych korelacji (etykieta „correlations”) dają z dokładnością do grubości linii ten sam wynik. W porównaniu do przypadku bez korelacji ($d = 0$) obserwujemy wyraźne zmniejszenie fluktuacji.

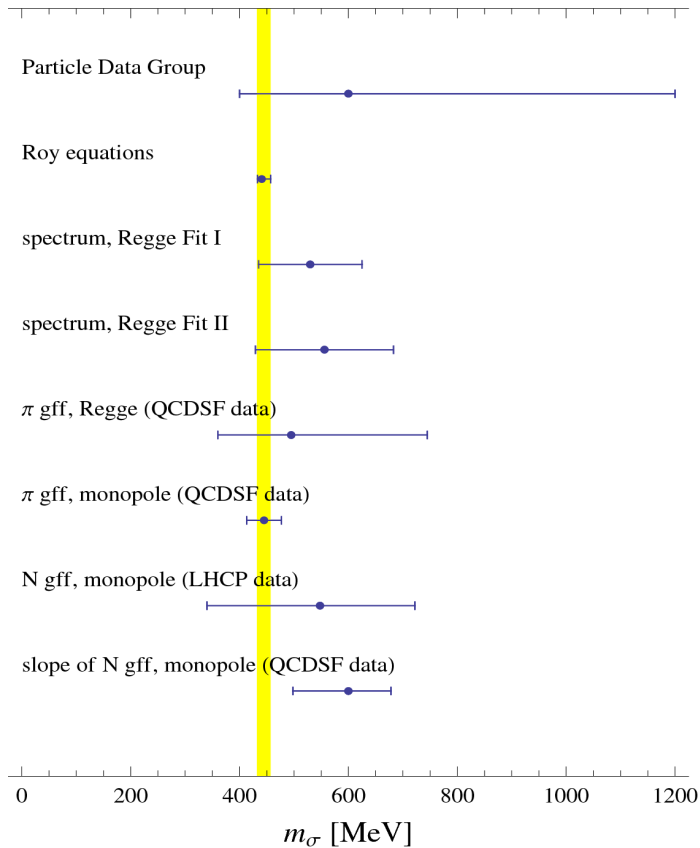
Praktyczny wniosek z naszej analizy jest taki, że używanie rozkładów z twardordzeniowym odpychaniem i $d = 0.9$ fm bardzo dobrze oddaje wyniki realistycznych korelacji nukleon-nukleon w rozkładach jądrowych.

¹⁾ Również IFJ PAN

Stany skalarno-izoskalarne w podejściu Reggeowskim^[18]

Enrique Ruiz Arriola¹⁾ i Wojciech Broniowski²⁾

Natura skalarno-izoskalarnego mezonu $\sigma(600)$, określanego mianem „cząstki Higgsa” fizyki mezonowej, od wielu lat stanowi jedną z najbardziej intrygujących zagadek spektroskopii hadronowej. Ostatnio grupy z Berna i Madrytu uzyskały jednak bardzo precyzyjne oszacowanie masy i szerokości tego rezonansu w oparciu o związki dyspersyjne, ograniczenia symetrii chiralnej oraz dane doświadczalne. W naszej pracy pokazaliśmy, że użycie komplementarnych informacji z widma mezonów skalarno-izoskalarnych w modelu reggeowskim, tudzież skorzystanie z wyników siatek chromodynamicznych dla grawitacyjnych czynników kształtu pionu i nukleonu, pozwala potwierdzić te oszacowania. Co więcej, dane wskazują na glueballowy, a nie mezonowy charakter stanu $\sigma(600)$ w granicy dużej liczby kolorów (jest to wynik odwrotny niż u większości badaczy). Uzyskane wyniki dla masy i szerokości cząstki σ ukazane są na rysunku. Nasze oszacowania są zgodne w granicach niepewności pomiarowych z wynikami grup z Berna i Madrytu.



Różne oszacowania masy i szerokości stanu $\sigma(600)$. Kolejno od góry: konserwatywne oszacowanie Particle Data Group, bardzo precyzyzny wynik grup z Berna i Madrytu uzyskany przy użyciu związków dyspersyjnych, następnie nasze wyniki: dopasowanie χ^2 do widma reggeowskiego, analogiczne dopasowanie z wagami będącymi odwrotnościami szerokości, wynik analizy opartej o grawitacyjny czynnik kształtu pionu z siatek chromodynamicznych w modelu reggeowskim, to samo przy użyciu dopasowania monopolowego, wreszcie dwa oszacowania z danych z siatek dla grawitacyjnych czynników kształtu nukleonu.

¹⁾ Departamento de Física Atomica, Molecular y Nuclear, Universidad de Granada, Granada, Hiszpania

²⁾ Również IFJ PAN

Poprzeczny czynnik kształtu pionu w kwarkowych modelach chiralnych^[15]

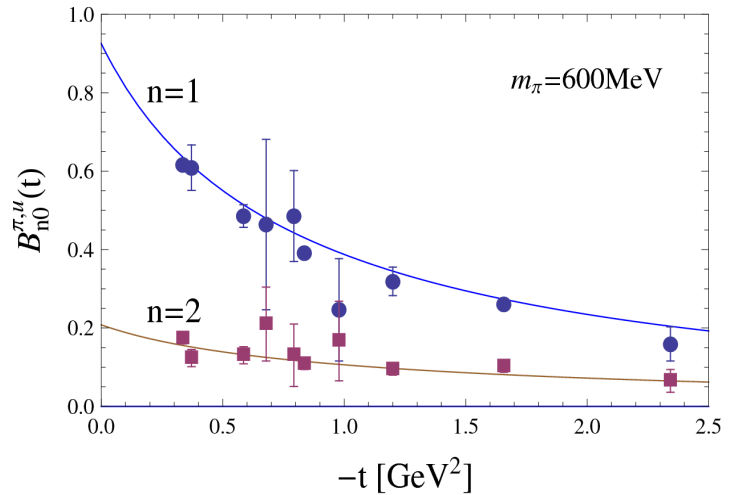
Wojciech Broniowski¹⁾, Alexander E. Dorokhov²⁾ i Enrique Ruiz Arriola³⁾

Czynniki kształtu, będące transformatami Fouriera gęstości ładunków, niosą podstawową informację o dynamicznej strukturze hadronów. Oprócz elektromagnetycznych czynników kształtu, dobrze zbadanych doświadczalnie i teoretycznie, w ostatnich latach zyskałyśmy, dzięki rozwojowi rachunków chromodynamiki na siatkach, bardzo cenne informacje dotyczące rozkładów gęstości innych operatorów kwarkowych i glonowych w stanach hadronowych. W szczególności, poznane zostały czynniki kształtu odpowiadające elementowi macierzowemu dwukwarkowego operatora $\langle \pi^+(P) | q(0) \sigma^{\mu\nu} D^\alpha \dots D^\tau q(0) | \pi^+(P) \rangle$. Ze względu na występowanie macierzy $\sigma^{\mu\nu}$, określa się je mianem „poprzecznych”. W formalizmie teoretycznym związane są one z tzw. chiralnie nieparzystymi uogólnionymi funkcjami struktury.

W naszej pracy po raz pierwszy obliczono teoretycznie wielkości $B_{n0}(q)$ w dynamicznym modelu efektywnym. Konkretnie, wykorzystano model Nambu-Jona-Lasinio z dynamicznie złamaną symetrię chiralną. Wyniki porównano z rachunkami chromodynamiki na siatkach. Po odpowiedniej ewolucji chromodynamicznej od skali energetycznej modelu do skali siatek, uzyskano bardzo dobrą zgodność modelu i „pomiaru” przedstawioną na rysunku.

Otrzymana zgodność potwierdza powszechnie przyjęty fakt, że dynamicznie złamana symetria chiralna jest podstawowym czynnikiem określającym niskoenergetyczną dynamikę pionu jako pseudo-bozonu Goldstone'a. Co więcej, naszym rachunkiem pokazaliśmy, że podejście znajduje zastosowanie również do słabo zbadanych operatorów chiralnie nieparzystych, bardzo dobrze opisując ich elementy macierzowe w stanie pionu.

Poprzeczne czynniki kształtu w funkcji $t = -q^2$ w modelu Nambu-Jona-Lasinio (linie ciągłe) oraz dane z rachunków chromodynamiki na siatkach (punkty). Masa konstytuentna kwarków: 250 MeV, masa pionu: 600 MeV (jak na siatkach), wyniki modelu wyewoluowane do skali 2 GeV.



¹⁾ Również IFJ PAN

²⁾ Joint Institute for Nuclear Research, Bogolubov Laboratory of Theoretical Physics, Dubna, Rosja

³⁾ Departamento de Física Atomica, Molecular y Nuclear, Universidad de Granada, E-18071 Granada, Hiszpania

ZAKŁAD INFORMATYKI

Skład osobowy

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech – kierownik zakładu,
dr hab. inż. M. Głowacki, dr hab. inż. M. Szpyrka, dr inż. W. Byrski, dr inż. G. Nalepa,
dr inż. I. Pardyka, dr inż. T. Ruś, dr inż. P. Ślusarczyk,
mgr inż. M. Lutwin, mgr R. Suchanek

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

Język modelowania Alvis

*M. Szpyrka*¹⁾

W ramach podjętych badań naukowych kontynuowane były prace nad językiem Alvis przeznaczonym do modelowania systemów współbieżnych, w szczególności systemów wbudowanych. Język Alvis powstał jako narzędzie łączące w sobie zalety języków programowania wysokiego poziomu z możliwościami formalnej analizy modelu. System wbudowany jest w nim opisywany z dwóch perspektyw:

1. *Diagram komunikacji* jest graficzną warstwą modelu, która wskazuje połączenia między agentami związane z przepływem danych i sterowania.
2. *Warstwa kodu* zawiera definicje dynamiki poszczególnych agentów i jest implementowana z użyciem języka funkcyjnego Haskell i natywnych konstrukcji języka Alvis.

Główne prace badawcze w roku 2010 dotyczyły dopracowania składni języka i metod hierarchizacji diagramów komunikacji. Podjęto również badania mające na celu opracowanie semantyki języka, co umożliwi automatyczne generowanie grafów LTS (Labelled Transition System), stanowiących formalną reprezentację modeli Alvisa.

¹⁾ również Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

PUBLIKACJE

Artykuły naukowe

Publikacje w czasopismach z listy filadelfijskiej

- 1) S. Trotsenko, A. Kumar, A. V. Volotka, D. Banaś, H.F. Beyer, H. Bräuning, S. Fritzsche, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Hess, P. Jagodziński, C. Kozhuharov, R. Reuschl, S. Salem, A. Simon, U. Spillmann, M. Trassinelli, L.C. Tribedi, G. Weber, D. Winters and Th. Stöhlker,
Spectral Shape of the Two-Photon Decay of the 21S0 State in He-Like Tin,
Physical Review Letters **104**, 033001 (2010)
- 2) D. Banaś, J. Braziewicz, J. Semaniak and M. Pajek,
The physics program at the Kielce EBIS-A facility,
Journal of Instrumentation, **5**, C09005 (2010)
- 3) M. Czarnota, D. Banaś, M. Berset, D. Chmielewska, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y.-P. Maillard, O. Mauron, M. Pajek, M. Polasik, P.A. Raboud, J. Rządkiwicz, K. Słabkowska and Z. Sujkowski,
High-resolution X-ray study of the multiple ionization of Pd atoms by fast oxygen ions,
European Physical Journal D **57**, 321 (2010)
- 4) J. Braziewicz, M. Polasik, K. Słabkowska, U. Majewska, D. Banaś, M. Jaskóła, A. Korman, K. Koziół, W. Kretschmer and J. Choinski,
Equilibrium K-, L-, and M-shell ionizations and charge-state distribution of sulfur projectiles passing through solid targets,
Physical Review A **82**, 022709 (2010)
- 5) 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,
Observation of internal structure of the L-shell x-ray hypersatellites for palladium atoms multiply ionized by fast oxygen ions,
Physical Review A **81**, 064702 (2010)
- 6) Y. Kayser, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, P. Jagodziński, M. Kavčič, A. Kubala-Kukuś, S. Nowak, M. Pajek and J. Szlachetko,
Depth profiles of Al impurities implanted in Si wafers determined by means of the high-resolution grazing emission X-ray fluorescence technique,
Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy **65**, 445 (2010)
- 7) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, M. Salomé, P. Jagodzinski, J.Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser and J. Susini,
Wavelength-dispersive spectrometer for X-ray microfluorescence analysis at the X-ray microscopy beamline ID21 (ESRF),
Journal of Synchrotron Radiation **17**, 400 (2010)
- 8) K. Fennane, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, M. Berset, W. Cao, Y.-P. Maillard, J. Szlachetko and M. Szlachetko,
Double K-shell photoionization and hypersatellite x-ray transitions of 12<Z<23 atoms,
Physical Review A **82**, 063408 (2010)

- 9) C. Kopp, A. Meibom, O. Beyssac, J. Stolarski, S. Djediat, J. Szlachetko and I. Domart-Coulon,
Calcareous sponge biomineralization: ultrastructural and compositional heterogeneity of spicules in Leuconia johnstoni Carter 1871,
Journal of Structural Biology 173, 99 (2010)
- 10) H.A. Harutyunyan, M. Biernacka and P. Flin,
An attempt to test Ambartsumian's idea of the origin of the galaxy. II. Location of galaxies within clusters and galaxy position angles,
Astrofisica (Astrophysics) **53**, 42 (2010)
- 11) W. Godłowski and P. Flin,
The orientations of galaxy groups and formation of the Local Supercluster,
The Astrophysical Journal **708**, 920 (2010)
- 12) W. Godłowski, P. Piwowarska, E. Panko and P. Flin,
The Orientation of Galaxies in Galaxy Clusters,
The Astrophysical Journal **723**, 985 (2010)
- 13) M. Ratajczak, T. Kwiatkowski, A. Schwarzenberg-Czerny, W. Dimitrov, M. Konacki, K.G. Hełminiak, P. Bartczak, M. Fagas, K. Kamiński, P. Kankiewicz, W. Borczyk and A. Rożek,
Absolute properties of the main-sequence eclipsing binary FM Leo,
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society **402**, 2424 (2010)
- 14) A. Rutkowski, A. Olech, R. Poleski, M. Sobolewska, P. Kankiewicz, T. Ak and D. Boyd,
Superoutburst of Dwarf Nova IRXS J053234.9+624755,
Acta Astronomica **60**, 337-355 (2010)
- 15) W. Broniowski, A. E. Dorokhov and E. Ruiz Arriola,
Transversity form factors of the pion in chiral quark models,
Physical Review D **82**, 094001 (2010)
- 16) E. Ruiz Arriola and W. Broniowski,
Pion transition form factor in the Regge approach and incomplete vector-meson dominance,
Physical Review D **81**, 094021 (2010)
- 17) W. Broniowski and M. Rybczyński,
Two-body nucleon-nucleon correlations in Glauber models of relativistic heavy-ion collisions,
Physical Review C **81**, 064909 (2010)
- 18) E. Ruiz Arriola and W. Broniowski,
Scalar-isoscalar states in the large- $N(c)$ Regge approach,
Physical Review D **81**, 054009 (2010)
- 19) W. Broniowski, S. Prelovsek, L. Santelj and E. Ruiz Arriola,
Pion wave function from lattice QCD vs. chiral quark models,
Physics Letters B **686**, 313 (2010)

- 20) R. Ryblewski and W. Florkowski,
Early anisotropic hydrodynamics and thermalization and Hanbury-Brown-Twiss puzzles in the BNL Relativistic Heavy Ion Collider,
Physical Review C **82**, 024903 (2010)
- 21) P. Bożek, M. Chojnacki, W. Florkowski and B. Tomasik,
Hydrodynamic predictions for Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV,
Physics Letters B **694**, 238 (2010)
- 22) W. Florkowski and R. Ryblewski,
Transverse hydrodynamics with sudden hadronization: production of strangeness,
Journal of Physics G **37**, 094023 (2010)
- 23) W. Florkowski,
The early thermalization and HBT puzzles at RHIC,
Acta Physica Polonica **B 41**, 2747 (2010)
- 24) St. Mrówczyński and B. Müller,
Quasilinear Transport Approach to Equilibration of Quark-Gluon Plasmas,
Physical Review D **80**, 065021 (2010)
- 25) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
Nonextensive thermal sources of cosmic rays,
Central European Journal of Physics **8**, 726 (2010)
- 26) T. Anticic and NA49 Collaboration,
Inclusive production of protons, anti-protons and neutrons in p+p collisions at 158 GeV/c beam momentum,
European Physical Journal C **65**, 9 (2010)
- 27) T. Anticic and NA49 Collaboration,
Search for the QCD critical point in nuclear collisions at the CERN SPS,
Physical Review C **81**, 064907 (2010)
- 28) C. Alt and NA49 Collaboration,
Three-Dimensional two-pion source image from Pb+Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 17.3$ GeV: New constraints for source breakup dynamics,
Physics Letters B **685**, 41 (2010)
- 29) P. Kościak and A. Okopińska,
Two-electron entanglement in elliptically deformed quantum dots,
Physics Letters A **374**, 3841 (2010)
- 30) A. Okopińska and P. Kościak,
Correlation and entanglement in elliptically deformed quantum dots,
Few Body Systems (2010)
- 31) P. Kościak,
Comment on „Entanglement of two interacting bosons in a two-dimensional isotropic harmonic trap”,
Physics Letters A **374**, 2999 (2010)
- 32) S. Wąsik, M. Arabski, K. Dworecki, W. Kaca and A. Ślęzak,
Influence of gravitational field on substance transport in gels,
Journal of Membrane Science **365**, 341 (2010)

- 33) M. Kamińska, V. Zhaunerchyk, E. Vigren, M. Danielsson, M. Hamberg, W. D. Geppert, M. Larsson, S. Rosén, R.D. Thomas and J. Semaniak, *Dissociative recombination of CH₅⁺ and CD₅⁺: Measurement of the product branching fractions and the absolute cross sections, and the breakup dynamics in the CH₃+H+H product channel*, Physical Review A **81**, 062701 (2010)
- 34) E. Vigren, M. Hamberg, V. Zhaunerchyk, M. Kaminska, R.D. Thomas, S. Trippel, M. Zhang, I. Kashperka, M. af Ugglas, C. Walsh, R. Wester, J. Semaniak, M. Larsson and W.D. Geppert, *Dissociative recombination of the acetaldehyde cation, CH₃CHO⁺*, Physical Chemistry Chemical Physics **12**, 11670 (2010)
- 35) E. Vigren, M. Hamberg, V. Zhaunerchyk, M. Kaminska, J. Semaniak, M. Larsson, R. D. Thomas, M. af Ugglas, I. Kashperka, T. J. Millar, C. Walsh, H. Roberts and W. D. Geppert, *Dissociative Recombination of Protonated Formic Acid: Implications for Molecular Cloud and Cometary Chemistry*, The Astrophysical Journal **709**, 1429 (2010)
- 36) E. Vigren , M. Hamberg , V. Zhaunerchyk , M. Kaminska , R. D. Thomas, S. Trippel , R. Wester , M. Zhang , I. Kashperka , M. af Ugglas , J. Semaniak , M. Larsson and W. D. Geppert, *Dissociative Recombination of Protonated Propionitrile, CH₃CH₂CNH⁺: Implications for Titan's Upper Atmosphere*, The Astrophysical Journal **722**, 847 (2010)
- 37) M. Hamberg, F. Österdahl, R. D. Thomas, V. Zhaunerchyk, E. Vigren, M. Kaminska, M. af Ugglas, A. Källberg, A. Simonsson, A. Paál, M. Larsson and W. D. Geppert, *Experimental studies of the dissociative recombination processes for the dimethyl ether ions CD₃OCD₂⁺ and (CD₃)₂OD⁺*, Astronomy & Astrophysics **514**, A83 (2010)
- 38) M. Hamberg, V. Zhaunerchyk, E. Vigren, M. Kaminska, I. Kashperka, M. Zhang, S. Trippel, F. Österdahl, M. af Ugglas, R. D. Thomas, A. Källberg, A. Simonsson, A. Paál, J. Semaniak, M. Larsson and W. D. Geppert, *Experimental studies of the dissociative recombination of CD₃CDOD⁺ and CH₃CH₂OH₂⁺*, Astronomy & Astrophysics **522**, A90 (2010)
- 39) C. Johannes, A. Dixius, M. Pust, R. Hentschel, I. Buraczewska, E. Staaf, K. Brehwens, S. Haghdoost, S. Nievaart, J. Czub, J. Braziewicz and A. Wójcik, *The yield of radiation-induced micronuclei in early and late-arising binucleated cells depends on radiation quality*, Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis **701**, 80 (2010)

Inne publikacje naukowe

- 1) J. Hoszowska, A. Kheifets, J.-CL. Dousse, I. Bray, W. Cao, K. Fennane, Y. Kayser, M. Kavcic, J. Szlachetko and M. Szlachetko,
Single-photon double K-shell ionization of low-Z atoms,
Journal of Physics – Conference Series **212**, 012006 (2010)
- 2) A. Okopińska,
Entanglement and correlation measures in trapped few-particle systems,
Journal of Physics – Conference Series **213**, 012004 (2010)
- 3) W. Broniowski, M. Rybczynski, Ł. Obara and M. Chojnacki,
Fluctuations in relativistic heavy-ion collisions from the Glauber models,
Acta Physica Polonica - Proceedings Supplement **3**, 513 (2010)
- 4) W. Florkowski and R. Ryblewski,
Transverse hydrodynamics with sudden isotropization and freeze-out,
Acta Physica Polonica - Proceedings Supplement **3**, 557 (2010)
- 5) St. Mrówczyński,
On the Dynamics of Unstable Quark-Gluon Plasma,
Acta Physica Polonica B - Proceedings Supplement **3**, 639 (2010)
- 6) M. Biernacka, P. Flin, T. Juszczyk and E. Panko,
The shape of galaxy groups and clusters,
in: Windows on the Universe, Proceedings of the XXIst Rencontres de Blois,
eds. L. Celniker, J.Dumarchez, J. Tran Thanh Van, The Gioi Publisher, 2010, p. 607
- 7) M. Biernacka, P. Flin and H.A. Harutyunian,
Testing the Possibility of Galaxy Ejection, Evolution of Cosmic Objects through their Physical Activity,
in: Evolution of Cosmic Objects through their Physical Activity, Proceedings of the Conference dedicated to Viktor Ambartsumian's 100th anniversary,
eds. H.A. Harutyunian, A.M. Mickaelian and Y. Terzian,
Gitutyun Publishing House of NAS RA, Yerevan, 2010, p.182,
- 8) P. Kankiewicz,
Minor Planet Observations [B02 Kielce],
Minor Planet Circular **12** (2010)
- 9) P. Kankiewicz, I. Włodarczyk,
The Orbital Evolution of 2007 VA85, the Amor-type Asteroid on Retrograde Orbit,
Protecting the Earth against collisions with asteroids and comet nuclei,
Proceedings of the ACH-2009 Conference, IAA RAS, St. Petersburg, Nauka, 2010
- 10) P. Kankiewicz, I. Włodarczyk,
Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits,
Protecting the Earth against collisions with asteroids and comet nuclei,
Proceedings of the ACH-2009 Conference, IAA RAS, St. Petersburg, Nauka, 2010
- 11) E. Ruiz Arriola and W. Broniowski,
Transversity relations, chiral and holographic models, and pion wave functions from lattice QCD,
PoS (LC2010) 041, e-Print: arXiv:1009.5781 [hep-ph]

- 12) E. Ruiz Arriola and W. Broniowski,
Pion transition form factor in the Regge approach,
PoS (LC2010) 062, e-Print: arXiv:1008.2317 [hep-ph]
- 13) R. Baran, A. Dziech and P. Ślusarczyk,
Two-Stage Contour Data Compression Scheme,
Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia Communications,
Services and Security (MCSS 2010), Kraków, May 6-7, 2010, p. 9
- 14) P. Ślusarczyk, A. Dziech and R. Baran,
Fast Piecewise-Linear Coding Scheme for Image Compression and Watermarking,
Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia Communications,
Services and Security (MCSS 2010), Kraków, May 6-7, 2010, p. 207
- 15) M. Kavcic, M. Žitnik, K. Bucar, A. Mihelic, M. Štuhec, J. Szlachetko,
W. Cao, R. Alonso Mori, and P. Glatzel,
Two-electron atomic processes induced with a single photon,
European Synchrotron Radiation Facility Highlights, 16 (2010)
- 16) J. Hoszowska, A. Kheifets, J.-Cl. Dousse, M. Berset, I. Bray, W. Cao, K. Fennane,
Y. Kayser, M. Kavcic, J. Szlachetko and M. Szlachetko,
Hollow K-shell atoms created via single photon double ionisation,
European Synchrotron Radiation Facility Highlights, 80 (2010)
- 17) W. Broniowski, K. Golec-Biernat, L. Hadasz i A. Pędziwiatr,
Projekt Feniks,
Postępy Fizyki **61**, 90 (2010)
- 18) M. Hojny i M. Głowacki,
*Wpływ stałej i zmiennej gęstości na rozkład naprężeń i odkształceń w próbkach
stalowych poddawanych ścisnaniu w warunkach współistnienia fazy ciekłej i stałej*,
Hutnik **77**, 87 (2010)
- 19) T. Dębiński, M. Głowacki, D. Jędrzejczyk i A. Gumuła,
Algorytm obliczeń równoległych dla przestrzennego modelu
walcowania stali ze strefą półciekłą,
Hutnik **77**, 181 (2010)
- 20) M. Głowacki, M. Hojny, R. Kuziak i W. Zalecki,
Wyznaczenie naprężenia uplastyczniającego stali w stanie półciekłym,
Transactions of the Instytut Metalurgii Żelaza **62**, 156 (2010)

Monografie

W. Florkowski,
Phenomenology of Ultra-Relativistic Heavy-Ion Collisions,
World Scientific Publishing Company, Singapore, 2010

UDZIAŁ W KONFERENCJACH

Wykłady na konferencjach międzynarodowych

- 1) D. Banaś, J. Braziewicz, J. Semaniak and M. Pajek,
The physics program at the Kielce EBIS-A facility,
International Symposium on Electron Beam Ion Sources and Traps (EBIST 2010),
Stockholm, Sweden, April 7-10, 2010
- 2) W. Broniowski,
Approaching BaBar with chiral quarks and Regge models,
Light Cone 2010, Valencia, Hiszpania, June 14-18, 2010
- 3) W. Broniowski,
Torqued fireballs,
“Fluctuations and correlations as probes of critical behavior in dense hadronic matter”
VII Polish Workshop on Relativistic Heavy-Ion Collisions,
Warsaw, Poland, December 11-12, 2010
- 4) F. Florkowski,
Hydrodynamic description of heavy-ion collisions – successes and problems,
“Strongly Interacting Matter under Extreme Conditions” XXXVIII International
Workshop on Gross Properties of Nuclei and Nuclear Excitations in Hirschegg,
Hirschegg, Austria, January 17-23, 2010
- 5) F. Florkowski,
The early thermalization and HBT puzzles at RHIC,
50 Cracow School of Theoretical Physics in Zakopane,
Zakopane, Poland, June 9-19, 2010
- 6) F. Florkowski,
The realistic QCD equation of state
in relativistic heavy-ion collisions and the early Universe,
“Fluctuations and correlations as probes of critical behavior in dense hadronic matter”
VII Polish Workshop on Relativistic Heavy-Ion Collisions,
Warsaw, Poland, December 11-12, 2010
- 7) T. Kosztołowicz and K. Lewandowska,
Applying fractional derivative equations to the modeling of subdiffusion process,
“Integral Equations and Related Problems” 3rd International Conference
on Boundary Value Problems,
Beijing and Baoding, China, August 20-25, 2010
- 8) T. Kosztołowicz, K. Lewandowska and K. Dworecki,
Anomalous transport in a membrane system,
5th International Conference Physics of Liquid Matter: Modern Problems,
Kyiv, Ukraine, May 21-24, 2010
- 9) St. Mrówczyński,
Dynamics of Unstable Weakly Coupled Quark-Gluon Plasma,
INT Program “Quantifying the Properties of Hot QCD Matter”,
Seattle, Washington, USA, July 15, 2010

- 10) St. Mrówczyński,
Dynamics of Unstable Weakly Coupled Quark-Gluon Plasma,
“From Strong Fields to Colorful Matter” an International Symposium on Modern Nuclear Physics (in honor of Berndt Müller on the occasion of his 60th birthday), Asheville, North Carolina, USA, October 24-27, 2010
- 11) St. Mrówczyński,
Deciphering Azimuthal Correlations in Relativistic Heavy-Ion Collisions,
“Fluctuations and correlations as probes of critical behavior in dense hadronic matter” VII Polish Workshop on Relativistic Heavy-Ion Collisions, Warsaw, Poland, December 11-12, 2010
- 12) M. Gaździcki,
Past, present and future of multiparticle production at high energy collisions,
International School on Dense QCD Phases in Heavy-Ion Collisions, Dubna, Russia, August 22 – September 4, 2010
- 13) M. Gaździcki,
Onset of deconfinement in nucleus-nucleus collisions,
International School on Dense QCD Phases in Heavy-Ion Collisions, Dubna, Russia, August 22 – September 4, 2010
- 14) F. Florkowski,
Highly-anisotropic and strongly-dissipative hydrodynamics for early stages of relativistic heavy-ion collisions,
XL International Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD 2010), Antwerp, Belgium, September 21-25, 2010
- 15) Okopińska and P.Kościk,
Correlation and entanglement in elliptically deformed quantum dots,
21st European Conference on Few-Body Problems in Physics, Salamanca, Spain, August 29 - September 3, 2010
- 16) M. Pajek, M. Czarnota, D. Banaś, M. Polasik, K. Słabkowska, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, M. Berset, P.-A. Raboud, J. Hoszowska, D. Chmielewska, J. Rzedkiewicz and Z. Sujkowski,
Satellite structure of x-rays excited in fast ion-solids collisions,
24th International Conference on Atomic Collisions in Solids (ICACS-24), Cracow, Poland, July 19-23, 2010
- 17) D. Banaś, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Böhm, S. Chatterjee, M. Czarnota, J.-Cl. Dousse, A. Gumberidze, S. Hagemann, P. Jagodziński, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, A. Müller, A. Kumar, M. Pajek, R. Reuschl, E. W. Schmidt, D. Sierpowski, U. Spillmann, A. Surzhykov, Th. Stöhlker, J. Szlachetko, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma and A. Warczak,
Enhanced radiative recombination in cold magnetized plasma,
SPARC Workshop, Lanzhou, China, August 24-27, 2010

- 18) M. Rybczyński,
NA61/SHINE ion program,
Hadron Structure and QCD,
Gatchina, Russia, July 5-9, 2010
- 19) M. Rybczyński,
*Two-body nucleon-nucleon correlations in Glauber models
of relativistic heavy-ion collisions,*
VI Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy,
Kiev, Ukraine, September 14-18, 2010
- 20) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
Multiplicity fluctuations and temperature fluctuations,
International Workshop „Statistical Particle Production: Beyond the first moment”,
Bad Liebenzell, Germany, April 25-28, 2010
- 21) Z. Włodarczyk,
On the chemical composition of cosmic rays of highest energy,
International Conference “Cosmic Rays at mountain altitude”,
Płock, Poland, 14-19 September 2010
- 22) M. Gaździcki,
NA61/SHINE status and plans,
Quark Confinement and the Hadron Spectrum,
Madrid, Spain, August 30 – September 3, 2010
- 23) M. Hojny and M. Głowacki,
*Development of hybrid analytical-numerical system
of steel deformation in semi-solid state,*
ECCOMAS European Community on Computational Methods in Applied
Sciences - IV European Conference on Computational Mechanics: solids,
structures and coupled problems in engineering,
Paris, France, May 16-21, 2010
- 24) R. Baran, A. Dziech and P. Ślusarczyk,
Two-Stage Contour Data Compression Scheme,
IEEE International Conference on Multimedia Communications,
Services and Security (MCSS 2010),
Kraków, Poland, May 6-7, 2010
- 25) P. Ślusarczyk, A. Dziech and R. Baran,
Fast Piecewise-Linear Coding Scheme for Image Compression and Watermarking,
IEEE International Conference on Multimedia Communications,
Services and Security (MCSS 2010),
Kraków, Poland, May 6-7, 2010
- 26) M. Szpyrka, P. Matyasik and R. Mrówka,
Alvis approach to Hexor robot controller development,
17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits
and System (MIXDES 2010),
Wrocław, Poland, June 24-26, 2010

Referaty na konferencjach krajowych

- 1) T. Kosztołowicz i K. Lewandowska,
Czy pochodne ułamkowe są niezbędne do opisu dyfuzji anomalnej, wybrane zastosowania hiperbolicznych równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi,
II Sesja Naukowa „Ułamkowy Rachunek Różniczkowy”,
Częstochowa, 24 czerwca 2010 rok
- 2) K. Lewandowska, T. Kosztołowicz,
Wybrane zastosowania hiperbolicznych równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi,
II Sesja Naukowa „Ułamkowy Rachunek Różniczkowy”,
Częstochowa, 24 czerwca 2010 rok
- 3) M. Wysocka-Kunisz,
Kilka słów o dydaktyce fizyki w UJK w Kielcach,
XIX Jesienna Szkoła „Problemy dydaktyki fizyki”,
Dydaktyka fizyki w Polsce: historia – terażniejszość - perspektywy,
Krośnice 14-17 października 2010 rok
- 4) M. Głowacki, M. Hojny, R. Kuziak i W. Zalecki,
Wyznaczanie naprężenia uplastyczniającego stali w stanie półciekłym,
Seminarium „Stal dla nowoczesnego społeczeństwa - technologie i wyroby”,
Ustroń, kwiecień 2010 rok
- 5) M. Szpyrka, P. Matyasik i R. Mrówka,
Modelowanie systemów wbudowanych w języku Alvis,
XII Krajowa Konferencja Inżynierii Oprogramowania
i XVII Konferencja „Systemy Czasu Rzeczywistego”,
Gdańsk, 27–29 września 2010 rok

Komunikaty na konferencjach międzynarodowych

- 1) D. B. Thorn, G. Weber, A. Gumberidze, D. Banas, S. Fritzsche, S. Hagmann,
R. DuBois, S. Hess, C. Kozhuharov, R. Märtin, R. Reuschl, U. Spillmann,
A. Surzhykov, L. Sharma, S. Trotsenko, D. F. A. Winters, N. Winters,
C. J. Bostock, D. V. Fursa and I. Bray,
*Polarization and Anisotropic Emission of K-shell Radiation
from Heavy Few Electron Ions,*
10th International Colloquium on Atomic Spectra and Oscillator
Strengths for Astrophysical and Laboratory Plasmas,
Berkeley, California, USA, August 3 - 7, 2010
- 2) Y. Kayser, D. Banaś, W. Cao, J.-C. Dousse, J. Hoszowska, P. Jagodziński,
M. Kavcic, A. Kubala-Kukuś, S. Nowak, M. Pajek and J. Szlachetko,
*Depth profiling of dopants implanted in Si using the SR based high-resolution
grazing emission technique,*
17th International Conference on Ion Beam Modification of Materials (IBMM 2010),
Montréal, Canada, August 22 to 27, 2010

- 3) M. Pajek, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser, A. Kubala-Kukuś, S. Nowak, J. Szlachetko, M. Salome and J. Susini, *High-resolution grazing emission x-ray fluorescence: application in nanoscience*, 7th International Conference on Synchrotron Radiation in Materials Science (SRMS-7), Oxford, UK, July11-14, 2010
- 4) D. Banaś, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Böhm, S. Chatterjee, M. Czarnota, J.-Cl. Dousse, A. Gumberidze, S. Hagmann, P. Jagodziński, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, A. Müller, A. Kumar, M. Pajek, R. Reuschl, E. W. Schmidt, D. Sierpowski, U. Spillmann, A. Surzhykov, Th. Stöhlker, J. Szlachetko, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma and A. Warczak, *Radiative recombination in cold magnetized plasma*, 15th International Conference on the Physics of Highly Charged Ions (HCI-10), Shanghai, China, August 30 – September 3, 2010
- 5) S. Nowak, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser, A. Kubala-Kukuś, M. Pajek and J. Szlachetko, *Synchrotron Radiation Based High-Resolution Grazing-Emission X-Ray Fluorescence: a Multipurpose Surface Characterization Method*, Jaszowiec International School and Conference on the Physics of Semiconductors, Krynica-Zdrój, Poland, June 19-24, 2010
- 6) Y. Kayser, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, P. Jagodziński, M. Kavcic, A. Kubala-Kukuś, S. Nowak, M. Pajek and J. Szlachetko, *SR-based high-resolution GEXRF, a new technique to determine the depth distribution of dopants implanted in semiconductors*, European Conference on X-ray Spectrometry (EXRS 2010), Coimbra, Portugal, June 20-25, 2010
- 7) A. Kubala-Kukus, M. Pajek, J. Szlachetko, M. Salome and J. Susini, *Lateral distribution of elements in the multielemental standard samples studied by the synchrotron radiation based micro x-ray fluorescence*, 10th International Symposium on Synchrotron Radiation in Natural Sciences (ISSRNS-10), Szklarska Poręba, Poland, June 06-11, 2010
- 8) P. Jagodziński, M. Pajek, J. Szlachetko, D. Banaś, A. Kubala-Kukuś, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska and Y. Kayser, *Simulations of polycapillary-based wavelength dispersive x-ray flat-crystal spectrometer*, 10th International Symposium on Synchrotron Radiation in Natural Sciences (ISSRNS-10), Szklarska Poręba, Poland, June 06-11, 2010
- 9) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, M. Salomé, J. Susini, P. Jagodzinski, J. Cl. Dousse, J. Hoszowska and Y. Kayser, *Wavelength Dispersive Spectrometer for X-ray Micro-fluorescence analysis at the ESRF ID21 Beamline*, 10th International Conference on X-Ray Microscopy, Chicago, USA, August 15-20, 2010

- 10) M. Cotte, J. Szlachetko, V. A. Solé, M. Salomé and J. Susini,
How to Deal with Complex X-ray Fluorescence Spectra?
10th International Conference on X-Ray Microscopy,
Chicago, USA, August 15-20, 2010
- 11) M. Cotte, M. Salomé, J. Szlachetko, B. Fayard, M. Rak, F. Di Chiaro,
V. de Andrade, E. Gagliardini, G. Berruyer, V. A. Sole, J. Morse and J. Susini,
Micro-spectroscopies at ID21: Towards a Multimodal Strategy,
10th International Conference on X-Ray Microscopy,
Chicago, USA, August 15-20, 2010
- 12) J. A. Sans, G. Martínez-Criado, J. Szlachetko, M. Feneberg, K. Thonke,
G. Almonacid and A. Seruga,
Interfacial Diffusion in ZnO Grown on Sapphire,
10th International Conference on X-Ray Microscopy,
Chicago, USA, August 15-20, 2010
- 13) J. Stolarski, S. Reynaud, C. Ferrier-Pages, K. Janiszewska, I. Domart-Coulon,
E. Beraud, Y. Marrochi, M. Mazur, J. Szlachetko, and Meibom,
Scleractinian corals cultured in low Mg/Ca seawater form aragonite skeleton,
European Geosciences Union, General Assembly 2010,
Vienna, Austria, May 2 – 7, 2010
- 14) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, Salome, M. Pajek, P. Jagodzinski,
J.-Cl. Dousse, J. Hozzowska, Y. Kayser and J. Susini,
Application of wavelength-dispersive spectroscopy at ID21 X-ray
Microscopy beamline of ESRF: New possibilities for micro-fluorescence
and micro-XANES analysis,
10th International Symposium on Synchrotron Radiation
in Natural Sciences (ISSRNS-10),
Szklarska Poręba, Poland, June 06-11, 2010
- 15) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, M. Salome and J. Susini,
Multi-modal X-ray fluorescence detection at the ID21 X-ray microscopy beamline,
10th International Symposium on Synchrotron Radiation
in Natural Sciences (ISSRNS-10),
Szklarska Poręba, Poland, June 06-11, 2010
- 16) J. Szlachetko, M. Kavčič, M. Žitnik and K. Bučar,
Lifetime broadening-free L3 X-ray absorption spectrum of Xe
measured by X-ray resonant inelastic scattering,
10th International Symposium on Synchrotron Radiation
in Natural Sciences (ISSRNS-10),
Szklarska Poręba, Poland, June 06-11, 2010
- 17) J Hozzowska, J-Cl. Dousse, J Szlachetko, W Cao, P Jagodziński,
Y Kayser, S Nowak and M Kavčič,
First observation of two-electron one-photon transitions in single-photon impact,
37th International conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics,
Vancouver, Canada, July 11-16, 2010

- 18) J. Hoszowska, W Cao, J.-Cl. Dousse, K Fennane, Y Kayser, M Kavčič, J Szlachetko, M Szlachetko,
Photoinduced Ka hypersatellite x-ray emission for $12 \leq Z \leq 23$ elements,
37th International conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics,
Vancouver, Canada, July 11-16, 2010
- 19) M. Kavčič and J. Szlachetko,
Application of wavelength dispersive x-ray spectroscopy to improve detection limits in x-ray analysis,
European Conference on X-ray Spectrometry (EXRS 2010),
Coimbra, Portugal, June 20-25, 2010
- 20) M. Kavčič, M. Zitnik, K. Bučar and J. Szlachetko,
Lifetime-broadening removed L3 x-ray absorption spectrum of Xe measured by resonant inelastic x-ray scattering,
European Conference on X-ray Spectrometry (EXRS 2010),
Coimbra, Portugal, June 20-25, 2010
- 21) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, M. Salomé, P. Jagodzinski, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser and J. Susini,
Wavelength-dispersive spectrometer for x-ray micro-fluorescence analysis at the X-ray Microscopy beamline ID21 (ESRF),
European Conference on X-ray Spectrometry (EXRS 2010),
Coimbra, Portugal, June 20-25, 2010
- 22) M. Cotte, J. Szlachetko, V.A. Solé, M. Salomé and J. Susini,
Synchrotron-based micro x-ray fluorescence and cultural heritage: complex samples and complex spectra,
Synchrotron Radiation in Art and Archaeometry (SR2A-2010),
Amsterdam, Netherlands, November 7-10, 2010
- 23) S. Lahlil1, M. Cotte, N. Menguy, J. Szlachetko, J. Susini and I. Biron,
New insight on antimonate-based glass opacifiers by the use of SR-u-XANES, SR-u-XRF and TEM,
Synchrotron Radiation in Art and Archaeometry (SR2A-2010),
Amsterdam, Netherlands, November 7-10, 2010
- 24) J. Czub, D. Banaś, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, M. Jaskóła, U. Kaźmierczuk, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, Z. Szepliński and A. Wójcik,
Relative biological effectiveness and inactivation cross section for CHO-K1 cells irradiated by different ions,
Physics for health in Europe Workshop,
CERN, Genewa, Szwajcaria, February 2-4, 2010
- 25) J. Czub, D. Banaś, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak, M. Jaskóła, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, Z. Szepliński and A. Wójcik,
Evaluation of biological effectiveness of ^{12}C and ^{20}Ne ions with high LET using a micronucleus test,
38th Annual Meeting of the European Radiation Research Society,
Sztokholm, Szwecja, September 5-9, 2010

- 26) E. Staaf, K. Brehwens, S. Haghdoost, V.A. Nievaart, J. Czub, J. Braziewicz and A. Wójcik,
Biological effects of exposure to mixed beams of radiation: alpha particles and X-rays,
56th Annual Meeting of the Radiation Research Society,
Maui, Hawaje, USA, September 25-29, 2010
- 27) T. Kosztołowicz and K. Lewandowska,
Applying fractional derivative equations to the modeling of subdiffusion process,
3rd International Conference on Boundary Value Problems
“Integral Equations and Related Problems”,
Beijing and Baoding, China, August 20-25, 2010
- 28) T. Kosztołowicz, K. Lewandowska and K. Dworecki,
Anomalous transport in a membrane system,
5th International Conference Physics of Liquid Matter: Modern Problems,
Kyiv, Ukraine, May 21-24, 2010
- 29) K. Lewandowska and T. Kosztołowicz,
Anomalous transport in a system with chemical reactions,
5th International Conference Physics of Liquid Matter: Modern Problems,
Kyiv, Ukraine, May 21-24, 2010
- 30) K. Lewandowska i T. Kosztołowicz,
*Wybrane zastosowania hiperbolicznych
równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi*,
II Sesja Naukowa „Ułamkowy Rachunek Różniczkowy”,
Częstochowa, 24 czerwca 2010 rok

SEMINARIA

Seminaria w Instytucie*

- 1) Dr Peter Seyboth,
Onset of deconfinement and search for the critical point of strongly interacting matter,
24 luty
- 2) Mgr Radosław Maj,
Efekty coulombowskie w femtoskopii,
3 marca
- 3) Alina Czajka,
Supersymetria w mechanice kwantowej,
10 marca
- 4) Prof. dr hab. Szymon Malinowski,
Instytut Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego,
Globalne ocieplenie okiem fizyka,
24 marca
- 5) Dr Alexandre Gumberidze,
ExtreMe Matter Institute (EMMI) at the GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion
Research,
Structure and Dynamics of Highly-charged Ions in the Mid- and the High-Z Range,
7 kwietnia
- 6) Dr Stanisław Bajtlik,
Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie
Ciemna materia, ciemna energia - największy nierozwiązany problem w fizyce,
14 kwietnia
- 7) Dr Jacek Szabelski,
Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana w Łodzi,
JEM-EUSO - badania promieniowania kosmicznego najwyższych energii
26 maja
- 8) Dr Dariusz Banaś,
Program badawczy Laboratorium Fizyki Powierzchni w Instytucie Fizyki UJK,
9 czerwca
- 9) Prof. dr hab. Wojciech Florkowski,
Przejście fazowe QCD W zderzeniach ciężkich jonów i we wczesnym Wszechświecie,
13 października
- 10) Dr Maciej Rybczyński
Fluktuacje początkowe w zderzeniach relatywistycznych jonów,
3 listopada 2010 rok
- 11) Dr hab. Przemysław Piekarczyk, IFJ PAN Kraków,
Od fulerenów do grafenu: niezwykle własności nanostruktur węglowych,
17 listopada

* Afiliacja wykładowcy podana jest tylko w przypadku gości Instytutu Fizyki UJK.

- 12) Dr hab. Pitr Flin
Ludwik Silberstein (1872-1948), życie i dzieło,
24 listopada
- 13) Dr hab. Pitr Flin
Ciemna materia w galaktykach, uwagi historyczne,
1 grudnia
- 14) Dr Joanna Jałocha-Bratek,
IFJ PAN Kraków,
Ciemna materia w galaktykach,
1 grudnia
- 15) Dr hab. Tadeusz Kosztołowicz,
Fizyka nurkowania,
8 grudnia

Seminaria poza Instytutem

- 1) Prof. dr hab. W. Broniowski,
Size fluctuations cause pT fluctuations,
Collaboration Meeting NA49, Politechnika Warszawska,
Warszawa, 17 - 19 lutego
- 2) Dr hab. P. Flin,
Uwagi o powstawaniu struktur wielkoskalowych,
Kowersatorium Astrofizyczne,
Kraków, 14 kwietnia
- 3) Dr hab. P. Flin,
Testowanie scenariuszy powstawania struktur wielkoskalowych,
Semnarium Instytutu Fizyki, Uniwersytet Opolski,
Opole, 27 maja
- 4) Dr hab. P. Flin,
Ludwik Silberstein (1872-1948), życie i dzieło,
Centrum Fizyki Teoretycznej PAN,
Warszawa, 8 grudnia
- 5) Prof. dr hab. W. Florkowski,
Przejście fazowe QCD w zderzeniach ciężkich jonów i wczesnym Wszechświecie,
Seminarium Instytutu Fizyki Jądrowej PAN,
Kraków, 7 października
- 6) Dr J. Krywult,
Głębokie przeglądy nieba,
Olsztyńskie Obserwatorium i Planetarium,
Olsztyn, 12 luty
- 7) Prof. dr hab. St. Mrówczyński,
Quark-Gluon Plasma at LHC - strongly or weakly coupled,

- Warsztaty LHC, Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński,
Kraków, 23 kwietnia
- 8) Dr hab. M. Gaździcki,
Past, present and future of multiparticle production at high energy collisions,
Warsztaty LHC, Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński,
Kraków, 23 kwietnia
 - 9) Dr hab. M. Gaździcki,
NA61/SHINE physics program,
JINR Program Advisory Committee,
Dubna, Russia, 21 czerwiec
 - 10) Dr M. Rybczyński,
News on multiplicity fluctuations in p+p and p+Pb: plans for publication,
NA49 Collaboration Meeting, Politechnika Warszawska,
Warszawa, 17 - 19 lutego
 - 11) Dr M. Rybczyński,
Higher moments of multiplicity fluctuations, NA49 Collaboration Meeting,
CERN, Szwajcaria, 14 - 16 października
 - 12) Dr M. Rybczyński,
*Multiplicity fluctuations in pp and pPb, limiting fragmentation:
status of analysis, plans for publication,*
NA49 Collaboration Meeting,
CERN, Szwajcaria, 14 - 16 października
 - 13) Dr G. Stefanek,
Software validation on SLC5,
NA61 Collaboration Meeting, CERN,
Genewa, Szwajcaria, 3 czerwca 2010 rok
 - 14) Dr G. Stefanek,
Status and plans for NA61 2009 data calibration,
NA61 Collaboration Meeting, CERN,
Genewa, Szwajcaria, 6 czerwca
 - 15) Dr G. Stefanek,
Status of migration to SLC5,
NA61 Collaboration Meeting, CERN,
Genewa, Szwajcaria, 12 października
 - 16) Dr A. Wojtaszek-Szwarc,
News Transverse momentum vs. Multiplicity correlations,
NA49 Collaboration Meeting, Politechnika Warszawska,
Warszawa, 17 - 19 lutego
 - 17) Dr J. Szlachetko,
*Application of wavelength dispersive spectroscopy for synchrotron radiation
based x-ray emission analysis,*
Paul Scherrer Institute and Swiss Light Source,
Villigen, Szwajcaria, marzec

- 18) Dr hab. M. Szpyrka,
Alvis - modelling language for embedded systems,
Seminarium AGH,
Kraków, 15 lutego
- 19) Dr hab. M. Szpyrka,
Introduction to Esterel, Seminarium Alvis,
Seminarium Laboratorium Informatyki, Katedra Automatyki AGH,
Kraków, 13 października
- 20) Dr hab. M. Szpyrka,
Introduction to SyncCharts, Seminarium Alvis, Laboratorium Informatyki,
Seminarium Katedry Automatyki AGH,
Kraków, 20 października

Granty MNiSW realizowane w Instytucie

lp.	Kierownik	tytuł projektu
1	Dariusz Banaś	<i>Badanie procesów atomowych w oddziaływaniach całkowicie zjonizowanych i kilkuelektronowych ciężkich jonów z elektronami z wykorzystaniem metod spektroskopii rentgenowskiej</i>
2	Grzegorz Stefanek	<i>Efekty korelacyjne w zderzeniach relatywistycznych jonów – eksperyment NA49</i>
3	Stanisław Mrówczyński	<i>Produkcja hadronów w zderzeniach jądrowych przy CERN SPS – eksperyment NA61/SHINE</i>