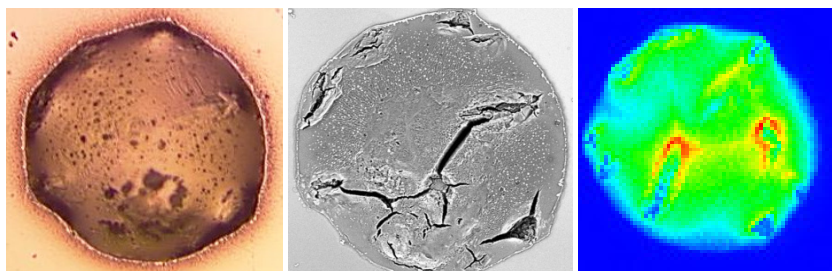


Raport Roczny Instytutu Fizyki 2009



Optical image

SEM

X-ray image

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego
w Kielcach

SPIS TREŚCI	strona
Rok 2009 w Instytucie Fizyki UJK	3
Struktura instytutu	4
Działalność naukowa	5
Zakład Fizyki Atomowej	5
Zakład Fizyki Molekularnej	10
Zakład Fizyki Jądrowej	12
Zakład Astrofizyki	16
Zakład Fizyki Medycznej	20
Zakład Fizyki Teoretycznej	24
Zakład Fizyki Komputerowej	29
Zakład Informatyki	33
Publikacje	34
Artykuły w czasopismach z listy filadelfijskiej	34
Inne publikacje	39
Artykuły popularno-naukowe	40
Udział w konferencjach	41
Wykłady na konferencjach międzynarodowych	41
Wykłady na konferencjach krajowych	45
Komunikaty	45
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

- Zbigniew Włodarczyk uzyskał tytuł profesora nauk fizycznych, Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa
- Grażyna Suchanek uzyskała stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych, Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN, Lublin
- Przemysław Kościk uzyskał stopień doktora nauk fizycznych, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, UJK, Kielce, promotor Anna Okopińska
- opublikowaliśmy 59 artykułów w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej
- realizowaliśmy 4 granty MNiSW
- Dzięki wsparciu finansowemu z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka rozpoczęła się budowa laboratorium wykorzystującego źródło jonów EBIT (*Electron Beam Ion Trap*)
- Uruchomiony został a następnie był realizowany projekt FENIKS - trzyletni program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach finansowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki Europejskiego Funduszu Społecznego
- W dniach 17-25 października gościła w instytucie interaktywna wystawa *Wielki Zderzacz Hadronów – Jak to działa?* Wystawa cieszyła się wielkim zainteresowaniem, zwiedziło ją tysiące osób.
- W dniach 10-30 listopada gościła w instytucie fotograficzna wystawa *Era nowych odkryć – 50-lecie NASA*.
- D. Banaś, J. Braziewicz, W. Broniowski, St. Mrówczyński, M. Pajek, J. Semaniak, Z. Włodarczyk, P. Flin, P. Kościk, T. Kosztołowicz, S. Wąsik, K. Dworecki i M. Wysocka-Kunisz otrzymali nagrody Rektora UJK
- M. Szpyrka otrzymał Indywidualną Nagrodę Ministra I stopnia za książkę pt. *Sieci Petriego w modelowaniu i analizie systemów współbieżnych*

Na dalszych stronach tego raportu przedstawiamy organizację i strukturę instytutu (według stanu na 31 grudnia 2009 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 2009 roku badania określa nr publikacji na liście *Artykuły w czasopismach z listy filadelfijskiej* ze strony 34.

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 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-Kunis

Prof. dr hab. inż. M. Ziółko

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

Badanie rozkładów pierwiastków przy wykorzystaniu mikro-rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym

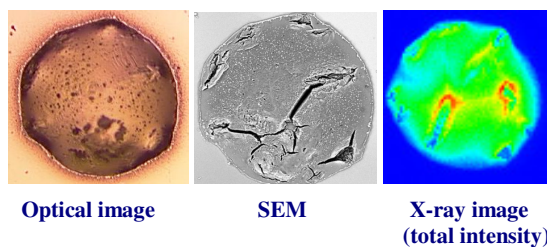
A. Kubala-Kukuś, J. Szlachetko, M. Pajek, J. Susini¹⁾ i M. Salome¹⁾

Rentgenowska analiza fluorescencyjna z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) jest powszechnie wykorzystywaną w przemyśle półprzewodnikowym metodą określania zanieczyszczeń na powierzchni krzemu. Alternatywną metodą pomiarową śladowych zanieczyszczeń krzemu jest rentgenowska analiza fluorescencyjna dla małych kątów emisji (GEXRF) w połączeniu ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym oraz detekcją promieniowania fluorescencyjnego z wysoką zdolnością rozdzielczą. Wymienione techniki pomiarowe umożliwiają dokonanie analizy ilościowej, a w typowej procedurze kalibracyjnej roztwory standardowe nanoszone są w postaci mikro-kropeł (~ μl) na podkładki krzemowe. Po odparowaniu, sucha pierwiastkowa pozostałość na podkładce jest wykorzystywana jako próbka referencyjna. Jednakże, rozkład pozostałego na podkładce materiału nie jest znany dokładnie i w konsekwencji taka procedura kalibracyjna może być obciążona niepewnością związaną z założeniem, że suchą pozostałość tworzą grupy cząstek, co jest zazwyczaj zakładane, czy też rozkład ten jest jednorodną warstwą.

Badano rozkłady pierwiastkowe próbek kalibracyjnych przy wykorzystaniu metody mikro-rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (μ-XRF) ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym. Celem było określenie morfologii suchej pozostałości oraz zbadanie jednorodności rozkładów pierwiastków. Pomiarzy zostały przeprowadzone w ESRF, w Grenoble, na wiązce ID21.

W eksperymencie wielopierwiastkowy roztwór standardowy naniesiono w postaci kropli (0.5 μl) na podkładkę krzemową i suszono w temperaturze od 20°C do 200°C. Po odparowaniu sucha pozostałość była analizowana metodą μ-XRF. Wiązka pierwotna (energia 7.2 keV, strumień ~ 10⁹ fotonów/s) zogniskowana została do rozmiarów 0.7 μm x 0.3 μm. Rentgenowskie widma fluorescencyjne rejestrowano przy wykorzystaniu detektora HpGe dla każdego piksela mapowanego obszaru. Zmierzone dwuwymiarowe skany fluorescencyjne zostały następnie porównane z obrazami z mikroskopu optycznego oraz skaningowego mikroskopu elektronowego (patrz rys.).

Zaobserwowano, że dla wysokich temperatur suszenia, rozmiar pierwiastkowej pozostałości koresponduje z rozmiarem kropli (2-3 mm), natomiast dla niskich temperatur rozmiar ten jest znacznie mniejszy, rzędu 300-400 μm. Ponadto zwrócono uwagę na niejednorodny rozkład pierwiastków oraz na korelacje między rozkładami pewnych grup pierwiastków. Rezultaty te zostaną wykorzystane w opracowaniu poprawnej procedury kalibracji ilościowej metod TXRF oraz GEXRF analizy pierwiastkowej materiałów półprzewodnikowych.



Porównanie obrazów z mikroskopu optycznego, skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) oraz skanu fluorescencyjnego dla wielopierwiastkowego roztworu standardowego naniesionego w postaci kropli na podkładkę krzemową i wysuszonego w temperaturze 30°C. Rozmiar analizowanej suchej pozostałości wynosi 380 μm.

¹⁾ European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble, Francja

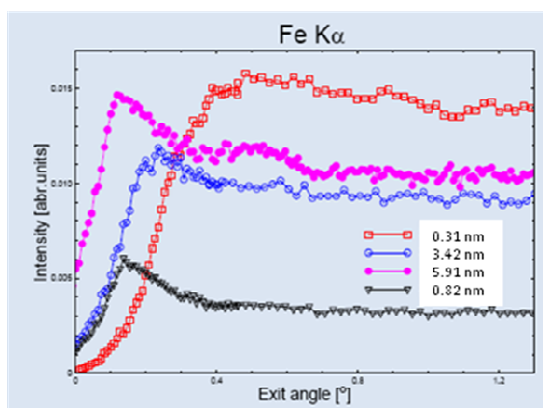
Badanie morfologii nanostruktur powierzchniowych przy wykorzystaniu metody GEXRF ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym

*S. Nowak¹⁾, Y. Kayser¹⁾, J.-Cl. Dousse¹⁾, J. Hoszowska¹⁾, W. Cao¹⁾,
A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, M. Pajek i J. Szlachetko*

Jednym z głównych trendów w produkcji materiałów półprzewodnikowych o określonych optycznych, elektronicznych i magnetycznych właściwościach jest wykorzystanie nanostruktur powierzchniowych. Dlatego też badanie morfologii struktur powierzchniowych o nano rozmiarach jest przedmiotem zainteresowania w nanotechnologii półprzewodników, w szczególności, kiedy badania te można połączyć z określeniem rozkładów głębokościowych atomów zdeponowanych na powierzchni. W takich badaniach szczególne zastosowanie znajduje technika rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej dla małych kątów emisji (GEXRF) z zastosowaniem wzbudzenia promieniowaniem synchrotronowym oraz detekcją promieniowania fluorescencyjnego z wysoką zdolnością rozdzielczą. Metoda ta pozwala na określenie koncentracji śladowych domieszek w krzemie, z uwzględnieniem możliwości dwuwymiarowego mapowania badanej powierzchni oraz określenia profili głębokościowych tych domieszek.

W omawianym projekcie zastosowano metodę GEXRF do badania morfologii powierzchni bardzo cienkich warstw zdeponowanych na krzemie. Badano warstwy MgO, Al, Cr i Fe o grubości od 1 do 20 nm, różne morfologicznie, od dobrze rozseparowanych wysp do warstw jednolitych, pokrywających jednolicie podkładkę krzemową. Eksperyment został przeprowadzony w ESRF, na wiązce ID21, z zastosowaniem spektrometru krystalicznego typu von Hamosa o wysokiej zdolności rozdzielczej ($\sim eV$). Intensywność linii fluorescencyjnych $K\alpha$ pierwiastków: Mg, Al, Cr i Fe, rejestrowane były w funkcji kąta emisji, dla wartości bliskich kątowi krytycznemu φ_c ($\sim 1^\circ$). Energia wiązki pierwotnej wynosiła odpowiednio: 3,5 keV dla Mg i Al, oraz 7,2 keV dla Cr i Fe. Dla zastosowanych kątów emisji promieniowanie fluorescencyjne z podkładki krzemowej ograniczone jest do warstwy o grubości dziesiątków nm, jest zatem istotnie zredukowane.

Zaobserwowano, że kształt zmierzonych zależności kątowych (patrz rys.) silnie zależy od morfologii warstwy powierzchniowej, a dokładna informacja o strukturze warstwy oraz rozkładzie pierwiastków może być uzyskana przez porównanie krzywych eksperymentalnych z przewidywaniami teoretycznymi. Spodziewanym rezultatem prowadzonych badań będzie zaprezentowanie możliwości wykorzystania metody GEXRF w badaniu nanostruktur na powierzchni półprzewodników.



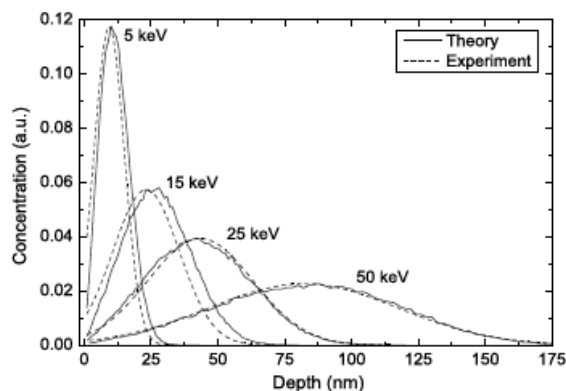
Zmierzone zależności kątowe intensywności linii fluorescencyjnej Fe- $K\alpha$ wzbudzonej promieniowaniem synchrotronowym o energii 7,2 keV w warstwach Fe o różnych grubościach naniesionych na podkładkę krzemową.

¹⁾ Department of Physics, University of Fribourg, CH-1700 Fribourg, Switzerland

Zastosowanie metody GEXRF ze wzbudzeniem promieniowaniem synchrotronowym do wyznaczenia profili głębokościowych aluminium implantowanego w krzemie

Y. Kayser¹⁾, J.-Cl. Dousse¹⁾, J. Hoszowska¹⁾, W. Cao¹⁾, A. Kubala-Kukuś, D. Banąś, M. Pajek, J. Szlachetko, M. Salomé²⁾, J. Susini²⁾, P. Jagodzinski³⁾ i M. Kavcic⁴⁾

Implantacja jonami jest techniką, dzięki której modyfikuje się własności warstw powierzchniowych materiałów. W przemyśle półprzewodnikowym, dla przykładu, implantacja jonami wykorzystywana jest do produkcji układów scalonych, w których elektryczne własności wybranych obszarów półprzewodnika modyfikowane są przez bombardowanie tych obszarów jonami. Postęp w rozwoju mikroelektroniki wymaga zatem stosowania czułych technik analizy profili głębokościowych jonów implantowanych w półprzewodniku. Potencjalne możliwości zastosowania w tej dziedzinie metody rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej dla małych kątów emisji (GEXRF) testowano w badaniu profili głębokościowych krzemu implantowanego jonami aluminium. Profile głębokościowe otrzymuje się przez pomiar zależności intensywności emitowanej linii fluorescencyjnej Al-K α od kąta emisji w obszarze kąta krytycznego promieniowania Al-K α . Kształt profili głębokościowych jest zdeterminowany przez energię jonu, a koncentracja jonów przez dawkę implantacji.



Porównanie profili głębokościowych jonów Al implantowanych w krzemie dla różnych energii implantacji, wyznaczonych z eksperymentalnych zależności kątowych intensywności linii fluorescencyjnej Al-K α wzbudzonej promieniowaniem synchrotronowym o energii 1570 eV, z profilami obliczonymi w oparciu o symulacje TRIM.

Badane próbki krzemu implantowane były jonami aluminium o energii odpowiednio 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 oraz 100 keV oraz dawce 10^{16} jonów/cm². Pomiar przeprowadzono w ESRF w Grenoble, na wiązce ID21. Widma rejestrowano przy pomocy spektrometru krystalicznego von Hamosa o wysokiej zdolności rozdzielczej (~eV). Zmierzone zależności kątowe intensywności linii fluorescencyjnej Al-K α wzbudzonej promieniowaniem synchrotronowym o energii 1570 eV umożliwiły odtworzenie profili głębokościowych jonów Al implantowanych w krzemie dla dyskusowanych energii implantacji. Uzyskane profile eksperymentalne porównano z przewidywaniami teoretycznymi obliczonymi przy wykorzystaniu symulacji TRIM (**T**ransport of **I**ons in **M**atter). W przypadku badanych energii implantacji jonów aluminium, profile jonów modelowane są przez rozkład Gaussa. Wyznaczone eksperymentalnie profile dobrze odtwarzają symulacje teoretyczne. Pomiar zależności kątowych emitowanej linii fluorescencyjnej umożliwia zatem odtworzenie rozkładu jonów implantowanych w badanym materiale. Otrzymane rezultaty prezentują możliwości zastosowania metody GEXRF do badania profili głębokościowych jonów implantowanych w materiałach półprzewodnikowych.

¹⁾Department of Physics, University of Fribourg, CH-1700 Fribourg, Switzerland

²⁾European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), F-38043 Grenoble, France

³⁾Politechnika Świętokrzyska, 25-314 Kielce, Polska

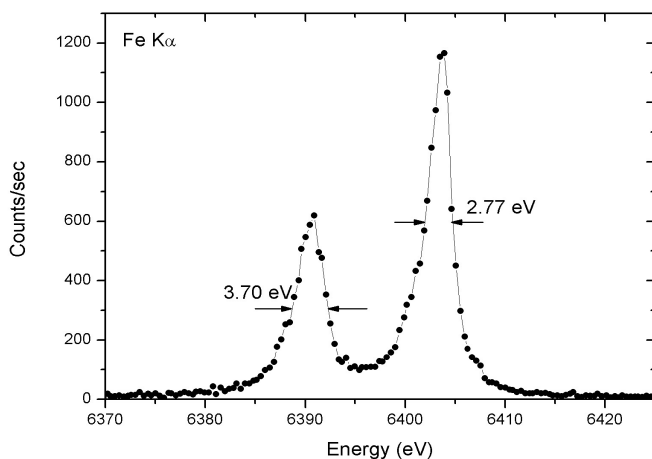
⁴⁾J. Stefan Institute, P.O. Box 3000, SI-1001 Ljubljana, Slovenia

Mikroskopowa analiza fluorescencyjna z wykorzystaniem spektrometru krystalicznego na linii eksperymentalnej ID21 Europejskiego Centrum Promieniowania Synchrotronowego

J. Szlachetko, M. Cott^{1,2)}, J. Morse¹⁾, M. Salomé¹⁾, P. Jagodzinski³⁾, J.-Cl. Dousse⁴⁾, J. Hoszowska⁴⁾, Y. Kayser⁴⁾ i J. Susini¹⁾

Linia eksperymentalna ID21 w Europejskim Centrum Promieniowania Synchrotronowego w Grenoble we Francji przeznaczona jest do mikroskopii i mikro-analazy w zakresie promieniowania rentgenowskiego od 1keV do 7keV. Linia ID21 ukierunkowana jest na analizę mikro-fluorescencyjną oraz absorpcyjną (XANES) z głównym zastosowaniem w aplikacjach geologicznych, archeologicznych oraz biologicznych. Obecnie, obniżenie poziomów detekcji jest najważniejszym kierunkiem rozwoju w analizie fluorescencyjnej. W tym celu, skonstruowany i wybudowany został spektrometr krystaliczny przeznaczony do detekcji promieniowania charakterystycznego.

Spektrometr krystaliczny składa się z dwóch głównych komponentów: stołu z uchwytem polikapillary oraz goniometru. Promieniowanie fluorescencyjne emitowane z analizowanej próbki, ogniskowane jest przy wykorzystaniu polikapillary i kierowane na płaski kryształ. Odbite na kryształach fotony rejestrowane są przez detektor gazowy. Spektrometr wyposażony jest w cztery kryształy (TIAP(001), ADP(101), Si(111), Ge(220)) umożliwiające pomiar promieniowania fluorescencyjnego w zakresie od 0.5keV do 7.5 keV. Otrzymana energetyczna zdolność rozdzielcza spektrometru jest w zakresie od kilku do kilkunastu eV, natomiast wyznaczony poziom detekcji jest rzędu ppm. Spektrometr będzie wykorzystywany w analizie próbek medycznych, biologicznych, archeologicznych oraz zabytkowych. W celu poprawienia zdolności rozdzielczej spektrometru przetestowano geometrie pomiaru z wykorzystaniem dwóch kryształów odbijających. Otrzymane wyniki pokazały możliwość obniżenia energetycznej zdolności rozdzielczej do poziomu elektronowolta. Dzięki temu spektrometr będzie także wykorzystany do zaawansowanej analizy chemicznej z wykorzystaniem procesu rezonansowego rozpraszania Ramanowskiego.



Widmo promieniowania charakterystycznego K- α dla Fe otrzymane z ogniskowaniem polikapillary oraz wykorzystaniem dwóch kryształów dyfrakcyjnych

¹⁾ European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francja

²⁾ Centre of Research and Restoration of French Museums, Paris, Francja

³⁾ Politechnika Świętokrzyska, Kielce

⁴⁾ Department of Physics, University of Fribourg, Fribourg, Szwajcaria

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

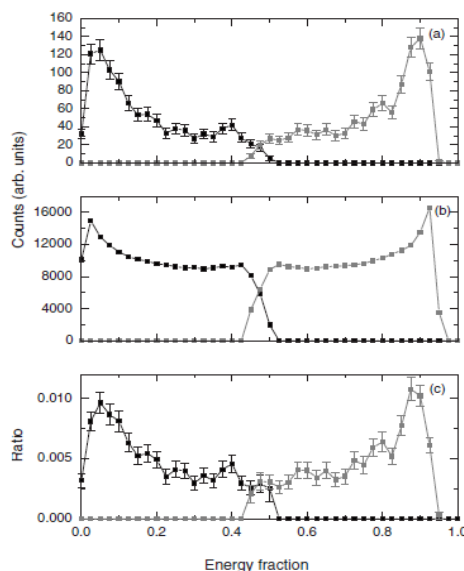
Badanie procesów rekombinacji dysocjatywnej zachodzących w niskotemperaturowej plazmie^[49,50]

Jacek Semaniak i Magdalena Kamińska

Rekombinacja dysocjatywna jest złożonym procesem kolizyjnym, w którym swobodny elektron ulega rekombinacji z jonem molekularnym AB^+ tworząc neutralną molekułę, która dysocjuje na neutralne fragmenty. Schematycznie proces można zapisać następująco: $AB^+ + e^- \rightarrow A^* + B + E_{kin}$. Stan wzbudzenia produktów, które mogą być atomami lub cząsteczkami zależy od uwalnianej w reakcji energii kinetycznej E_{kin} . Rekombinacja dysocjatywna zachodzi efektywnie przy niskich energiach zderzenia, dlatego odgrywa dużą rolę w niskotemperaturowej plazmie, w której występują jony molekularne. Z tego typu plazmą mamy do czynienia m.in. w ciemnych i dyfuzyjnych obłokach międzygwiazdowych, jonosferach planetarnych, komach komet, plazmie płomieniowej i brzegowych obszarach tokamaków.

Eksperyment dotyczący badania rekombinacji dysocjatywnej jonów CH_5^+ [1] i CH_2CHCNH^+ [2], został przeprowadzony na wiązce ciężkojonowego pierścienia kumulującego CRYRING w Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie, Szwecja. Najnowsze wyniki uzyskane techniką FALP wskazują, że w rekombinacji dysocjatywnej jonów CH_5^+ dominującym kanałem jest $CH_4 + H$ obserwowany z prawdopodobieństwem 0,95, podczas gdy prawdopodobieństwo dla tego kanału zmierzone w CRYRING wyniosło zaledwie 0,05. Ze względu na różnicę w wynikach zaistniała konieczność zbadania reakcji pod kątem rozpadu sekwencyjnego: $CH_5^+ + e^- \rightarrow CH_5^{**} \rightarrow CH_4^* + H \rightarrow CH_3 + H + H$, gdzie powstała w pierwszym kroku cząsteczka metanu ma wystarczającą energię, aby rozpaść się na dwa fragmenty CH_3 i H . Dynamika powyższej reakcja została zbadana eksperymentalnie za pomocą detektora pozycyjnie czułego.

Z analizy określającej jaka część energii kinetycznej E_{kin} uwalnianej w reakcji jest unoszona przez atomy wodoru E_{H1} i E_{H2} (odpowiednio kolor czarny i szary na rysunku) wynika, że jeden z atomów wodoru otrzymuje niewielką ilość energii kinetycznej E_{kin} , natomiast drugi większość. Jest to widoczne w postaci maksimów w widmach eksperymentalnym z rys.(a), symulacji rys.(b) oraz ilorazie rozkładów (a) i (b) z rys.(c), co jednoznacznie wskazuje, że zachodzi rozpad sekwencyjny.



Przekrój czynny w rekombinacji dysocjatywnej jonów CH_2CHCNH^+ został zmierzony w zakresie $\sim 0-1$ eV, współczynnik rekombinacji wyniósł $\alpha = 1,78 \cdot 10^{-6} (T/300)^{-0,8} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$. W 50% przypadków nie zaobserwowano zrywania wiązań pomiędzy ciężkimi atomami. W pozostałych przypadkach doszło do zerwania wiązania pomiędzy atomami C-C, co doprowadziło do powstania fragmentów zawierających po dwa ciężkie atomy (2C i CN). Otrzymane wyniki zostały zastosowane w modelowaniu ciemnych obłoków międzygwiazdowych do obliczenia koncentracji molekuł zawierających azot w obłoku molekularnym TMC-1.

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 w 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

GLISSANDO: GLauber Initial State Simulation AND mOre^[21]

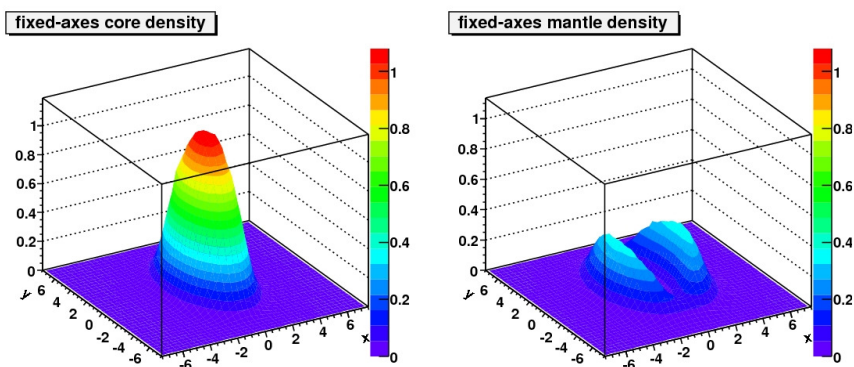
M. Rybczyński, W. Broniowski¹⁾ i P. Bożek²⁾

Utworzono generator Monte-Carlo dla dużej różnorodności modeli typu glauberowskiego. Wykorzystano model zranionych nukleonów, model zderzeń dwuciałowych, model mieszany oraz model z hot-spotami. We wszystkich powyższych modelach można opisać początkową fazę zderzenia relatywistycznych jonów, w szczególności przestrzenny rozkład osadzania się energii poprzecznej, która prowadzi do produkcji i emisji cząstek z obszaru oddziaływania. Oryginalny, geometryczny rozkład źródeł w płaszczyźnie poprzecznej może być złożony z dowolnym rozkładem statystycznym symulującym rozrzut generowanej energii poprzecznej w każdym zderzeniu.

Program generuje między innymi dwuwymiarowe profile gęstości źródeł (patrz rys.) w płaszczyźnie poprzecznej oraz ich azymutalne składowe fourierowskie. Profile te mogą być użyte do późniejszej analizy różnych zjawisk fizycznych takich jak: tłumienie jetów, hydrodynamiki "przypadek po przypadku" czy przepływu eliptycznego i jego fluktuacji.

GLISSANDO ver. 2.07

208+208, 30000 events
b=10.5 - 11.5 fm
wounded nucleon model: $\sigma_w = 63.0$ mb



Rozkłady gęstości źródeł w niecentralnym zderzeniu ołów-ołów przy energii 2.76 TeV/n. Lewa strona: nukleony, które oddziaływały co najmniej raz (core). Prawa strona: nukleony, które oddziaływały tylko raz (corona).

Charakterystyki zderzeń (krotności, ekscentryczności, współczynniki fourierowskie itp.) zapisywane są w zewnętrznym pliku w formacie ROOT i mogą być analizowane później. W szczególności analiza typu "przypadek po przypadku" może być realizowana w sposób szczególnie prosty, ponieważ do tego celu przygotowano kilkanaście skryptów. Dodatkowo przygotowano wersje programu, które można używać do generowania i analizy zderzeń proton-jądro i deuteron-jądro.

¹⁾ również Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

²⁾ Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

Produkcja hadronów w zderzeniach jądrowych przy CERN SPS - eksperyment NA61

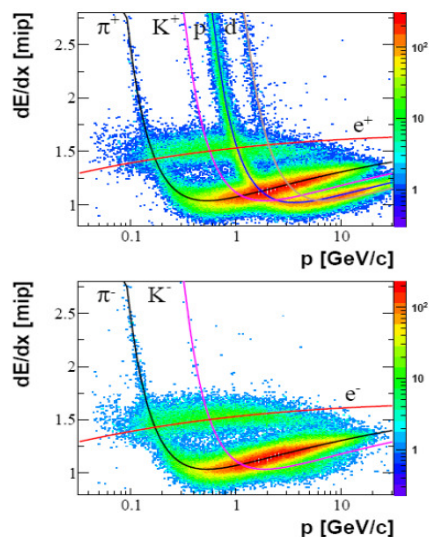
*M. Gaździcki, St. Mrówczyński, M. Rybczyński, P. Seyboth, G. Stefanek,
Z. Włodarczyk, A. Wojtaszek i kolaboracja NA61*

Eksperyment NA61 jest sukcesorem prowadzonego w CERN od lat 90-tych eksperymentu NA49. Układ eksperymentalny jest oparty na detektorze NA49 ze znacznymi jednak modyfikacjami. Podstawowe z nich to: wykorzystanie dodatkowego detektora TOF pokrywającego obszar wokół kierunku wiązki akceleratora SPS oraz użycie detektora 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 2009 zebrano następujące liczby zderzeń:

p+C (cienka tarcza) 31GeV, 6 mln
 p+C (replika tarczy eksperymentu T2K) 31GeV, 4 mln
 p+p 31GeV 3 mln; p+p 20GeV, 2mln; p+p 40GeV, 6mln;
 pi+C 350GeV, 6mln; pi+C 158GeV, 5mln;
 p+p 158GeV, 4mln; p+p 80GeV, 4mln.

Badania prowadzone w ramach NA61 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 stanowią 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.



Straty energii dE/dx w detektorach TPC w funkcji pędu cząstek naładowanych dodatnio (rys. górny) i ujemnie (rys. dolny).

Dane zebrane w roku 2007 zostały już w całości skalibrowane i są w bardzo zaawansowanym stadium analizy. Otrzymane rezultaty fizyczne są niezbędne do precyzyjnego modelowania wiązki neutrin w eksperymencie T2K, co z kolei umożliwi lepsze zrozumienie mechanizmu odpowiedzialnego za zjawisko mieszania się neutrin różnych typów. Dane zebrane w roku 2009 są właśnie w fazie bardzo szczegółowej i złożonej kalibracji obejmującej zarówno korygowanie prędkości dryfu w detektorach TPC jak i geometrii wszystkich detektorów oraz wzajemnych położeń między detektorami. We wszystkich pracach prowadzonych w roku 2009 bardzo intensywnie uczestniczyła grupa z UJK.

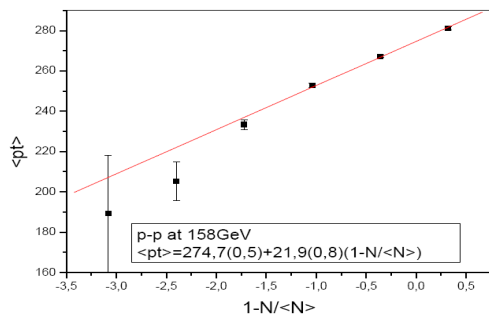
Korelacje średniego pędu poprzecznego i krotności produkowanych cząstek w zderzeniach relatywistycznych jonów - eksperyment NA49

Agnieszka Wojtaszek-Szwarc i kolaboracja NA49

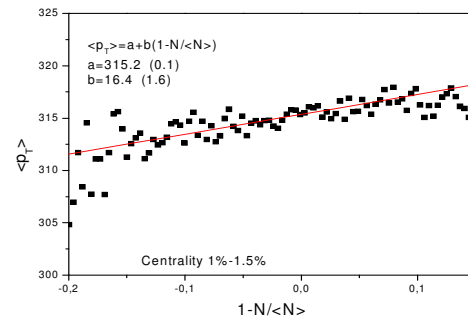
W eksperymencie NA49 w zderzeniach proton-proton przy wysokich energiach stwierdzono występowanie korelacji pomiędzy pędem poprzecznym (p_T) wyprodukowanych cząstek i ich krotnością (N). W obszarze energii działania akceleratora SPS w CERN korelację tę można sparametryzować formułą

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

gdzie $\langle p_T \rangle_{(N)}$ oznacza średni pęd poprzeczny w zderzeniach o krotności N ; parametr b mierzy siłę korelacji. Zgodnie ze wzorem, im więcej jest wyprodukowanych cząstek, tym mniejszy jest ich średni pęd poprzeczny. Jak widać na rys. 1 korelacja obserwowana w zderzeniach proton-proton przy energii 158 GeV jest wyraźna, a $b = 21.9 \pm 0.8$ MeV. Zachodzi pytanie, czy podobna korelacja występuje również w zderzeniach ciężkich jonów i jaka jest zależność tej korelacji od energii zderzenia?



Rys. 1 Zależność średniego pędu poprzecznego od krotności w zderzeniach proton-proton.



Rys. 2 Zależność średniego pędu poprzecznego od krotności w centralnym zderzeniu ołów-ołów.

Analiza została przeprowadzona dla pięciu energii zderzeń (20, 30, 40, 80 i 158 GeV na nukleon) w wąskich przedziałach centralności określanej przy użyciu kalorymetru Veto, który mierzy energię niesioną przez nukleony z pocisku nie biorące udziału w zderzeniu. Należy przy tym pamiętać, że liczba uczestników z tarczy fluktuuje nawet i wtedy, gdy liczba uczestników z pocisku jest ściśle określona. Na rys. 2 pokazana jest zależność średniego pędu poprzecznego od krotności w centralnych zderzeniach ołów-ołów przy energii 158 GeV na nukleon. Podobnie jak w zderzeniach proton-proton, korelacja jest wyraźnie widoczna.

Analiza wykazała, korelacja jest silniejsza w zderzeniach centralnych niż peryferycznych. Co więcej, okazało się, że wartość parametru b w zderzeniach proton-proton i najbardziej centralnych zderzeniach ołów-ołów przy tej samej energii jest podobna. Na uwagę zasługuje też fakt iż korelacja w zderzeniach centralnych jest niemal tak samo silna bez względu na energię zderzenia. Im bardziej peryferyczne zderzenie tym obserwujemy słabszą korelację pędu poprzecznego i krotności. W zderzeniach najbardziej peryferycznych korelacja nie jest obserwowana.

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

Dynamika małych ciał Układu Słonecznego

Paweł Kankiewicz

Prowadzono badania dynamiki obiektów krążących wokół Słońca po skrajnie nachylonych orbitach, które, w szczególności, odpowiadają ruchowi wstecznemu. W roku 2009 było dobrze znanych około 20 takich orbit. Większość tych ciał uważana jest za planetoidy, ale należy zakładać, że duża część jest kometami o nie potwierdzonej aktywności. W czasie wykonywania obliczeń kilka z owych obiektów została przeklasyfikowana jako komety. Obecnie niemal wszystkie klasyfikowane są jako transneptunowe (TNO) i Centaury. Dużą grupę stanowią Damokloidy, których ekstremalnie wydłużone orbity mogą sięgać do orbit planet grupy ziemskiej. Mogą one zostać wciągnięte na listę zagrożających Ziemi.

Jak dowodzą wyniki symulacji numerycznych, w przeszłości planetoidy te były pod wpływem planet grupy Jowisza, a nachylenia zmieniały się w skalach czasu rzędu 10^5 lat. Na długookresowe zmiany elementów miały wpływ przede wszystkim rezonanse wiekowe z Neptunem i Uranem. Trudno jest podać jednoznaczny scenariusz ewolucyjny z powodu chaotycznych własności orbit i ograniczonego materiału obserwacyjnego. Istnieje jednak znaczące prawdopodobieństwo, że część planetoid zmieniło ruch na wsteczny w ciągu ostatniego miliona lat, a znaczny odsetek znanej populacji został przyciągnięty z odległych struktur peryferyjnych Układu Słonecznego. Na uwagę zasługuje planetoida 2007 VA85, która jest planetoidą typu Amora, mogącą stanowić zagrożenie dla Marsa i Ziemi. Jest to pierwszy tego typu obiekt poruszający się ruchem wstecznym. W przeszłości poruszał się po dalszej, bardziej ekscentrycznej orbicie i zmienił ruch z prostego na wsteczny.

Zbadanie scenariuszy ewolucyjnych dla tych planetoid wymagało złożonych obliczeń numerycznych w celu zbadania propagacji błędów obserwacyjnych. Typowo, wymaga to numerycznego rozwiązania równań ruchu perturbowanego dla tysięcy przypadków. Zastosowano w tym celu obliczenia równoległe na klastrze komputerowym IF UJK.

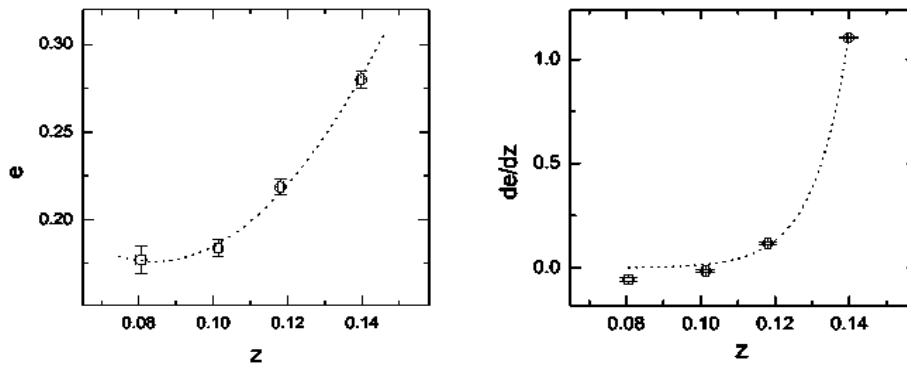
Badania dynamiczne są częściowo wspierane przez program obserwacyjny prowadzony na teleskopie 0.35m w Obserwatorium Astronomicznym UJK. Obejmuje on astrometrię komet i planetoid oraz fotometrię planetoid w celu wyznaczenia ich własności fizycznych. Możliwości programu obserwacyjnego są szersze i wykraczają poza obserwacje małych ciał. W 2009 r. przeprowadzono dodatkowe obserwacje fotometryczne gwiazd zmiennych w ramach kilku projektów. Obserwowano podwójną gwiazdę zmienną zaćmieniową FM Leo – wyniki przyczyniły się do wyznaczenia i opublikowania absolutnych własności orbitalnych i fizycznych tego układu. Wykonano także fotometrię dwóch gwiazd zmiennych kataklizmicznych.

Kształt grup i gromad galaktyk^[15]

Monika Biernacka, Piotr Flin i Elena Panko¹⁾

Jednym z istotnych zagadnień współczesnej kosmologii jest problem powstawania struktur wielkoskalowych. W obowiązującym paradygmacie czyli modelu ciemnej materii ze stałą kosmologiczną Λ CDM przyjęto, że hierarchiczne grupowanie się galaktyk prowadzi do powstania struktur wielkoskalowych. Mimo licznych symulacji komputerowych i obserwacji, nie wszystkie szczegóły nawet tego obrazu są znane.

Bazowym materiałem obserwacyjnym w naszych badaniach jest katalog struktur galaktyk (Panko & Flin, 2006), który jest statystycznie kompletny do jasności $r_F = 18.3^m$, co odpowiada $z \leq 0.18$. Katalog ten zawiera dane o strukturach mających przynajmniej 10 galaktyk. Wykorzystując empiryczną zależność $m_{10} - \log z$ dla wszystkich 6188 struktur w katalogu PF oceniono odległości. Stosując metodę elipsy kowariancji dla każdej struktury wyznaczono jej eliptyczność, biorąc pod uwagę współrzędne galaktyk w zakresie wielkości gwiazdowych $m_3, m_3 + 3^m$. Eliptyczność struktury $e = 1 - b/a$, gdzie a i b są wartościami dużej i małej osi elipsy, opisuje kształt gromady na sferze niebieskiej.



Przebadano zależność eliptyczności od liczebności struktury i przesunięcia ku czerwieni z . Pod względem liczebności wyróżniono cztery grupy, a mianowicie: grupę zawierającą 10-30 galaktyk, 31-50, 51-100 oraz grupę zawierającą ponad 100 galaktyk. Ten podział wynikał z podobieństw rozkładów eliptyczności w każdej z grup. Stwierdzono, że rozkład eliptyczności dla bardziej licznych struktur ($N > 50$) jest identyczny, natomiast mniej liczne struktury pochodzą z innej populacji. Grupy są bardziej eliptyczne niż gromady i statystycznie mają większe z . Tylko struktury mające 10-30 członków wykazują silną korelację $e - z$. Jak widać na rysunku (lewy panel) średnia eliptyczność gromady rośnie z przesunięciem ku czerwieni z i jest nieliniowa. Relacja $e - z$ zależy też od liczebności struktury. Tak samo zachowuje się parametr tempa ewolucji de/dz . Eliptyczność małych grup i tempo ewolucji de/dz różnią się na poziomie 3σ od tychże dla bogatych struktur. Wyniki te sugerują, że najpierw formują się na pierwotnych włóknach (filamentach) małe grupy i następnie grawitacyjne grupowanie prowadzi do powiększanie grupy i sferyczności.

¹⁾ Odessa National University, Department of Astronomy, Odessa, Ukraine

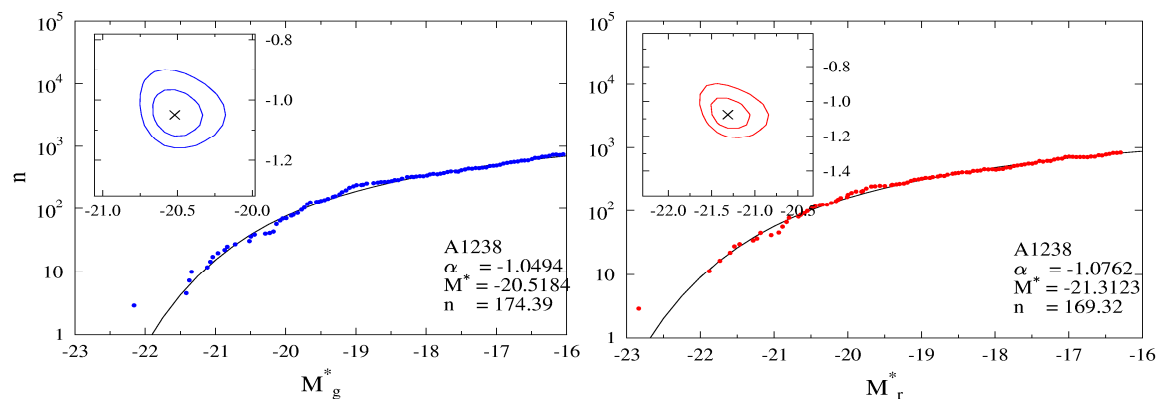
Funkcja jasności galaktyk

Janusz Krywult

Galaktyki są złożonym układem gwiazd i materii międzygwiazdowej. Zachodzące zmiany ewolucyjne gwiazd prowadzą między innymi do rejestrowanych różnic w barwie macierzystych galaktyk. Dodatkowo na postępujące z biegiem czasu zmiany ewolucyjne poszczególnych obiektów wpływa wzajemne oddziaływanie galaktyk. Zjawiska te można zaobserwować w gromadach galaktyk, gdzie duża gęstość obiektów prowadzi do interakcji pomiędzy nimi.

Badania zostały oparte na materiale obserwacyjnym pochodzącym z fotometrycznego i spektroskopowego przeglądu nieba SDSS. Zostały z niego wybrane galaktyki wchodzące w skład gromad Abella o przesunięciach ku czerwieni mniejszych niż 0.25. Zastosowana k-korekcja, oparta na wielobarwnej fotometrii, dała unormowane jasności galaktyk. Analizie poddano należące do gromad galaktyki wczesnych typów morfologicznych o wskaźniku barwy $g-r \geq 0.6$. Podstawą analizy były parametry M^* oraz α otrzymane z dopasowanej do materiału obserwacyjnego kumulatywnej funkcji jasności Schechtera (LF).

Porównano dla każdej z gromad parametry nachyleń w filtrach g oraz r . Stwierdzono, że występuje liniowa zależność α_g/α_r od redshiftu gromady. Wskazuje to na większe nachylenie słabego końca funkcji jasności w filtrze r niż g , co sugeruje wzrost udziału słabych, wczesnych typów morfologicznych, galaktyk w odległych gromadach. Porównując jasność charakterystyczną M^* dla obu barw zaobserwowano powiększającą się wraz z przesunięciem ku czerwieni różnicę pomiędzy M^*_g a M^*_r . Świadczy to o zmianach ewolucyjnych jakie zachodzą w galaktykach tworzących analizowane gromady. Analiza wpływu uśrednionej gęstości galaktyk w obszarze gromady na kształt LF wykazała, że występuje korelacja między gęstością a jasnością charakterystyczną, która rośnie ze wzrostem liczby obiektów w gromadzie.



Funkcja jasności galaktyk w gromadzie A1238; lewy panel - filtr g , prawy panel - filtr r .

ZAKŁAD FIZYKI MEDYCZNEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Janusz Braziewicz – kierownik zakładu,
dr Urszula Majewska, dr Grażyna Suchanek, 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

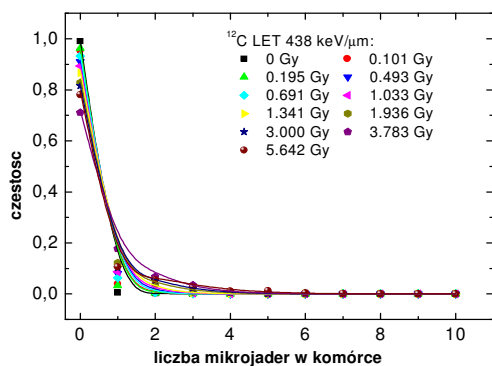
Poznanie fizycznych mechanizmów zmian genetycznych w jądrze komórkowym w wyniku przejścia ciężkiego jonu

J. Czub, D. Banaś¹⁾, J. Braziewicz¹⁾, I. Buraczewska²⁾, J. Choiński³⁾, U. Kaźmierczak⁴⁾, M. Jaskóła⁵⁾, A. Korman⁵⁾, A. Lankoff^{2,6)}, H. Lisowska⁶⁾, Z. Szefliński⁴⁾ i A. Wójcik^{6,7)}

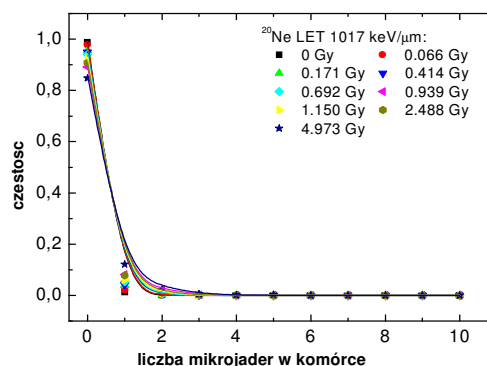
Promieniowanie jonizujące przechodząc przez ośrodek materialny może zmodyfikować jego strukturę. Powstałe zmiany w materiale biologicznym mogą być zarejestrowane i uwidocznione dzięki np. testowi mikrojądrowemu. Uszkodzenia widoczne są tutaj jako tzw. mikrojądra czyli miniaturowe elementy zarejestrowane w komórce dwujądrowej. Zliczenie mikrojąder w tysiącu losowo wybranych komórek dwujądrowych pokazuje stopień powstałych w materii żywej uszkodzeń radiacyjnych.

Do napromieniania komórek z jajnika chomika chińskiego (CHO-K1) wykorzystano wiązki jonów węgla o energii, określonej na wejściu jonu do materiału biologicznego, równej 33,2 MeV; 20,3 MeV; 8 MeV odpowiadającej wartości liniowego przekazu energii (LET): 438 keV/μm, 576 keV/μm, 861 keV/μm oraz neonu o energiach 56,2 MeV; 34,7 MeV; 15 MeV oraz LET: 1017 keV/μm, 1245 keV/μm, 1616 keV/μm. Jony te przyspieszane były w cyklotronie U200-P Środowiskowego Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego i rozpraszane na tarczach złotych celem osiągnięcia wiązki o rozmiarze 1cm×1cm w odległości 233 cm od tarcz rozpraszających. Wiązka tą, po jej wyprowadzeniu przez folię hawarową w powietrze, o jednorodności na poziomie ~95% napromieniano materiał biologiczny.

Zebrany materiał pozwolił na wyznaczenie rozkładu mikrojąder w komórkach dwujądrowych. Dane poddano statystycznej analizie, używając „test *u*”, celem określenia najbardziej właściwego rozkładu teoretycznego opisującego wyniki eksperymentalne. Analiza wykazała, że rozkład Poissona nie jest właściwy. Stosunek wariancji do wartości średniej dużo większy od jedności sugerował rozkład Neymana typ A. Rozkład ten został dopasowany do danych eksperymentalnych wykorzystując metodę momentów (patrz rysunki).



Rys. 1a Rozkład częstości mikrojąder w komórkach dwujądrowych dla ¹²C o wartości LET 438 keV/μm.



Rys. 1b Rozkład częstości mikrojąder w komórkach dwujądrowych dla ²⁰Ne o wartości LET 1017 keV/μm.

¹⁾ również Świętokrzyskie Centrum Onkologii, Kielce

²⁾ Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

³⁾ Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa

⁴⁾ Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski, Warszawa

⁵⁾ Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana, Otwock-Świerk

⁶⁾ Instytut Biologii, UJK

⁷⁾ GMT Department, Stockholm University, Stockholm, Sweden

Badania interakcji pomiędzy antybiotykami a endotoksyną bakterii *Proteus mirabilis* i saponiną^[58]

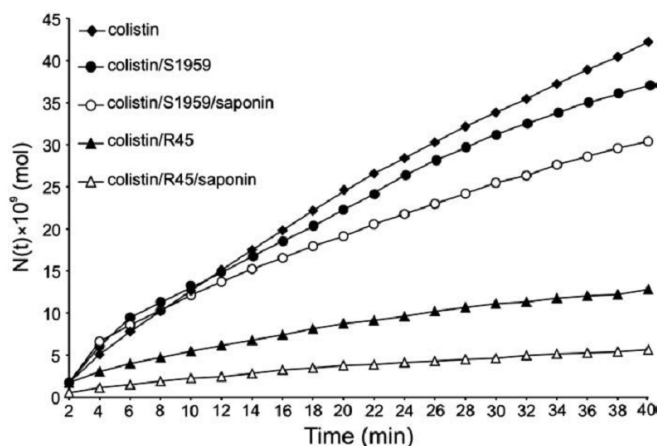
M. Arabski¹⁾, S. Wąsik, K. Dworecki i W. Kaca¹⁾

Zewnętrzna warstwa ściany komórkowej bakterii Gram-ujemnych zawiera 70-75% cząsteczek zwanych lipopolisacharydami (LPS). W medycynie cząsteczki te nazywane jest endotoksynami, gdyż ich obecność w krwioobiegu może powodować posocznice.

Wykonano pomiary interferometryczne transportu dyfuzyjnego antybiotyków kolistyny i ampicyliny uwalnianych z bloku żelowego (1% agarosa) do wody. Celem eksperymentów było określenie interakcji pomiędzy w/w substancjami a endotoksyną bakterii *Proteus mirabilis* (szczepy S1959 i R45) i saponiną. Najpierw obydwie antybiotyki uwalniały się z czystego żelu, następnie w obecności endotoksyny (LPS), w końcu – w obecności LPS i saponiny. Ilość uwalnianej ampicyliny nie zmieniała się bez względu na to, czy antybiotyk ten znajdował się w obecności LPS-u, saponiny czy też nie. Z kolei w przypadku kolistyny stwierdzono znacznie słabsze uwalnianie w obecności LPS. Jeszcze słabsze uwalnianie tego antybiotyku zauważono w obecności jednocześnie: LPS-u i saponiny.

Rezultaty pomiarów wskazują, że endotoksyna *Proteus mirabilis* wiąże kolistynę (silny kation). Dodanie do żelu saponiny (substancja o właściwościach detergentu pochodzenia roślinnego) powoduje zmniejszenie napięcia powierzchniowego i dezintegrację LPS-u przez co jest on bardziej „dostępny” dla kolistyny i następuje większe wysycenie wiązań antybiotyku. Stąd też zaobserwowane bardzo słabe uwalnianie tej substancji. Przeprowadzone badania potwierdzają rezultaty uzyskane wcześniej w badaniach biologicznych (Seydel). Bakterie *Proteus mirabilis* nie są odporne na ampicylinę, natomiast posiadają naturalną odporność na kolistynę ponieważ lipid A w ich LPS-ie (część kotwicząca w błonie komórkowej) zawiera 4-amino-arabinozę, która wiąże ten antybiotyk. Zastosowanie saponiny powoduje wprawdzie większe wysycenie wiązań kolistyny, ale jednocześnie wywołują rozszczepienie błony komórkowej bakterii przez co antybiotyk wnika do wnętrza komórki.

Przeprowadzone badania pozwalają wnioskować na temat efektywności kolistyny w zwalczaniu *Proteus mirabilis*, która jest wprawdzie bakterią oportunistyczną, ale w przypadku stanów obniżonej odporności powoduje bardzo groźne infekcje układu moczowego.



Ilość kolistyny uwalnianej z 1% żelu agarozowego w obecności LPS-u bakterii *Proteus mirabilis* (S1959 i R45) o stężeniu 250 µg/ml i saponiny o stężeniu 75 µg/ml w temperaturze pokojowej.

¹⁾Zakład Mikrobiologii, Instytut Biologii UJK

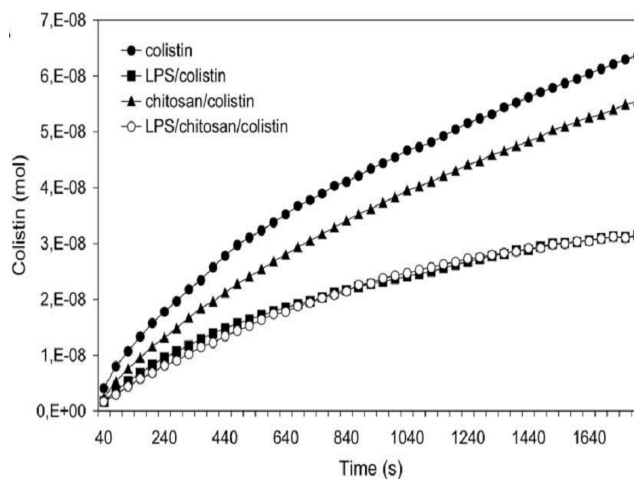
Interakcje endotoksyny bakteryjnej *Proteus vulgaris* O25 LPS z chitozaniem^[57]

M. Arabski¹⁾, V.N. Davydova²⁾, S. Wąsik, A.V. Reunov²⁾,
L.A. Lapshina²⁾, I.M. Yermak²⁾ i W. Kaca¹⁾

W celu określenia interakcji endotoksyny bakteryjnej *Proteus vulgaris* O25 LPS z chitozaniem wykonano interferometryczne badania transportu dyfuzyjnego antybiotyku kolistyny i kompleksów LPS/kolistyna oraz LPS/kolistyna/chitozan uwalnianych z 1% bloku agarozowego do fosforanowego roztworu buforowego (pH 5.0). Kolistyna jest silnie kationowym antybiotykiem przez co może oddziaływać z częściami polarnymi i alkilowymi łańcuchami fosfolipidów. W związku z tym należy oczekiwać interakcji elektrostatycznej zjemnie naładowanymi cząsteczkami *Proteus vulgaris* O25 LPS. Chitozan (CH) jest liniowym polikationowym polimerem wykazującym dużą aktywność biologiczną (m. in. antibakteryjną i antywirusową) przez co stanowi obiekt zainteresowań medycyny i farmakologii. Badania biologiczne pokazały, że chitozan również oddziałuje z endotoksynami bakteryjnymi tworząc stabilne kompleksy i znacząco modyfikując aktywność biologiczną tychże endotoksyn.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów jednoznacznie stwierdzono, że obecność CH redukuje szybkość uwalniania kolistyny z żelu. Jest to spowodowane oddziaływaniem pomiędzy dodatnio naładowanymi molekułami kolistyny i CH. Z kolei kompleksy LPS-CH nie redukują szybkości dyfuzji kolistyny, która była identyczna jak w przypadku kompleksów LPS-kolistyna. To dowodzi, że oddziaływanie *Proteus vulgaris* O25 LPS z kolistyną jest znacznie silniejsze niż z CH. Można też wnioskować nt. interakcji pomiędzy O25 LPS i CH. Brak różnicy w szybkości dyfuzji kolistyny z samego LPSu i kompleksu LPS-CH wskazuje, że chitozan nie zakłóca wiązania kolistyny do lipidu A LPSu, co może sugerować, że wiązanie chitozanu do endotoksyny bakteryjnej jest słabsze niż do kolistyny.

Powyższe spostrzeżenie ma bardzo istotne znaczenie – oznacza bowiem, że chitozan może być dobrym nośnikiem antybiotyków (silnej wiąże do leku niż do endotoksyny bakteryjnej). Otrzymane rezultaty potwierdziły również wystarczającą czułość i wysoką przydatność metody interferometrycznej nie tylko do badań transportu substancji ale również do badań oddziaływań pomiędzy substancjami biologicznie czynnymi.



Ilość kolistyny uwalnianej z 1% żelu agarozowego w obecności LPS-u bakterii *P. vulgaris* o stężeniu 250 µg/ml i kompleksu LPS-chitozan w temperaturze pokojowej.

¹⁾Zakład Mikrobiologii, Instytut Biologii UJK

²⁾Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Vladivostok, Russia

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 i tzw. metod nieperturbacyjnych, 3) zjawisk transportu w układach membranowych.

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

2) Badania koncentrują się na równowagowych i nierównowagowych układach pól kwantowych, szczególnie tych opisywanych przez chromodynamikę kwantową. Chodzi o wyznaczenie spektrum kolektywnych wzbudzeń takich układów, określenie granic stosowalności metod teorii transportu, itp.

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:

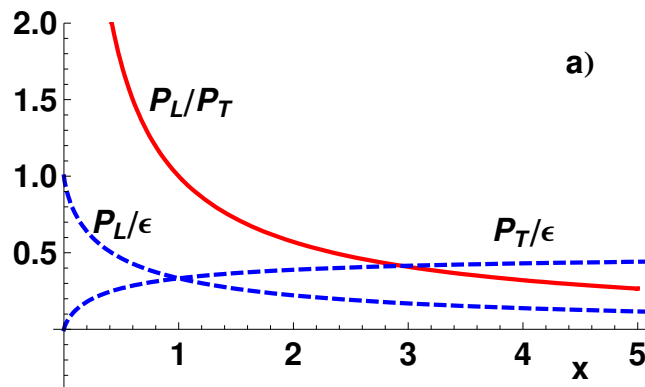
Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Świerk-Warszawa
Instytut Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego, Kraków
Instytut Fizyki Jądrowej Uniwersytetu im J. Goethego, Frankfurt nad Menem, Niemcy
Departament Fizyki, Uniwersytet Duke, Durham, Płn. Karolina, USA

Dynamika anizotropowej plazmy kwarkowo-gluonowej we wczesnych stadiach relatywistycznych zderzeń ciężkich jonów^[19]

Wojciech Florkowski¹⁾ i Radosław Ryblewski²⁾

Przedyskutowano ewolucję anizotropowej, boost-niezmienicznej plazmy kwarkowo-gluonowej, która prawdopodobnie zostaje wyprodukowana we wczesnych stadiach relatywistycznych zderzeń ciężkich jonów. Rozważania oparte zostały na wcześniej opracowanym formalizmie, który jest uogólnieniem hydrodynamiki płynu doskonałego. Przeanalizowano dwa przypadki: i) układu partonów opisywanego anizotropową funkcją rozkładu w przestrzeni fazowej oraz ii) układu partonów oddziałujących z lokalnymi polami magnetycznymi. Ten drugi przypadek stanowił uproszczoną próbę uwzględnienia wpływu pól kolorowych na dynamikę cząstek.

Wyniki obliczeń zostały przedstawione w kontekście problemów dotyczących wczesnej termalizacji i izotropizacji układów produkowanych w zderzeniach ciężkich jonów. Opierając się na ogólnych zasadach zachowania energii, pędu oraz entropii, pokazaliśmy, iż dla długich czasów ewolucji układu stosunek podłużnej i poprzecznej składowej ciśnienia układu partonów (względem osi zderzenia jonów) dąży do zera. Zatem układ, którego początkowy rozkład w przestrzeni pędów jest wydłużony w kierunku osi zderzenia zawsze przechodzi przez stan izotropowy, w którym dwie składowe ciśnienia są sobie równe. Włączenie pól magnetycznych daje ujemny wkład do ciśnienia podłużnego. Powoduje to, że izotropowy stan pośredni może być osiągnięty wcześniej, w zależności od natężenia pola początkowego. Zawsze jest to jednak tylko stan przejściowy. Typowa czasowa ewolucja stosunków dwóch składowych ciśnienia (P_L, P_T) oraz gęstości energii (ϵ) jest pokazana na rysunku poniżej (parametr x zależy kwadratowo od czasu ewolucji).



Ewolucja czasowa stosunków składowych ciśnienia (P_L, P_T) oraz gęstości energii (ϵ).

¹⁾ również w IFJ PAN, Kraków

²⁾ IFJ PAN, Kraków

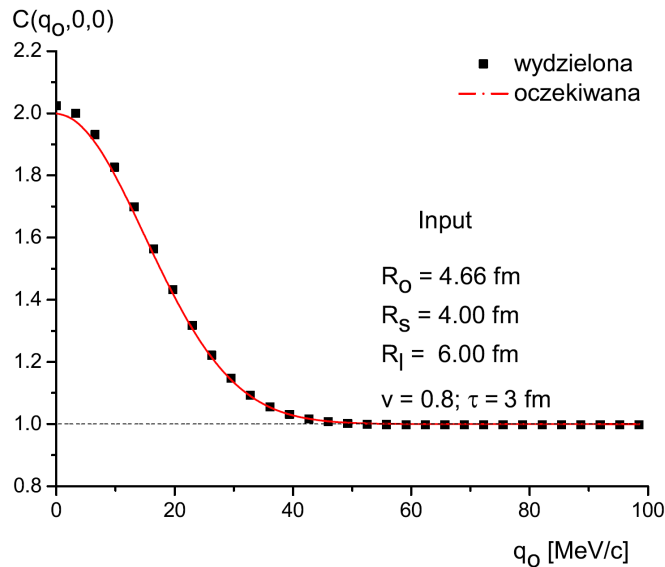
Wpływ efektów coulombowskich na dwucząstkowe funkcje korelacji w zderzeniach ciężkich jonów

Radosław Maj

W zderzeniach ciężkich jonów przy wysokich energiach powstające cząstki niosą informacje o przestrzenno-czasowych charakterystykach źródeł emisji, tzn. o ich rozmiarach przestrzennych i czasie życia. Charakterystyki te można wyznaczyć mierząc dwucząstkowe korelacje z małym pędem względnym zarówno cząstek identycznych, jak i różnych. Wśród wielu czynników mających wpływ na skorelowanie par emitowanych cząstek na uwagę zasługują, w tym przypadku, statystyka kwantowa, tzn. czy cząstki są rozróżnialne, czy nie, oraz efekt międzycząstkowego oddziaływania. Miarą korelacji jest tzw. funkcja korelacji.

Z korelacji związanych z identycznością cząstek w bardzo łatwy sposób można otrzymać parametry źródeł cząstek. Z uwagi jednak na to, że emitowane cząstki oddziałują ze sobą, wpływy oddziaływania „mieszają się” z efektami wynikającymi ze statystyki kwantowej. Należy zatem wydzielić jedno od drugich. Projekt miał za zadanie określić wpływ oddziaływania coulombowskiego na korelacje identycznych pionów i kaonów. W praktyce eksperymentalnej wykonuje się to za pomocą tzw. procedury Bowlera-Sinyukova.

W wyniku obliczeń analitycznych i numerycznych okazało się, że standardowa procedura działa zadowalająco w przypadku korelacji identycznych pionów, niewiele gorzej dla kaonów. Ponadto stwierdzono, że na uzyskiwane przestrzenno-czasowe parametry źródeł praktycznie żadnego wpływu nie ma ich silna anizotropia.



Wydzielona i oczekiwana dwucząstkowa funkcja korelacji identycznych pionów.

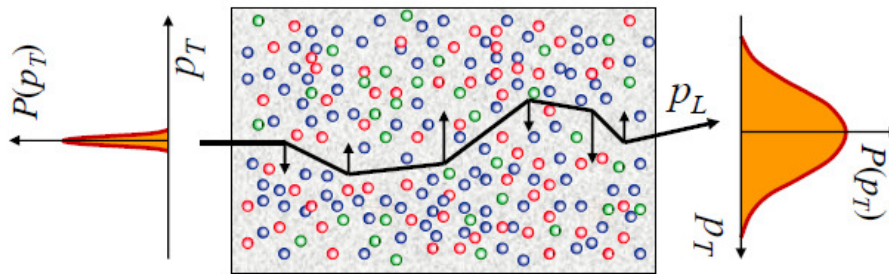
Oddziaływanie szybkiego partonu z niestabilną plazmą kwarkowo-gluonową^[34]

Stanisław Mrówczyński

W zderzeniach ciężkich jąder atomowych przy dostatecznie dużej energii powstaje na wczesnym etapie zderzenia plazma kwarkowo-gluonowa. Początkowo plazma jest w stanie dalekim od równowagi z silnie nieizotropowym rozkładem pędu. Układy takie są niestabilne ze względu na spontanicznie generowane i eksponentalnie narastające w czasie pola chromodynamiczne - kolorowe odpowiedniki pól magnetycznych.

Jedną z podstawowych metod badania plazmy kwarkowo-gluonowej polega na obserwowaniu strumieni szybkich cząstek – tzw. *jetów* – powstających w pierwotnych oddziaływaniach kwarków i gluonów będących składnikami zderzających się jąder atomowych. Partony tworzące *jet* przechodząc przez plazmę tracą energię, którą można określić porównując jety produkowane w zderzeniach dwóch protonów i w zderzeniach centralnych ciężkich jąder atomowych.

Główny wkład do strat energii dają procesy, w których parton oddziałując z plazmą emituje gluony. Prawdopodobieństwo emisji jest proporcjonalne do parametru oznaczanego jako \hat{q} , a określającego zmianę na jednostkę drogi pędu (prostopadłego do pierwotnego kierunku ruchu) partonu w plazmie. Poniższy rysunek ilustruje zmiany pędu poprzecznego partonu na skutek oddziaływania ze składnikami plazmy.



Jeśli pamiętamy, że plazma jest początkowo niestabilna, powstaje pytanie jak wyliczyć \hat{q} w takiej plazmie. Tej kwestii poświęcona jest praca [34], w której parametr \hat{q} wyznaczony został jako rozwiązanie problemu wartości początkowej. Pokazano, że w przypadku układu niestabilnego \hat{q} rośnie z czasem t jak

$$\hat{q} \sim e^{2\gamma},$$

gdzie γ jest dekrementem narastania najszybszego niestabilnego modu. Wynik ten pokazuje, że nawet w plazmie słabo-oddziałującej, gdzie w przypadku równowagi termodynamicznej numeryczna wartość parametru \hat{q} jest mała, zmiany pędu a co zatem idzie i straty energii partonu mogą być znaczne jeśli plazma jest niestabilna. Innymi słowy, słabo-oddziałująca plazma niestabilna może się zachowywać jak silnie-oddziałująca plazma równowagowa.

Subdyfuzja w układzie z reakcjami chemicznymi

Tadeusz Kosztołowicz i Katarzyna Lewandowska¹⁾

Proces subdyfuzji zachodzący w jednowymiarowym układzie, w którym transportowane cząsteczki substancji A i B mogą reagować chemicznie ze sobą, może być opisany równaniami subdyfuzji-reakcji z pochodną Caputo rzędu ułamkowego względem czasu

$$\frac{\partial_C^\alpha C_A(x,t)}{\partial t^\alpha} = D_A \frac{\partial^2 C_A(x,t)}{\partial x^2} - mR(x,t),$$

$$\frac{\partial_C^\alpha C_B(x,t)}{\partial t^\alpha} = D_B \frac{\partial^2 C_B(x,t)}{\partial x^2} - nR(x,t),$$

gdzie człon reakcji wyrażony jest wzorem $R(x,t) = kC_A^m(x,t)C_B^n(x,t)$, C_A , C_B są stężeniami substancji, D_A , D_B – ich współczynnikami subdyfuzji, α jest parametrem subdyfuzji, k , m , n – parametrami określającymi reakcję chemiczną. W układzie, w którym substancje są odseparowane od siebie w chwili początkowej ($C_A(x,0) = C_{0A}\Theta(-x)$, $C_B(x,0) = C_{0B}\Theta(x)$), można wyróżnić pewne charakterystyczne obszary i punkty przedstawione na rysunku. Przykładami tego są: front reakcji, czyli punkt x_f , w którym człon reakcji R osiąga maksimum, obszar zubożenia W_D , gdzie stężenia substancji są znacząco mniejsze od ich wartości początkowych czy obszar dyfuzyjny Dyf , w którym reakcje chemiczne praktycznie nie występują na skutek małego stężenia jednej z substancji; dopełnieniem obszaru dyfuzyjnego jest obszar reakcji W_R .

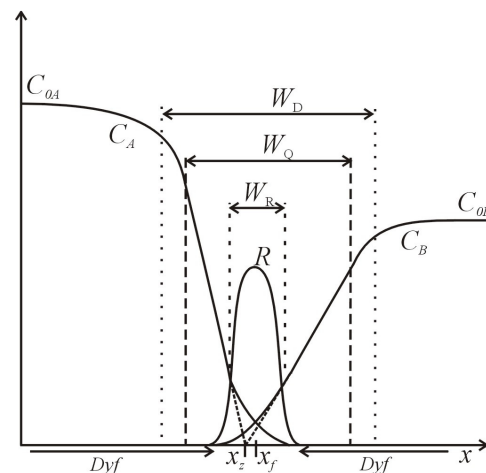
W ramach przeprowadzonych badań wyznaczone zostały czasowe ewolucje: frontu reakcji, grubości obszaru zubożenia oraz grubości obszaru reakcji. W szczególności, czasowa ewolucja frontu reakcji wyraża się wzorem

$$x_f(t) = Kt^{\alpha/2},$$

gdzie współczynnik K jest rozwiązaniem równania

$$\Phi\left(\frac{-K}{\sqrt{D_A}}\right) = \frac{n\sqrt{D_B}C_{0B}}{m\sqrt{D_A}C_{0A}} \Phi\left(\frac{K}{\sqrt{D_B}}\right),$$

gdzie Φ jest pewną znaną funkcją. Powyższe równania mają znaczenie praktyczne, bowiem pozwalają na oszacowanie parametru subdyfuzji z danych empirycznych (położenie frontu reakcji jest wyznaczane doświadczalnie).



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.

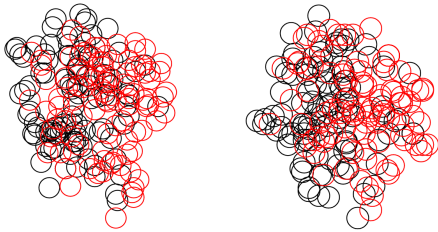
Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

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

Fluktuacje rozmiaru a fluktuacje pędu poprzecznego w zderzeniach relatywistycznych ciężkich jonów^[22]

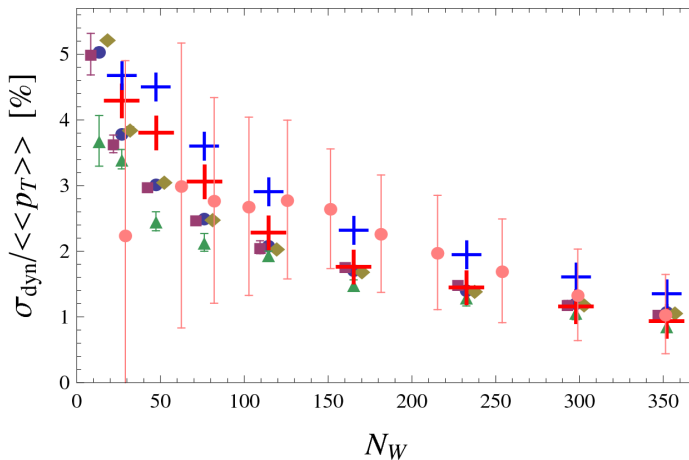
Wojciech Broniowski¹⁾, Mikołaj Chojnacki²⁾ i Łukasz Obara

Model zranionych nukleonów i jego uogólnienia stanowią bardzo popularne podejście do najwcześniejszej fazy zderzenia relatywistycznych ciężkich jonów. W modelach tych rozkłady przestrzenne źródeł (zranione nukleony lub zderzenia binarne) powstające w płaszczyźnie poprzecznej są różne w poszczególnych zderzeniach, odzwierciedlając statystyczne fluktuacje w rozkładach nukleonów w zderzających się jadrach. W szczególności fluktuują od zderzenia do zderzenia globalne charakterystyki powstałego układu, jak deformacja eliptyczna (mająca wpływ na współczynnik asymetrii pędowej v_2), czy rozmiar $\langle r \rangle$, zdefiniowany jako średnia odległość źródeł od środka masy układu.



Rys. 1. Rozkład zranionych nukleonów w płaszczyźnie poprzecznej dla dwóch przykładowych zderzeń o tej samej liczbie zranionych nukleonów (wynoszącej 198). Dla rozkładu po lewej stronie $\langle r \rangle = 2.95\text{ fm}$, a po prawej stronie $\langle r \rangle = 2.83\text{ fm}$, co ilustruje statystyczne fluktuacje rozmiaru źródła.

W pracy [22] pokazaliśmy, że fluktuacje rozmiaru w naturalny sposób tłumaczą wyniki doświadczalne dla fluktuacji pędu poprzecznego w eksperymentach na zderzaczu RHIC. Efekt jest bardzo prosty: bardziej „ściśnięty” rozkład początkowy prowadzi do gwałtowniejszej ewolucji hydrodynamicznej, w wyniku czego powstające w momencie wymorzenia hadrony mają większą średnią prędkość poprzeczną, a więc i większy średni pęd poprzeczny $\langle p_T \rangle$. Odwrotnie, rozkład o większym $\langle r \rangle$ daje mniejsze $\langle p_T \rangle$.



Rys. 2. Skalowane fluktuacje dynamiczne pędu poprzecznego w funkcji liczby zranionych nukleonów. Punkty o małych błędach - dane kolaboracji STAR dla różnych energii, punkty o dużych błędach - dane kolaboracji PHENIX dla najwyższej energii RHICa, dolne krzyżyki - model zranionych nukleonów+hydro, górne krzyżyki - to samo z włączeniem domieszki 14% zderzeń binarnych.

Uzyskana zgodność (jakościowa zależność od N_W , zgodność ilościowa) pokazują, że statystyczne fluktuacje rozmiaru źródła tłumaczą całość lub przemożną większość obserwowanych fluktuacji p_T , pozostawiając niewiele miejsca innym możliwym efektom.

¹⁾ również Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

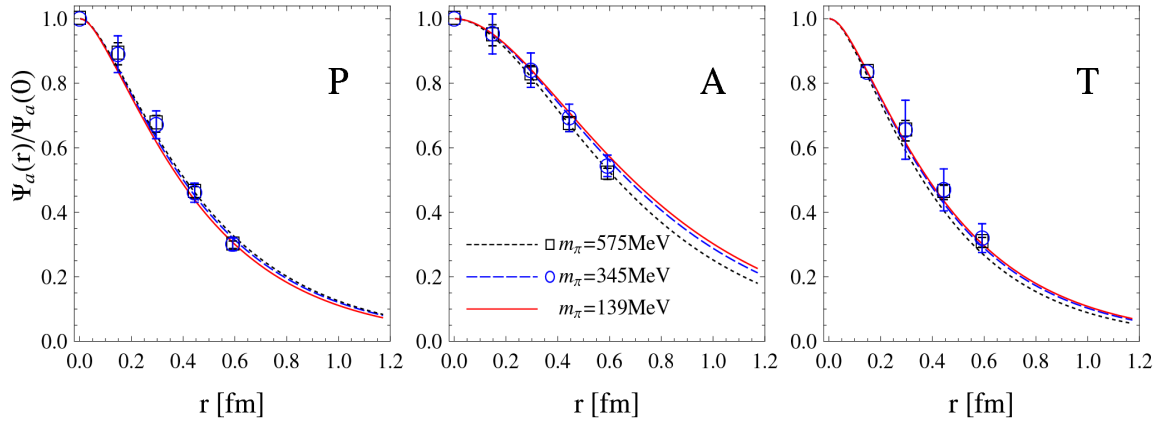
²⁾ Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

Funkcje falowe pionu na siatkach i w kwarkowych modelach chiralnych

Wojciech Broniowski¹⁾, Sasa Prelovsek²⁾, Luka Santelj²⁾ i Enrique Ruiz Arriola³⁾

W ostatnich latach rachunki chromodynamiki kwantowej na siatkach dostarczają coraz precyzyjniejszych pomiarów nieperturbacyjnych obserwabli hadronowych, praktycznie niedostępnych w rzeczywistych doświadczeniach. Z drugiej strony, chiralne modele kwarkowe (tutaj używamy modelu Nambu-Jona-Lasinio z regulatorem Pauliego-Villarsa) pozwalają te wielkości obliczyć w wiarygodny sposób dla pionu. Porównaliśmy te dwa podejścia dla podstawowego obiektu, mianowicie dla funkcji falowej pionu w trzech możliwych kanałach: pseudo-skalarnym (P), aksjalnym (A) i tensorowym (T). Funkcje te są odpowiednimi rzutami kwarkowej amplitudy Bethego-Salpetera $\langle 0 | T q(0) q(x) | \pi^a(p) \rangle$. Rysunek przedstawia porównanie wyniku uzyskanego na siatkach i kwarkowego modelu chiralnego. Po pierwsze, widzimy świetną zgodność obu podejść z odtworzeniem następujących cech: funkcje w kanałach P i T są niemal równe, funkcja w kanale A ma dłuższy zasięg niż w kanałach P i T, wreszcie zależność od masy pionu jest niezwykle słaba. W granicy chiralnej formuły modelu na funkcje falowe są bardzo proste.

Uzyskana zgodność potwierdza kolejny raz, że spontanicznie złamana symetria chiralna jest podstawowym czynnikiem określającym dynamikę pionu jako pseudo-bozonu Goldstone'a.



Funkcje falowe pionu w kanałach P, A i T. Współrzędna r oznacza odległość względną kwarku i antykwarku. Punkty ukazują dane z siatek (quenched coarse-grained), natomiast linie przedstawiają rachunek przeprowadzony w kwarkowym modelu chiralnym dla masy kwarku wynoszącej 300 MeV.

¹⁾ również Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

²⁾ University of Ljubljana and Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Słowenia

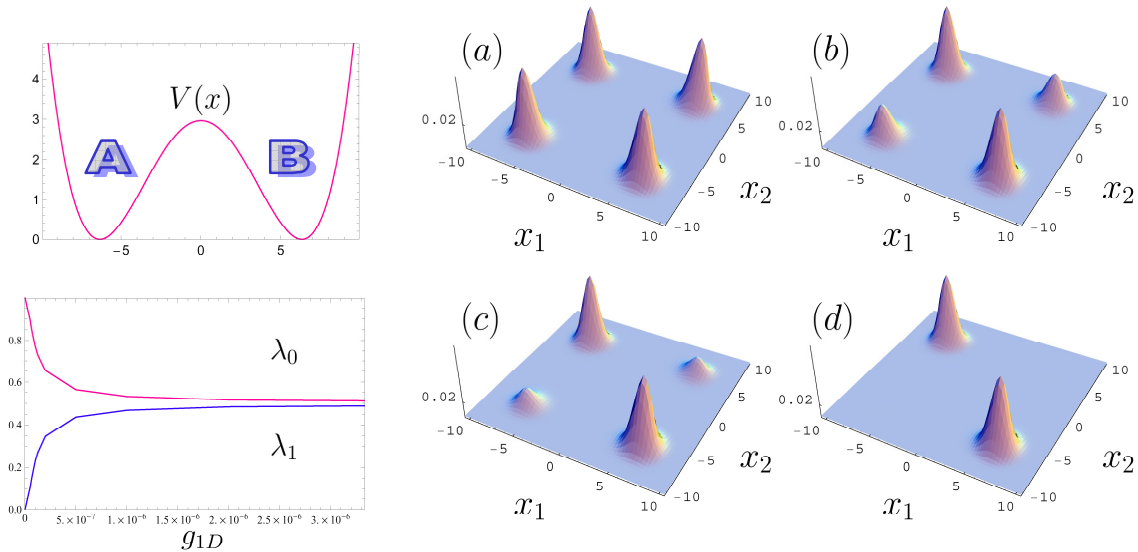
³⁾ University of Granada, Granada, Hiszpania

Badania stanów splątanych identycznych bozonów uwięzionych w pułapkach kwantowych^[52]

Anna Okopińska i Przemysław Kościk

Udoskonalenie technik pułapkowania i chłodzenia atomów umożliwiło wytwarzanie mezoskopowych układów jednowymiarowych zawierających niewielką liczbę cząstek. Teoretyczne wyznaczanie charakterystyk takich układów jest ważne ze względu na możliwość ich zastosowania w informatyce kwantowej. Badania nasze dotyczyły układów atomów, których odpychające oddziaływanie można w przybliżeniu opisać potencjałem kontaktowym $V = g_{1D}\delta(r_{12})$, gdzie $g_{1D} > 0$. Szczegółowo zbadane zostały własności stanów splątanych dla układów dwu-bozonowych przy różnych potencjałach pułapkujących [52]. Do wyznaczenia wartości własnych macierzy gęstości zastosowano oryginalnie opracowany schemat oparty na optymalizowanej metodzie mieszania konfiguracji [52].

Rysunek przedstawia analizę splątania dla stanu podstawowego układu dwóch bozonów uwięzionych w pułapce o kształcie podwójnej studni. Przy $g_{1D} \rightarrow \infty$ stan podstawowy takiego układu jest stanem niesplątany, przy czym jeden z bozonów zlokalizowany jest w studni A, a drugi w studni B. Okazuje się, że przez odpowiedni dobór parametrów potencjału pułapkującego już przy niewielkich wartościach parametru odpychania g_{1D} uzyskuje się stan będący w dobrym przybliżeniu stanem niesplątany. Świadczy o tym wykres dwóch największych wartości własnych jednocząstkowej macierzy gęstości w funkcji parametru g_{1D} a także rozkład gęstości dwucząstkowej przy $g_{1D} = 10^{-6}$ na rysunku d).



Splątanie stanu podstawowego układu dwóch bozonów uwięzionych w pułapce o kształcie podwójnej studni:

$$a) g_{1D} = 0, \quad b) g_{1D} = 2.5 \cdot 10^{-8}, \quad c) g_{1D} = 5 \cdot 10^{-8} \quad d) g_{1D} = 10^{-6}$$

ZAKŁAD INFORMATYKI

Skład osobowy

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech – kierownik zakładu,
prof. dr hab. inż. M. Ziółko, 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

PUBLIKACJE

Artykuły naukowe

Publikacje w czasopismach z listy filadelfijskiej

- 1) A. Kumar, S. Trotsenko, A. V. Volotka, D. Banaś, H. F. Beyer, H. Bräuning, S. Fritzsche, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Hess, C. Kozhuharov, G. Plunien, R. Reuschl, U. Spillmann, M. Trassinelli, G. Weber and Th. Stöhlker
Two-photon decay in highly charged heavy ions: Spectral shape of the $2E1$ ($2\ ^1S_0 \rightarrow 1\ ^1S_0$) in He-like tin,
Journal of Physics: Conference Series **163** (2009) 01202
- 2) J. Szlachetko, D. Banaś, A. Kubala-Kukuś, M. Pajek, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hozzowska, Y. Kayser, M. Szlachetko, M. Kavčič, M. Salome and J. Susini
Application of the high-resolution grazing-emission x-ray fluorescence method for impurities control in semiconductor nanotechnology,
Journal of Applied Physics **105** (2009) 086101
- 3) A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hozzowska, Y. Kayser, M. Pajek, M. Salomé, J. Susini, J. Szlachetko and M. Szlachetko,
Observation of ultralow-level Al impurities on a silicon surface by high-resolution grazing emission x-ray fluorescence excited by synchrotron radiation,
Physical Review **B** 80 (2009) 113305
- 4) M. Czarnota, D. Banaś, J. Braziewicz, J. Semaniak, M. Pajek, M. Jaskóła, A. Korman, D. Trautmann, W. Kretschmer, G. Lapicki and T. Mukoyama
X-ray study of M -shell ionization of heavy atoms by 8.0–35.2-MeV $Oq+$ ions: The role of the multiple-ionization effects,
Physical Review **A** 79 (2009) 032710
- 5) Th. Stöhlker, D. Banaś, H. Bräuning, S. Fritzsche, S. Geyer, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Hess, C. Kozhuharov, A. Kumar, R. Martin, B.E. O'Rourke, R. Reuschl, U. Spillmann, A. Surzhykov, S. Tashenov, S. Trotsenko, G. Weber and D.F.A. Winters,
Polarization and angular correlation studies of X-rays emitted in relativistic ion-atom collisions,
European Physical Journal Special Topics **169** (2009) 5
- 6) D. Banaś, M. Pajek, Th. Stöhlker, H.F. Beyer, S. Böhm, F. Bosch, C. Brandau, M. Czarnota, S. Chatterjee, J.-Cl. Dousse, S. Fritzsche, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, A. Kumar, D. Liesen, P.H. Mokler, A. Müller, R. Reuschl, E.W. Schmidt, D. Sierpowski, U. Spillmann, A. Surzhykov, J. Szlachetko, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma and A. Warczak,
The enhancement effect in K-shell radiative recombination of U^{92+} ions with cooling electrons,
European Physical Journal Special Topics **169** (2009)15
- 7) A. Kumar, S. Trotsenko, A.V. Volotka, D. Banaś, H.F. Beyer, H. Bräuning, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Hess, C. Kozhuharov, R. Reuschl, U. Spillmann, M. Trassinelli, G. Weber and Th. Stöhlker
Spectral shape of the $2E1$ decay from $2s$ state in He-like tin
European Physical Journal Special Topics **169** (2009) 19

- 8) H.F. Beyer, D. Attia, D. Banas, E.-O. Le Bigot, F. Bosch, J.-Cl. Dousse, E. Förster, A. Gumberidze, S. Hagmann, S. Heß, J. Hoszowska, P. Indelicato, P. Jagodzinski, Chr. Kozhuharov, Th. Krings, D. Liesen, X. Ma, B. Manil, I. Mohos, M. Pajek, D. Protić, R. Reuschl, J. Rzakiewicz, A. Simionovici, U. Spillmann, Z. Stachura, Th. Stöhlker, M. Trassinelli, S. Trotsenko, A. Warczak, O. Wehrhan and E. Ziegler, *Crystal optics for hard-X-ray spectroscopy of highly charged ions* Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy **64** (2009) 736
- 9) K. Fennane, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, M. Berset, W. Cao, Y.-P. Maillard, J. Szlachetko and M. Szlachetko, *Double K-shell ionization of Al induced by photon and electron impact*, Physical Review A **79** (2009) 032708
- 10) M. Kavcic, M. Zitnik, K. Bucar, A. Michelic, M. Stuhec, J. Szlachetko, W. Cao and P. Glatzel, *Separation of two-electron photo-excited atomic processes near inner-shell threshold*, Physical Review Letters **102** (2009) 143001
- 11) J. Hoszowska, A.K. Kheifets, J.-Cl. Dousse, M. Berset, I. Bray, W. Cao, K. Fennane, Y. Kayser, M. Kavcic, J. Szlachetko and M. Szlachetko, *Physical mechanisms and scaling laws of K-shell double photoionization*, Physical Review Letters **102** (2009) 073006
- 12) M. Salomé, P. Bleuët, S. Bohic, J. Cauzid, E. Chalmin, P. Cloetens, M. Cotte, V. De Andrade, G. Martinez-Criado, S. Petitgirard, M. Rak, J.A. Sans Tresserras, J. Szlachetko, R. Tucoulou and J. Susini, *Fluorescence X-ray micro-spectroscopy activities at ESRF*, Journal of Physics: Conference Series **186** (2009) 012014
- 13) J. Czub, D. Banaś, A. Błaszczuk, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak, M. Jaskóła, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Łukaszek, Z. Szepliński and A. Wójcik, *Cell survival and chromosomal aberrations in CHO-K1 cells irradiated by carbon ions*, Applied Radiation and Isotopes **67** (2009) 447
- 14) M. Polasik, K. Koziół, K. Słabkowska, M. Czarnota and M. Pajek, *Influence of changes in the valence electronic configuration on the structure of L-X-ray spectra of molybdenum*, Journal of Physics: Conference Series **163** (2009) 012050
- 15) M. Biernacka, P. Flin and E. Panko, *The Evolution of Low-Redshift Galaxy Structures*, The Astrophysical Journal **696** (2009) 1689
- 16) E. Panko, T. Juszczyk, M. Biernacka and P. Flin, *The Shape of Galaxy Structures*, The Astrophysical Journal **700** (2009) 1686
- 17) E. Panko, T. Juszczyk and P. Flin, *Orientation of Brighter Galaxies in Nearby Galaxy Clusters*, The Astronomical Journal **138** (2009) 1709
- 18) J. Krywult, *Luminosity function of galaxies in rich and poor galaxy clusters*, Astronomische Nachrichten **330** (2009) 946

- 19) W. Florkowski and R. Ryblewski,
Dynamics of anisotropic plasma at the early stages of relativistic heavy-ion collisions,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 2843
- 20) W. Broniowski, W. Florkowski, M. Chojnacki and A. Kisiel,
Initial conditions for hydrodynamics: implications for phenomenology,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 979
- 21) W. Broniowski, M. Rybczyński and P. Bożek,
GLISSANDO: GLauber Initial-State Simulation AND mOre ...,
Computer Physics Communication **180** (2009) 69
- 22) W. Broniowski, M. Chojnacki and Ł. Obara,
*Size fluctuations of the initial source and event-by-event transverse momentum
fluctuations in relativistic heavy-ion collisions*,
Physical Review C **80** (2009) 051902(R)
- 23) W. Broniowski, W. Florkowski, M. Chojnacki, A. Kisiel,
Free-streaming approximation in early dynamics of relativistic heavy-ion collisions,
Physical Review C **80** (2009) 034902
- 24) W. Broniowski and E. Ruiz Arriola,
Note on the QCD evolution of generalized form factors,
Physical Review D **79** (2009) 057501
- 25) A. Kisiel, W. Broniowski, M. Chojnacki and W. Florkowski,
*Azimuthally sensitive femtoscopy in hydrodynamics with statistical hadronization from
the BNL Relativistic Heavy Ion Collider to the CERN Large Hadron Collider*,
Physical Review C **79** (2009) 014902
- 26) B. Hiller, W. Broniowski, A.A. Osipov and A.H. Blin,
Quadrupole polarizabilities of the pion in the Nambu-Jona-Lasinio model,
Physics Letters B **681** (2009) 147
- 27) W. Florkowski, W. Broniowski, M. Chojnacki and A. Kisiel,
Solution of the RHIC HBT puzzle with Gaussian initial conditions,
Journal of Physics G **36** (2009) 064067
- 28) W. Florkowski, W. Broniowski, M. Chojnacki and A. Kisiel,
*Describing transverse dynamics and space-time evolution at RHIC
in a hydrodynamic model with statistical hadronization*,
Nuclear Physics A **830** (2009) 821c
- 29) W. Florkowski, W. Broniowski, M. Chojnacki and A. Kisiel,
*Consistent hydrodynamic description of one- and two-particle
observables in relativistic heavy-ion collisions at RHIC*,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 1093
- 30) W. Broniowski and E. Ruiz Arriola,
From chiral quark models to high-energy processes,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 2165
- 31) W. Broniowski, W. Florkowski, M. Chojnacki and A. Kisiel,
Initial conditions for hydrodynamics: implications for phenomenology,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 979

- 32) W. Florkowski and W. Broniowski,
The first three yoctoseconds of relativistic heavy-ion collisions,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 2013
- 33) V.V. Begun, M. Gazdzicki and M.I. Gorenstein,
Semi-Inclusive Distributions in Statistical Models,
Physical Review C **80** (2009) 064903
- 34) A. Majumder, B. Müller and St. Mrówczyński,
Momentum Broadening of a Fast Parton in a Perturbative Quark-Gluon Plasma,
Physical Review D **80** (2009) 125020
- 35) R. Maj and St. Mrówczyński,
Coulomb effects in femtoscopy,
Physical Review C **80** (2009) 034907
- 36) St. Mrówczyński,
Overview of event-by-event fluctuations,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 1053
- 37) R. Maj and St. Mrówczyński,
Test of Bowler–Sinyukov treatment of Coulomb interaction,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 1231
- 38) St. Mrówczyński,
Fluctuations of chromodynamic fields in quark-gluon plasma,
Nuclear Physics A **820** (2009) 95c
- 39) T. Anticic and NA49 Collaboration,
System-size dependence of Λ and Ξ production in nucleus-nucleus collisions at 40A and 158A GeV measured at the CERN Super Proton Synchrotron,
Physical Review C **80** (2009) 034906
- 40) T. Anticic and NA49 Collaboration,
Energy dependence of transverse momentum fluctuations in Pb+Pb collisions at the CERN Super Proton Synchrotron (SPS) at 20A to 158A GeV,
Physical Review C **79** (2009) 044904
- 41) C. Alt and NA49 Collaboration,
Energy dependence of particle ratio fluctuations in central Pb+Pb collisions from $\sqrt{s_{NN}} = 6.3$ to 17.3 GeV,
Physical Review C **79** (2009) 044910
- 42) A. Laszlo and NA61 Collaboration,
The NA61/SHINE Experiment at the CERN SPS,
Nuclear Physics A **830** (2009) 559c
- 43) K. Grebieszko and NA49 Collaboration,
Search for the critical point of strongly interacting matter in NA49,
Nuclear Physics A **830** (2009) 547c
- 44) M. Szuba and NA49 Collaboration,
Investigating Sources of Angular Correlations at High p_T in Nucleon-Nucleon and Nucleus-Nucleus Collisions at the CERN SPS,
Nuclear Physics A **830** (2009) 159c

- 45) M. Gazdzicki and NA61 Collaboration,
Ion Program of NA61/SHINE at the CERN SPS,
Journal of Physics G **36** (2009) 064039
- 46) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
*Power laws in elementary and heavy-ion collisions
– a story of fluctuations and nonextensivity?*
European Physical Journal A **40** (2009) 299
- 47) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
*Multiplicity fluctuations due to the temperature fluctuations
in high-energy nuclear collisions,*
Physical Review C **79** (2009) 054903
- 48) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
Uncertainty relations in terms of the Tsallis entropy,
Physical Review A **79** (2009) 062108
- 49) V. Zhaunerchyk, M. Kamińska, E. Vigren, M. Hamberg, W.D. Geppert,
M. Larsson, R.D. Thomas and J. Semaniak,
*Sequential formation of the CH_3+H+H channel
in the dissociative recombination of CH_5^+ ,*
Physical Review A **79** (2009) 030701
- 50) E. Vigren, M. Hamberg, V. Zhaunerchyk, M. Kamińska, R.D. Thomas, M. Larsson,
T. J. Millar, C. Walsh and W.D. Geppert,
*The dissociative recombination of protonated acrylonitrile, CH_2CHCNH^+ ,
with implications for the nitrile chemistry in dark molecular clouds
and the upper atmosphere of Titan,*
The Astrophysical Journal **695** (2009) 317
- 51) V. Zhaunerchyk, W.D. Geppert, S. Rosén, E. Vigren, M. Hamberg, M. Kamińska,
I. Kashperka, M. af Ugglas, J. Semaniak, M. Larsson and R.D. Thomas,
*Investigation into the vibrational yield of OH products
in the $OH+H+H$ channel arising from the dissociative recombination of H_3O^+ ,*
The Journal of Chemical Physics **130** (2009) 214302
- 52) A. Okopińska and P. Kościuk,
Two-boson correlations in various one-dimensional traps,
Few-Body Systems **45** (2009) 223
- 53) T. Kosztolowicz and K. Lewandowska,
Hyperbolic subdiffusive impedance,
Journal of Physics A **42** (2009) 055004
- 54) T. Kosztolowicz and K. Lewandowska,
Subdiffusion in a membrane and in electrochemical systems,
Physica Scripta T **136** (2009) 014020
- 55) T. Kosztolowicz and K. Lewandowska,
First passage time in a system with subdiffusive membrane,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 1437

- 56) K. Lewandowska and T. Kosztołowicz,
Hyperbolic subdiffusion in a membrane system,
Acta Physica Polonica B **40** (2009) 1491
- 57) M. Arabski, V.N. Davydova, S. Wąsik, A.V. Reunov, L.A. Lapshina,
I.M. Yermak and W. Kaca,
Binding and biological properties of lipopolysaccharide Proteus vulgaris
O25 (48/57) – chitosan complexes,
Carbohydrate Polymers **78** (2009) 481
- 58) M. Arabski, S. Wąsik, K. Dworecki and W. Kaca,
Laser interferometric and cultivation methods for measurement
of colistin/ampicilin and saponin interactions with smooth and
rough of Proteus mirabilis lipopolysaccharides and cells,
Journal of Microbiological Methods **77** (2009) 178
- 59) M. Hojny and M. Głowacki,
The methodology of strain – stress curves determination for steel in semi-solid state,
Archives of Metallurgy and Materials **54** (2009) 475

Inne publikacje naukowe

- 1) M. Biernacka, P. Flin, T. Juszczyk, and E. Panko,
The Properties of Nearby Galaxy Structures,
“Cosmology Across Cultures”, ASP Conference Series, Vol. 409, edited by J. Alberto
Rubiño-Martín, J.A. Belmonte, F. Prada and A. Alberdi
(Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, 2009) p. 29
- 2) P. Kankiewicz and I. Włodarczyk,
The Orbital Evolution of 2007 VA85, the Amor-type Asteroid on Retrograde Orbit,
Proceedings of Asteroid-Comet Hazard Conference (ACH-2009), St. Petersburg, 2009
- 3) P. Kankiewicz and I. Włodarczyk,
Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits,
Proceedings of Asteroid-Comet Hazard Conference (ACH-2009), St. Petersburg, 2009
- 4) K.Grebieszkow and NA49 & NA61 Collaborations,
Search for the QCD critical point at SPS energies,
Proceedings of Science, PoS (EPS-HEP 2009) 030
- 5) G.Stefanek and NA61 Collaborations,
NA61/Shine low energy program at SPS,
Proceedings of Science, PoS (CPOD 2009) 049
- 6) T.Palczewski and NA61 Collaborations,
Pion Production Measurement in NA61/SHINE Experiment
for High Precision Neutrino Oscillation Experiments,
Proceedings of Science, PoS (EPS-HEP 2009) 412
- 7) G. Wilk and Z. Włodarczyk,
Multiplicity fluctuations in high-energy nuclear collisions
as signature of the temperature fluctuations,
Proceedings of Science, PoS (EPS-HEP 2009) 407

- 8) G.Wilk and Z.Włodarczyk,
Cosmic Rays from Thermal Sources,
Proceedings of the 18-th Particles and Nuclei International Conference – PANIC08,
edited by I. Tserruya, A. Gal and D. Ashery (Elsevier, Amsterdam, 2009)
- 9) A. Dziech, T. Ruść, R. Baran, A. Zeja i P. Fornalski,
InWAS Inteligentna wyszukiwarka akt sądowych,
w „Nowoczesne technologie i praca operacyjna”, red. Lech Paprzycki i Zbigniew Rau
(Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa, 2009) str. 330
- 10) K. Kluza i G.J. Nalepa,
Metody i narzędzia wizualnego projektowania reguł decyzyjnych,
w „Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe”, red. A. Grzech i inni
(Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2009) str. 197
- 11) A. Gumuła, T. Dębiński, D. Jędrzejczyk i M. Głowacki,
*Metody sztucznej inteligencji, teoria rozpoznawania obrazów
i obliczenia równoległe w inżynierii*,
Hutnik - Wiadomości Hutnicze 76 (2009) 297
- 12) M. Hojny and M. Głowacki,
*Development of a FEM system for high temperature steel
deformation testing procedure*,
Proceedings of EUROGEN 2009 “Evolutionary and deterministic methods for design,
optimization and control with applications to industrial and societal problems”,
Kraków, June 2009, p. 39

Artykuły popularno-naukowe

- 1) St. Mrówczyński, *Poznawanie przez zderzanie*, POLITYKA 17, 21 IV 2009

UDZIAŁ W KONFERENCJACH

Wykłady na konferencjach międzynarodowych

- 2) D. Banaś, M. Pajek, Th. Stöhlker, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Böhm, S. Chatterjee, M. Czarnota, J.-Cl. Dousse, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, A. Müller, A. Kumar, R. Reuschl, E. W. Schmidt, D. Sierpowski, U. Spillmann, S. Surzhykov, J. Szlachetko, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma and A. Warczak,
Enhancement of radiative recombination of U^{92+} ions with cooling electrons for the lowest $n=1$ and $n=2$ states,
41st EGAS Conference,
Gdansk, Poland, 8-11 July 2009
- 3) D. Banaś, Th. Stöhlker, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Böhm, S. Chatterjee, M. Czarnota, J.-Cl. Dousse, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, A. Müller, A. Kumar, M. Pajek, R. Reuschl, E. W. Schmidt, D. Sierpowski, U. Spillmann, A. Surzhykov, J. Szlachetko, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma and A. Warczak,
Radiative Recombination Studies at ESR and NESR,
5th SPARC Collaboration Symposium,
Costa Caparica, Lisbon, Portugal, 1-4 September 2009
- 4) M. Pajek, D. Banaś, Th. Stöhlker, M. Czarnota, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Chatterjee, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, R. Reuschl, U. Spillmann, S. Tashenov, S. Trotsenko, P. Verma, S. Boehm, A. Mueuller, E. W. Schmidt, J.-Cl. Dousse, J. Szlachetko, D. Sierpowski and A. Warczak,
X-ray emission from radiative recombination of bare ions interacting with cooling electrons,
11th International Symposium on Radiation Physics (ISRP-11),
Melbourne, Australia, 21-27 September 2009
- 5) M. Pajek, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser, A. Kubala-Kukuś, S. Nowak, J. Szlachetko, M. Salome, J. Susini,
Synchrotron radiation based high-resolution grazing emission x-ray fluorescence,
13th Conference on Total Reflection X-ray Fluorescence Analysis and Related Methods (TXRF), Göteborg, Sweden, 15-19 June 2009
- 6) J. Szlachetko,
Polarization and background in EDX experiments,
Energy Resolving X-ray Array Detectors for Synchrotron Science Brainstorming,
Grenoble, France, 5-6 February 2009.
- 7) W. Broniowski,
From chiral quark models to high-energy processes,
Cracow Epiphany Conference on Hadron interactions at the dawn of the LHC,
Kraków, Poland, 5-7 January 2009
- 8) W. Broniowski,
From chiral quarks to high-energy processes,
XLIX Cracow School of Theoretical Physics „Excited QCD”,
Zakopane, Poland, 8-14 February 2009

- 9) W. Broniowski,
Generalized form factors of the pion,
Hadrons and chiral symmetry, special session in honor of Professor Klaus Goeke,
Bochum, Germany, 16 March 2009
- 10) W. Broniowski,
Fluctuations of the initial condition from the Glauber models,
XXVI Max Born Symposium & EMMI workshop „Three Days of Strong Interactions”,
Wrocław, Poland, 9-11 July 2009
- 11) W. Broniowski,
Gravitational form factor of the pion,
Mini-Workshop “Problems in multi-quark states”,
Bled, Slovenia, 29 June - 6 July 2009
- 12) W. Florkowski,
The first three yoctoseconds of relativistic heavy-ion collisions,
Cracow Epiphany Conference on Hadron interactions at the dawn of the LHC,
Kraków, Poland, 5-7 January 2009
- 13) W. Florkowski,
Transverse hydrodynamics with sudden isotropization and freeze-out,
XXVI Max Born Symposium & EMMI workshop „Three Days of Strong Interactions”,
Wrocław, Poland, 9-11 July 2009
- 14) M. Gaździcki,
Latest results from NA49 and the NA61 program,
Symposium on The Physics of Dense Baryonic Matter,
GSI, Darmstadt, Germany, 9-10 March 2009
- 15) M. Gaździcki,
Fluctuations and correlations in NA61,
V Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy,
CERN, Geneva, Switzerland, 14-17 October 2009
- 16) M. Gaździcki,
*Critical Point and Onset of Deconfinement - Ion Program
of NA61/SHINE at the CERN SPS*,
Workshop on New Opportunities in the Physics Landscape at CERN,
CERN, Geneva, Switzerland, 11-13 May 2009
- 17) M. Gaździcki,
NA61/SHINE : Status and Data taking with ion beams,
5th Polish Workshop on Relativistic Nuclear Collisions,
Wrocław, Poland, 5-6 December 2009
- 18) St. Mrówczyński,
Dynamics of unstable quark-gluon plasma,
XXVI Max Born Symposium & EMMI workshop „Three Days of Strong Interactions”,
Wrocław, Poland, 9-11 July 2009
- 19) G. Stefanek for NA61 Collaboration,
NA61/Shine low energy program at SPS,
5th International Workshop on Critical Point and Onset of Deconfinement,
Brookhaven, New York, USA, 8-12 June 2009

- 20) A.Okopińska,
Optimized Spectral Approach to Quantum-Mechanical Problems,
First Conference of the Euro-American Consortium for Promoting the Application of
Mathematics in Technical and Natural Sciences,
Sozopol, Bulgaria, 22-27 June 2009
- 21) P.Kościk and A.Okopińska,
Entanglement characteristics of few-boson systems in multi-well traps,
XVIII Laser Physics Workshop,
Barcelona, Spain, 13-17 July 2009
- 22) A.Okopińska,
Correlation and entanglement measures in trapped few-particle systems,
X International School on Theoretical Physics
“Symmetry and Structural Properties of Condensed Matter”,
Myczkowce, Poland, 2-9 September 2009
- 23) W. Broniowski,
Photon interactions and chiral dynamics,
International Conference on the Structure and the Interactions of the Photon (Photon09),
DESY, Hamburg, Germany, 11-15 Maj 2009
- 24) J. Braziewicz,
CHO-K1 overkill effect at high LET of ^{12}C and ^{20}Ne ions,
15th International Symposium on Microdosimetry (MICROS 2009),
Verona, Italy, 25-30 October 2009
- 25) W. Florkowski,
*Describing transverse dynamics and space-time evolution at RHIC in a hydrodynamic
model with statistical hadronization*,
21st International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions
(Quark Matter 2009), Knoxville, Tennessee, USA, 30 March 30 – 4 April 2009
- 26) W. Florkowski,
Transverse hydrodynamics with sudden hadronization and freeze-out,
Strangeness in Quark Matter 2009,
Buzios, Rio de Janeiro, Brazil , 27 September – 2 October 2009
- 27) P. Kankiewicz,
Planetarium in Jan Kochanowski University, Kielce,
6th European Meeting of Small and Portable Planetaria,
Chorzów, Poland, 1-4 September 2009
- 28) P. Kankiewicz and I. Włodarczyk,
The Orbital Evolution of 2007 VA85, the Amor-type Asteroid on Retrograde Orbit,
Conference “Asteroid-Comet Hazard” (ACH-2009),
St. Petersburg, Russia, 21-25 September 2009
- 29) P. Kankiewicz and I. Włodarczyk,
Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits,
Conference “Asteroid-Comet Hazard” (ACH-2009),
St. Petersburg, Russia, 21-25 September 2009

- 30) T. Kosztołowicz and K. Lewandowska,
Application of scaling and quasistatic method to study nonlinear subdiffusion-reaction equations with fractional derivative,
7th International Conference on Multibody Systems, Nonlinear Dynamics and Control (MSNDC), MSNDC-3 Fractional Derivatives and Their Applications, San Diego, USA, 30 August - 2 September 2009
- 31) M. Głowacki,
Computer simulation of rolling of semi-solid steel slabs,
15th International symposium on Plasticity & its current applications, St. Thomas, Virgin Islands, USA, 3-8 January 2009
- 32) M. Hojny, M Głowacki and Z. Malinowski,
The computer aided methodology of strain-stress curve construction for semi-solid steels,
18th international conference on Computer Methods in Mechanics (CMM 2009), Zielona Góra, Poland, 18–21 May 2009
- 33) M. Hojny and M. Głowacki,
Development of a FEM system for high temperature steel deformation testing procedure,
Conference „Evolutionary and deterministic methods for design, optimization and control with applications to industrial and societal problems” (EUROGEN 2009), Kraków, Poland, June 2009
- 34) M. Głowacki,
Hybrid analytical-numerical system of mushy steel deformation,
5th ICCES international symposium on meshless and other novel computational methods, Ljubljana, Slovenia, August–September 2009
- 35) P. Korus, W.Szmuc, A. Dziech and T. Ruśc,
Evaluation of watermark retrieval performance in content description of large image database,
PHAROS Summer School, Como, Italy, June 22-26 2009
- 36) A. Dziech, T. Ruśc and R. Baran,
Intelligent search engine for prosecutor files (InWAS),
4th Language & Technology Conference, Poznań, Poland, 6-8 November 2009
- 37) T. M. Orzechowski, A. Zeja and A. Dziech,
Secure data harvesting in the federation of repositories managed by Multi Agent Systems,
IEEE International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON 2009), Tomsk, Russia, March 2009
- 38) M. Szpyrka, Haskell approach to rule-based systems analysis.
7th Conference Computer Methods and Systems (CMS'09), Kraków, Poland, 26–27 November 2009
- 39) M Szpyrka and P. Matyasik,
Modelling Hexor robot behaviour with value passing XCCS,

Wykłady na konferencjach krajowych

- 1) St. Mrówczyński,
Zderzenia relatywistycznych jonów - kilka pytań i możliwe odpowiedzi,
XV Zjazd Fizyków Polskich,
Kraków, 6-11 września 2009 rok
- 2) P. Flin,
Powstawanie struktur wielkoskalowych,
Konferencja „Astronomia – nauka i wiara”,
Akademia im. Jana Długosza, Częstochowa, 26-28 listopada 2009 rok
- 3) T. Kosztołowicz,
Zastosowanie równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi do opisu dyfuzji anomalnej,
Sesja naukowa poświęcona ułamkowemu rachunkowi różniczkowemu,
Politechnika Łódzka, Łódź, 26 czerwca 2009 rok
- 4) G. Nalepa,
Metody i narzędzia wizualnego projektowania reguł decyzyjnych,
VII Krajowa konferencja „Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe”,
Wrocław, 23-24 czerwca 2009 rok
- 5) A. Dziech,
Systemy rozpoznawanie i wyszukiwania,
Konferencja „Bezpieczeństwo i wyrównywanie szans
kierunkiem działań Unii Europejskiej w XXI wieku”,
Będlewo, 6-9 grudzień 2009 rok
- 6) T. Ruś,
System do archiwizacji i wyszukiwania akt prokuratorskich,
Konferencja „Bezpieczeństwo i wyrównywanie szans
kierunkiem działań Unii Europejskiej w XXI wieku”,
Będlewo, 6-9 grudzień 2009 rok

Komunikaty konferencyjne

- 1) D. Banaś, M. Pajek, Th. Stoehlker, M. Czarnota, H. F. Beyer, F. Bosch, C. Brandau, S. Chatterjee, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, P. H. Mokler, R. Reuschl, U. Spillmann, S. Tachenov, S. Trotsenko, P. Verma, S. Boehm, A. Müller, E. W. Schmidt, J.-Cl. Dousse, J. Szlachetko, D. Sierpowski and A. Warczak,
X-ray emission from radiative recombination of bare ions interacting with cooling electrons,
11th International Symposium on Radiation Physics (ISRP-11),
Melbourne, Australia, 21-27 September 2009

- 2) M. Pajek, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser, A. Kubala-Kukus, S. Nowak, J. Szlachetko, M. Salomé and J. Susini, *Synchrotron radiation based high-resolution grazing emission x-ray fluorescence - applications in nanoscience*, 11th International Symposium on Radiation Physics (ISRP-11), Melbourne, Australia, 21-27 September 2009
- 3) M. Pajek, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y. Kayser, A. Kubala-Kukus, S. Nowak, J. Szlachetko, M. Salomé and J. Susini, *Synchrotron radiation based grazing emission x-ray fluorescence*, TXRF 2009 Conference, Gothenburg, Sweden, 15-19 June 2009
- 4) Y. Kayser, D. Banaś, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, P. Jagodzinski, M. Kavcic, A. Kubala-Kukus, 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*, TXRF 2009 Conference, Gothenburg, Sweden, 15-19 June 2009
- 5) Y. Kayser, W. Cao, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, P. Jagodzinski, M. Kavcic, A. Kubala-Kukus, M. Pajek and J. Szlachetko, *Characterization of Al-implanted Si wafers by using high resolution grazing emission x-ray fluorescence combined with synchrotron radiation*, ESRF Users Meeting, Grenoble, France, 4 February 2009
- 6) A. Kubala-Kukuś, J. Szlachetko, M. Pajek, J. Susini and M. Salome, *Investigation of the lateral distribution of elements in the multielemental standard samples by using the synchrotron radiation based micro x-ray fluorescence*, 13th Conference on Total Reflection X-ray Fluorescence Analysis and Related Methods (TXRF), Göteborg, Sweden, 15-19 June 2009
- 7) J. Szlachetko, M. Salome, J. Susini, J. Morse, M. Cotte, J.-Cl. Dousse and P. Jagodzinski, *Compact wavelength-dispersive spectrometer for micro-fluorescence analysis at ID21 beamline*, ESRF Users Meeting, Grenoble, France, 4 February 2009
- 8) M. Kavcic, M. Zitnik, K. Bucar, A. Michelic, M. Stuhec, J. Szlachetko, W. Cao and P. Glatzel, *Two-electron photo-excited atomic processes near inner-shell threshold studied by RIXS spectroscopy*, Resonant Inelastic X-ray Scattering Workshop, Grenoble, France, 29 June – 1 July 2009
- 9) J. Hoszowska, A. K. Kheifets, J.-Cl. Dousse, M. Berset, I. Bray, W. Cao, K. Fennane, Y. Kayser, M. Kavcic, J. Szlachetko and M. Szlachetko, *Double K-shell photoionization and universal scaling laws*, 26th International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions, Kalamazoo, Michigan, USA, 22 – 28 July 2009

- 10) J. Szlachetko, M. Cotte, J. Morse, M. Salome, J. Susini, P. Jagodzinski, J.-Cl Dousse, J. Hoszowska and Y. Kayser,
A wavelength-dispersive spectrometer for x-ray micro-fluorescence analysis at the ESRF ID21 beamline,
20th International Congress on X-Ray Optics and Microanalysis,
Karlsruhe, Germany, 14-18 September 2009
- 11) M. Salome, R. Baker, O. Beraldin, G. Berruyer, E. Chalmin, M. Cotte, V. De Andreade, E. Gagliardini, J. Morse, M. Rak, V. A. Sole, J. Szlachetko and J. Susini,
The ID21 scanning x-ray microscope at ESRF,
20th International Congress on X-Ray Optics and Microanalysis,
Karlsruhe, Germany, 14-18 September 2009
- 12) J. Semaniak, M. Kaminska, V. Zhaunerchyk, E. Vigen, M. Hamberg, M. Larsson, R. D. Thomas and W. D. Geppert,
The Dissociative Recombination of CH^+_5 and CD^+_5 ,
26th International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions,
Kalamazoo, Michigan, USA, 22 – 28 July 2009
- 13) T. Kosztolowicz and K. Lewandowska,
Subdiffusion in a composite medium,
22nd Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics,
Zakopane, Poland, 12-17 September 2009
- 14) K. Lewandowska and T. Kosztolowicz,
The scaling method to study the subdiffusion and subdiffusion-reaction equations,
22nd Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics,
Zakopane, Poland, 12-17 September 2009
- 15) K. Lewandowska and T. Kosztolowicz,
Subdiffusion in a system with chemical reactions,
3rd Warsaw School on Statistical Physics,
Kazimierz Dolny, Poland, 27 July - 4 June 2009
- 16) M. Drabik, K. Dworecki, J. Pilarski, S. Wąsik i J. Żuk,
Wpływ implantacji jonowej na własności membran polimerowych,
XL Zjazd Fizyków Polskich,
Kraków, 6-11 września 2009 rok
- 17) T. Kosztolowicz,
Zastosowanie równań różniczkowych z pochodnymi ułamkowymi do opisu subdyfuzji,
XL Zjazd Fizyków Polskich,
Kraków, 6-11 września 2009 rok
- 18) P. Kankiewicz i I. Włodarczyk,
Ewolucja planetoid na orbitach wstecznych,
XXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego,
Kraków, 14-18 września 2009 rok
- 19) M. Biernacka,
The shape of galaxy groups and clusters,
XXI Rencontres de Blois,
Château Royal de Blois, France, 21-26 June 2009

- 20) P. Flin,
Astronomowie i mass media w Kielcach,
Konferencja „Astronomia w edukacji, mediach i kulturze”
CAMK, Warszawa, 10-11 grudnia 2009 rok
- 21) P. Flin and W. Godłowski,
Orientation of the galaxy groups in the Local Supercluster,
XXI Rencontres de Blois,
Château Royal de Blois, France, 21-26 June 2009
- 22) M. Arabski, V.N. Davydova , S. Wąsik, K. Dworecki, A.V. Reunov,
L.A. Lapshina, I.M. Yermak i W. Kaca,
*Laser interferometrie method in the measurement of lipopolysaccharides
interaction with antibiotics and polymers,*
III Ogólnopolska Konferencja Biotechnologia Molekularna
„Biotechnologia - od badań podstawowych do wdrożeń” (BioMillenium 2009),
Gdańsk, 22-24 października 2009 rok

SEMINARIA

Seminaria w Instytucie*

- 1) dr Jakub Szlachetko,
Instytut Fizyki UJK, ESRF Grenoble, Francja ,
Zastosowanie promieniowania synchrotronowego w badaniach materiałów,
07.01.2009, 30 słuchaczy
- 2) mgr Przemysław Kościk,
Splątane bozony,
21.01.2009, 24 słuchaczy
- 3) prof. dr hab. Wojciech Florkowski,
Dynamika anizotropowej plazmy,
28.01.2009, 27 słuchaczy
- 4) dr hab. Marek Gaździcki,
Eksperyment NA61/SHINE: status i plany,
25.02.2009, 21 słuchaczy
- 5) dr Paweł Kankiewicz,
Dynamika „Mars crosserów”,
25.03.2009, 17 słuchaczy
- 6) dr Sławomir Tkaczyk, Laboratorium Fermiego,
Uruchomienie CMS – początek ery LHC,
08.04.2009, 26 słuchaczy
- 7) mgr Stanisław Nowak, Uniwersytet we Fryburgu ,
Kropka kwantowa jako źródło pojedynczych fotonów,
15.04.2009, 29 słuchaczy
- 8) dr Arkadiusz Bubak, Uniwersytet Śląski,
Eksperyment CBM przy FAIR,
22.04.2009, 20 słuchaczy
- 9) prof. Wiktor Preżdo, ICh UJK,
Zjawisko Kerra w fizyce molekularnej,
03.06.2009, 24 słuchaczy
- 10) dr Ireneusz Włodarczyk, Planetarium i Obserwatorium
Astronomiczne im. M. Kopernika w Chorzowie
Orbity zderzeniowe drobnych ciał Układu Słonecznego,
21.10.2009, 20 słuchaczy
- 11) dr Marek Jamroży, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego,
Wielkoskalowe struktury radiowe we Wszechświecie,
18.11.2009, 27 słuchaczy
- 12) mgr Daniel Sobota,
Oddziaływanie ultra-silnych impulsów lasera FLASH z krzemem,
25.11.2009, 15 słuchaczy

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

- 13) prof. dr hab. Józef Spałek, Uniwersytet Jagielloński,
Od atomu do nanoświata,
09.12.2009, 34 słuchaczy

Seminaria poza Instytutem

- 1) M. Biernacka,
Evoluton of low redshift clusters,
Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika, Warszawa, 14.01.2009
- 2) M. Biernacka,
Ewolucja bliskich gromad galaktyk,
Planetarium, Olsztyn, 13.02.2009
- 3) J. Braziewicz,
PET w medycynie i nauce,
Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 02.12.2009
- 4) W. Broniowski,
Fluktuacje rozmiaru a fluktuacje pędu,
AGH, 30.10.2009
- 5) J. Czub,
Biologiczne oddziaływanie ciężkich jonów o niskiej energii,
Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, 21.01.2009
- 6) W. Florkowski,
Dynamika anizotropowej plazmy, a problem wczesnej termalizacji/izotropizacji w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów,
Seminarium Fizyki Teoretycznej, Instytut Fizyki UJ, 12.01.2009
- 7) W. Florkowski,
Hydrodynamiczny opis produkcji cząstek,
Seminarium Fizyki Wielkich Energii, Uniwersytet Warszawski, 22.05.2009
- 8) W. Florkowski,
Hydrodynamiczny opis zderzeń ciężkich jonów – sukcesy i problemy,
Seminarium Fizyki Teoretycznej, Instytut Fizyki UJ, 15.12.2009
- 9) R. Maj,
Opis dwucząstkowych korelacji w zderzeniach relatywistycznych jonów,
Politechnika Warszawska, Warszawa, 16.06.2009
- 10) R. Maj,
Efekty coulombowskie w femtoskopii,
Instytut Fizyki Jądrowej, Kraków, 22.06.2009
- 11) St. Mrówczyński,
Zderzenia relatywistycznych jonów - kilka pytań i możliwe odpowiedzi,
Seminarium fizyki jądrowej, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego,
Warszawa, 06.11.2009

- 12) St. Mrówczyński,
Kolorowe niestabilności plazmy kwarkowo-gluonowej,
Środowiskowe Seminarium Plazmowe, Instytut Problemów Jądrowych,
Warszawa, 15.12.2009
- 13) M. Rybczyński,
Multiplicity fluctuations in collisions of non-symmetric systems,
NA49 analysis meeting, Kielce, 23-25 .02.2009
- 14) M. Rybczyński,
Analytical target and degrader optimisation,
CERN workshop on Secondary Ion Beams for NA61,
CERN, Geneva, Szwajcaria, 23.04.2009
- 15) M. Rybczyński,
Physics performance of NA61 with Secondary Ion Beams,
CERN workshop on Secondary Ion Beams for NA61,
CERN, Geneva, Szwajcaria, 23.04.2009
- 16) M. Rybczyński,
Simulation on physics performance with Secondary Ion Beams,
NA61 Collaboration Meeting,
CERN, Geneva, Szwajcaria, 25–27.05.2009
- 17) M. Rybczyński,
Multiplicity fluctuations in p+p,p+Pb collisions,
NA49 Collaboration Meeting,
CERN, Geneva, Szwajcaria, 28-29.05.2009
- 18) A. Wojtaszek,
Magnetic field calibration,
NA61 meeting, Kraków, 19.02.2009
- 19) A. Wojtaszek,
Transverse momentum vs. multiplicity correlations,
NA49 analysis meeting, Kielce, 23-25 .02.2009
- 20) G. Stefanek,
Data Base Update,
NA61 meeting, Kraków, 19.02.2009
- 21) G. Stefanek,
Calibration Schedule of NA61 data,
NA61 collaboration meeting, CERN, Genewa, Szwajcaria, 18.11.2009
- 22) G. Stefanek,
Off-line Quality Assesment for 2009 NA61 data,
NA61 collaboration meeting, CERN, Genewa, Szwajcaria, 19.11.2009
- 23) J. Szlachetko,
Application of wavelength dispersive spectroscopy for x-ray imaging analysis,
Europejskie Centrum Promieniowania Synchrotronowego,
Grenoble, Francja, 16.06.2009

- 24) T. Ruśc,
InWAS Searching System for Prosecutors Files,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 16.03.2009
- 25) T. Ruśc,
Textual search engine for security purposes based on Web Services technology,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 30.10.2009
- 26) T. Ruśc,
InWAS and INDECT security projects,
Uniwersytet Albrechta, Kilonia, Niemcy, 04.09.2009
- 27) P. Ślusarczyk,
Techniki sterowania i wymiany informacji w systemach bezpieczeństwa,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 18.09.2009
- 28) P. Ślusarczyk,
Czujniki mobilne w systemach bezpieczeństwa,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 11.12.2009
- 29) A. Dziech,
Problemy wyszukiwania informacji i kierunki rozwoju inteligentnych wyszukiwarek,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 16.03.2009
- 30) A. Dziech,
Znaki wodne w technologii CDMA,
Katedra Telekomunikacji, AGH, Kraków, 30.10.2009
- 31) M. Szpyrka,
Value-Passing XCCS,
Seminarium Explicite, Laboratorium Informatyki,
Katedra Automatyki AGH, Kraków, 02.04.2009
- 32) Z. Grzybek i M. Szpyrka,
Verification of XCCS models with CADP toolbox,
Seminarium Explicite, Laboratorium Informatyki,
Katedra Automatyki AGH, Kraków, 04.12.2009

Granty realizowane w Instytucie MNiSW

lp.	kierownik	tytuł projektu
1	Stanisław Mrówczyński	<i>Opis dwucząstkowych korelacji w zderzeniach relatywistycznych jonów</i>
2	Stanisław Mrówczyński	<i>Produkcja hadronów w zderzeniach jądrowych przy CERN SPS - eksperyment NA49-future, I etap</i>
3	Marek Pajek	<i>Badanie rekombinacji radiacyjnej jonów U^{92+} z elektronami w procesie chłodzenia elektronowego</i>
4	Jacek Semaniak	<i>Badanie zderzeń jonów molekularnych z elektronami swobodnymi (rekombinacji dysocjatywnej i rezonansowego tworzenia par) w warunkach niskotemperaturowej plazmy</i>