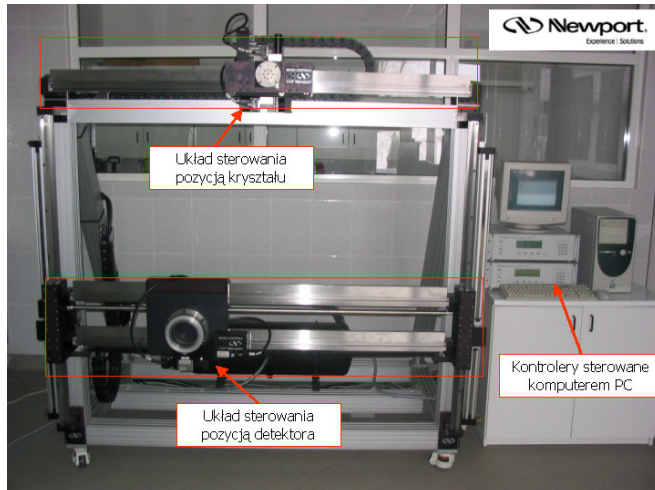


# Raport Roczny Instytutu Fizyki 2005



Akademia Świętokrzyska  
im. J. Kochanowskiego  
w Kielcach

<b>SPIS TREŚCI</b>	<b>Strona</b>
<b>Rok 2005 w Instytucie Fizyki AŚ</b>	<b>3</b>
<b>Struktura Instytutu</b>	<b>4</b>
Zakład Fizyki Atomowej	5
Zakład Fizyki Jądrowej	11
Zakład Biofizyki	14
Zakład Astrofizyki	17
Zakład Fizyki Teoretycznej	21
Zakład Dydaktyki Fizyki	28
Zakład Fizyki Medycznej	30
Zakład Informatyki	33
<b>Publikacje</b>	<b>35</b>
Artykuły naukowe	35
Podręczniki i skrypty	42
Artykuły popularno-naukowe	42
<b>Udział w konferencjach</b>	<b>43</b>
<b>Seminaria</b>	<b>49</b>
Seminaria w instytucie	49
Seminaria poza instytutem	50
<b>Wyjazdy zagraniczne</b>	<b>51</b>
<b>Granty realizowane w Instytucie</b>	<b>53</b>
<b>Adresy elektroniczne pracowników</b>	<b>54</b>
<b>Plakaty z konferencji</b>	<b>55</b>

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

## Najważniejsze wydarzenia w Instytucie Fizyki AŚ wr. 2005

- Decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów Wydział Matematyczno-Przyrodniczy uzyskał uprawnienia do nadawania stopnia naukowego doktora nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka
- Uruchomione zostało Planetarium, które wraz z wcześniej oddanym do użytku Obserwatorium tworzy jeden kompleks. Planetarium, podobnie jak obserwatorium, zostało włączone w proces kształcenia naszych studentów. Przyciąga ono również uczniów szkół średnich regionu kieleckiego.
- Jeden z naszych absolwentów, mgr Mikołaj Chojnacki, otrzymał Nagrodę I stopnia im. Arkadiusza Piekary przyznaną przez Polskie Towarzystwo Fizyczne za wyróżniającą się pracę magisterską

Na dalszych stronach tego raportu przedstawiamy organizację i strukturę instytutu (według stanu na 31 grudnia 2005 roku), tematykę prowadzonych badań z krótkim opisem osiągniętych rezultatów. Nasz raport wylicza także publikacje, wystąpienia na konferencjach i seminariach, informuje ponadto o seminariach w instytucie, a także o naszych gościach i wyjazdach za granicę. Na końcu zebrane też zostały kopie plakatów prezentowanych na konferencjach.

## Działalność naukowa

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

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



## STRUKTURA INSTYTUTU

### Dyrekcja

Prof. dr hab. Marek Pajek - dyrektor

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

Dr Dariusz Banaś - wicedyrektor ds. dydaktycznych

### Rada Instytutu

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

### Zakłady Instytutu:

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

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

## ZAKŁAD FIZYKI ATOMOWEJ

### Skład osobowy

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

### Tematyka badawcza

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

### Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

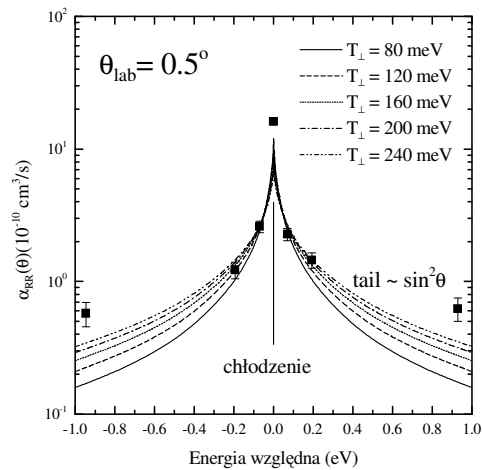
Instytut Problemów Jądrowych w Świerku  
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie  
Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach  
Uniwersytet w Erlangen, Niemcy  
Instytut Ciężkich Jonów (GSI), Darmstadt, Niemcy  
Uniwersytet w Sztokholmie, Szwecja  
Laboratorium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

## Badanie „efektu wzmocnienia” w procesie radiacyjnej rekombinacji jonów uranu $U^{92+}$ z elektronami swobodnymi

M. Pajek, D. Banaś, M. Czarnota, J. Szlachetko, Th. Stöhlker<sup>1</sup>, A. Gumberidze<sup>1</sup>, A. Orsic-Muthig<sup>1</sup>, U. Spillmann<sup>1</sup>, R. Reusch<sup>1</sup>, S. Tachenow<sup>1</sup>, D. Sierpowski<sup>2</sup>, A. Warczak<sup>2</sup>

Proces radiacyjnej rekombinacji (RR) ciężkich jonów, całkowicie obdarty z elektronów, był w ostatnich latach szeroko badany w pierścieniach akumulacyjnych, gdzie wiązki jonów są chłodzone przez gęste wiązki elektronów w chłodnicach elektronowych. Dla niskich energii elektronów proces ten może być opisany w ramach nierelatywistycznego przybliżenia dipolowego (NDA). Jednakże przeprowadzone dotychczas eksperymenty rekombinacyjne w różnych pierścieniach akumulacyjnych (TSR, CRYRING, ESR) pokazały, że dla względnych energii elektronów mniejszych od ich temperatury poprzecznej  $kT_{\perp}$ , zmierzone współczynniki rekombinacji są zdecydowanie wyższe, niż przewidywania teoretycznie NDA. Efekt ten, zwany „efektem wzmocnienia” był badany w kilku eksperymentach z całkowicie obdartymi jonami, włączając  $U^{92+}$  [1]. Zaobserwowano w nich, między innymi, że na wielkość „wzmocnienia” ma wpływ pole magnetyczne w chłodnicy elektronowej oraz podłużna temperatura wiązki elektronów  $kT_{\parallel} \ll kT_{\perp}$  [1,2]

W 2004 roku przeprowadzony został w kompleksie akceleratorowym SIS-ESR w GSI w Darmstadt eksperyment [3] w którym badano selektywnie efekt „wzmocnienia” rekombinacji jonów dla szerokiego zakresu stanów elektronowych poprzez pomiar promieniowania rentgenowskiego emitowanego bezpośrednio w procesie rekombinacji oraz w rezultacie kaskady radiacyjnej. W pierwszej części tego eksperymentu, dla zadanego pola magnetycznego  $B = 70$  mT w chłodnicy elektronowej, zmierzono szybkość rekombinacji dla sześciu energii względnych elektronów:  $E_{rel} = \pm 69$  meV,  $\pm 190$  meV,  $\pm 930$  meV. Zmierzone zależności współczynników rekombinacji do powłoki K zostały porównane z przewidywaniami nierelatywistycznego przybliżenia dipolowego (Rys. 1). Wyniki potwierdzają istnienie efektu wzmocnienia w granicy zerowych energii względnych w przypadku bezpośredniej rekombinacji do powłoki K. Jednocześnie dla wysokich energii względnych ( $E_{rel} \gg kT_{\perp}$ ) zmierzone współczynniki rekombinacji znacznie przewyższają przewidywania teoretyczne. Jest to spowodowane efektami relatywistycznymi, które zaczynają odgrywać tu istotną rolę, z powodu znacznej redukcji czynnika dipolowego ( $\sim \sin^2\theta$ ) dla kątów obserwacji bliskich zera stopni względem wiązki jonów.



Rys. 1. Zmierzone współczynniki rekombinacji do powłoki K w funkcji energii względnej elektronów. Wyniki zostały znormalizowane na przewidywania NDA dla  $kT_{\perp} = 120$  meV i  $E_{rel} = 190$  meV.

[1] W. Shi et al., Eur. Phys. J. D 15, 145-154 (2001).

[2] G. Gwinner et al., Phys. Rev. Lett. 84, 4822 (2000).

[3] M. Pajek et al., Proc. of ICPEAC-2005 (in press).

<sup>1</sup>Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany

<sup>2</sup>Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland

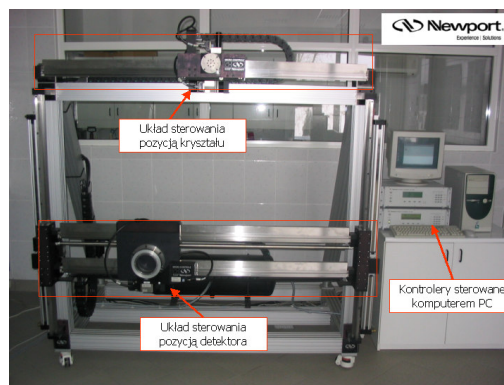
# Spektrometr krystaliczny do pomiaru niskoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego

*D. Banaś, P. Jagodziński<sup>1</sup>, M. Pajek, Th. Stöhlker<sup>2</sup>, M. Trassinelli<sup>2</sup>, S. Tachenow<sup>2</sup>, R. Reuschl<sup>2</sup>, U. Spillmann<sup>2</sup>*

Pomiar subtelnych efektów QED w ciężkich kilkuelektronowych jonach pozwala na bardzo czuły test przewidywań elektrodynamiki kwantowej w obszarze silnych pól kulombowskich. Jak dotąd, głównie ze względu na dostępność metod eksperymentalnych i precyzyjnych przewidywań teoretycznych, w większości przeprowadzonych eksperymentów, wpływ elektrodynamiki kwantowej na energię stanów badany był poprzez pomiar przesunięcia Lamba stanu 1s i 2s, odpowiednio w H- i Li-podobnych jonach. Duży postęp w spektroskopii ciężkich jonów [1] oraz obliczeniach teoretycznych [2], który nastąpił w ostatnich latach, pozwala obecnie na rozszerzenie tych badań również na obszar He-podobnych jonów, o których strukturze i energiach stanów wciąż niewiele wiemy. Badanie efektów QED jest możliwe jedynie poprzez pomiar energii wiązania i energii przejść rentgenowskich z wysoką dokładnością (1 eV).

Spektrometr krystaliczny do pomiaru niskoenergetycznego (1-10 keV) promieniowania rentgenowskiego budowany obecnie w Instytucie Fizyki w ramach kolaboracji SPARC (we współpracy z GSI, Darmstadt) zostanie wykorzystany w przyszłych eksperymentach z He-podobnymi jonami uranu gromadzonymi w pierścieniu akumulacyjnym ESR. Umożliwi on bardzo precyzyjny pomiar energii wewnątrzpowłokowych ( $\Delta n=0$ ) przejść rentgenowskich, w tym np. przejścia  $1s2p^3P_2 \rightarrow 1s2s^3S_1$  w He-podobnym uranie, którego energia wynosi 4.5 keV. Ponadto zostanie wykorzystany do pomiaru przesuniętych dopplerowsko linii serii Balmera w H-podobnych jonach oraz struktury satelitarnej promieniowania rentgenowskiego serii M wzbudzanej w zderzeniach jonów o średnim Z z ciężkimi atomami.

Konstruowany spektrometr pracuje w geometrii Johann-a [3] z promieniem okręgu Rowlanda równym  $R=0.5$  m (Rys. 1). Wykorzystuje sferyczny kryształ Si(111) firmy Zeiss o średnicy 75 mm i promieniu krzywizny  $2R=1$  m. Sferyczność kryształu zwiększa liczbę fotonów promieniowania rentgenowskiego odbitych w kierunku detektora, zwiększając tym samym istotnie wydajność spektrometru bez istotnego wpływu na jego zdolność rozdzielczą. Spektrometr jest wyposażony w dwa liniowe silniki krokowe do przesuwu w kierunku osi x, pneumatyczny silnik liniowy do przesuwu w kierunku osi y oraz dwa silniki obrotowe, jeden do obrotu kryształu a drugi detektora. Wszystkie silniki są obsługiwane przez komputer PC oraz dwa kontrolery firmy Newport. Do detekcji promieniowania rentgenowskiego wykorzystywany będzie detektor CCD składający się z macierzy  $1024 \times 256$  pikseli o rozmiarze  $26 \mu\text{m}$ . Szacowana zdolność rozdzielcza spektrometru, obliczona w oparciu o geometrię źródło-kryształ-detektor, charakterystykę użytego kryształu i parametry detektora jest rzędu 0.5 eV. Szacowana wydajność spektrometru obliczona z wykorzystaniem dynamicznej teorii dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego wynosi  $\sim 10^{-6}$ .



- [1] A. Gumberidze et al., Phys. Rev. Lett. 92, 203004 (2004)
- [2] A. N. Artemyev et al., Phys. Rev. A 71, 062104 (2005)
- [3] H. H. Johann, Zeitschrift für Physik 69, 185 (1931)

<sup>1</sup>Politechnika Świętokrzyska, Kielce

<sup>2</sup>Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany



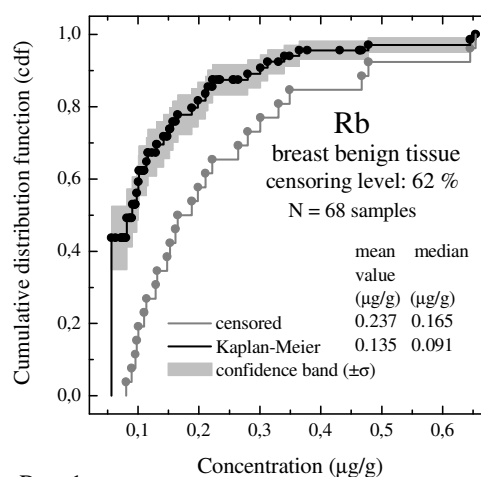
## Analiza cenzurowanych rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych w tkankach nowotworowych piersi

A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska, M. Pajek i S. Gózdź<sup>1</sup>

Prowadzone badania dotyczyły zastosowań spektroskopii rentgenowskiej w badaniu rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych w różnorodnych próbkach biologicznych i medycznych. W pomiarach koncentracji pierwiastków wykorzystano metody rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF, TXRF). Istotnym problemem w prowadzonych badaniach są pomiary kiedy koncentracja pierwiastka, będąca poniżej progu wykrywalności metody pomiarowej, nie jest określana. W poprzednich badaniach zaproponowano do opisu takich pomiarów statystyczną koncepcję danych losowo lewostronnie cenzurowanych, a do odtwarzania dystrybuanty i w konsekwencji parametrów rozkładu, estymator Kaplana-Meiera. Dla testów porównawczych rozkładów cenzurowanych w różnych populacjach zaproponowano test log-rangowy.

Rezultaty powyższe zostały obecnie wykorzystane praktycznie do odtwarzania cenzurowanych rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych w tkankach nowotworowych piersi, badanych metodą TXRF. Próbkę pochodziły od dwóch grup (nowotwór łagodny  $N_B = 68$  i złośliwy  $N_M = 26$  próbek) pacjentek Świętokrzyskiego Centrum Onkologii w Kielcach. W każdej grupie określono koncentracje 13 pierwiastków (od fosforu P do ołowiu Pb), będącą na poziomie od kilku ng/g do 0,1%, a następnie sporządzono rozkłady koncentracji. Zaobserwowano, że dla ponad 50% pierwiastków rozkłady koncentracji były cenzurowane, na poziomie od 2% do 62%. Wykorzystując estymator Kaplana-Meiera dla każdego rozkładu cenzurowanego odtworzono jego dystrybuantę a następnie parametry rozkładu, tzn. wartość oczekiwaną oraz medianę, otrzymując korekcję tych parametrów od 5% do 60% (Rys. 1). W celu znalezienia możliwych korelacji pomiędzy koncentracją danego pierwiastka a rodzajem nowotworu przeprowadzono analizę porównawczą, w której zastosowano test log-rangowy, możliwy do stosowania również w przypadku danych cenzurowanych. W rezultacie przeprowadzonej analizy porównawczej rozkładów koncentracji pierwiastków w tkankach łagodnego i złośliwego nowotworu piersi, zaobserwowano statystycznie istotny (poziom ufności 95%) wyższy poziom koncentracji niektórych pierwiastków (P, S, K, Ca, Fe, Ni, Se, Rb) w tkance nowotworu złośliwego.

Zaproponowana procedura statystycznego opracowywania danych losowo lewostronnie cenzurowanych powinna być standardowym narzędziem analizy w metodzie XRF, jak również w każdej metodzie pomiarowej, w której występuje problem danych cenzurowanych.



Rys. 1  
Porównanie dystrybuanty cenzurowanego na poziomie 62% rozkładu koncentracji rubidu (Rb) w tkance nowotworu łagodnego z dystrybuantą odtworzoną przy wykorzystaniu estymatora Kaplana-Meiera.

<sup>1</sup>Świętokrzyskie Centrum Onkologii, Artwińskiego 3, 25-734 Kielce

# Rezonansowe rozpraszanie Ramana promieniowania synchrotronowego w Si i SiO<sub>2</sub> w obszarze poniżej krawędzi absorpcji powłoki K

*J. Szlachetko, A.Kubala-Kukuś, M. Pajek, R. Barrett<sup>1</sup>, M. Berset<sup>2</sup>, J.-Cl. Dousse<sup>2</sup>,*

*K. Fennane<sup>2</sup>, J. Hoszowska<sup>1</sup>, M. Szlachetko<sup>2</sup>*

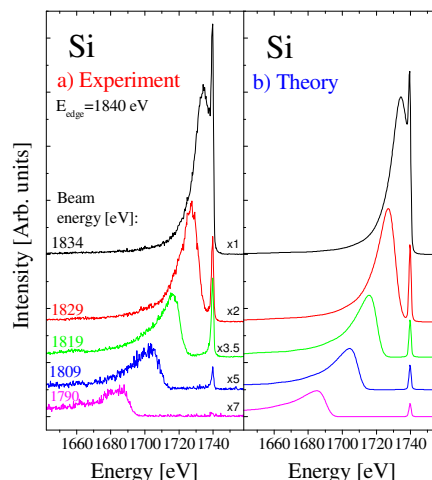
W ramach prowadzonych badań analizowano rezonansowe rozpraszanie Ramana (RRS) promieniowania synchrotronowego w ciele stałym (Si, SiO<sub>2</sub>), w obszarze poniżej krawędzi absorpcji powłoki K. Eksperyment został przeprowadzony w European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) w Grenoble (Francja), na wiązce fotonów ID21, wykorzystywanej do spektroskopii rentgenowskiej z wysoką zdolnością rozdzielczą. Widma promieniowania rejestrowano przy wykorzystaniu spektrometru krystalicznego typu von Hamos o wysokiej zdolności rozdzielczej (~eV). Dało to możliwość określenia dokładnego kształtu widm RRS w obszarze poniżej krawędzi absorpcji powłoki K (Rys.1), co pozwoliło zweryfikować opis teoretyczny zjawiska rezonansowego rozpraszania Ramana.

Pomiary przeprowadzono dla różnych energii promieniowania synchrotronowego w zakresie od 1790 do 1900 eV, na wiązce o natężeniu 10<sup>12</sup> – 10<sup>13</sup> fotonów/s z energetyczną zdolnością rozdzielczą wiązki ~6eV.

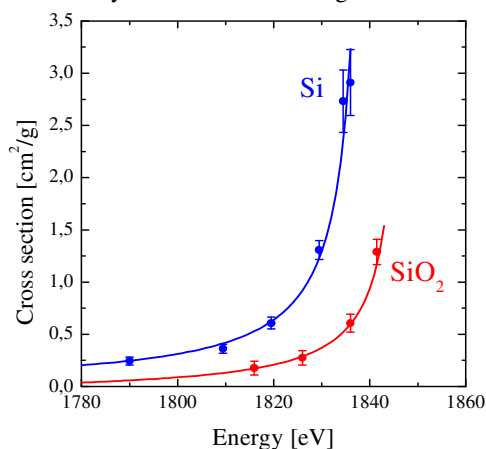
Na podstawie zarejestrowanych widm wyznaczono przekroje czynne na rezonansowe rozpraszanie Ramana promieniowania w Si i SiO<sub>2</sub>, które porównane zostały z przekrojami teoretycznymi na rozpraszanie ramanowskie w obszarze poniżej krawędzi absorpcji powłoki K wyznaczonymi z formuły Kramersa-Heisenberga (Rys.2). Wyznaczono również funkcje gęstości stanów nieobsadzonych dla Si i SiO<sub>2</sub>, co umożliwiło zaobserwowanie różnic w strukturze elektronowej dla Si i jego tlenku. Praktycznym zastosowaniem otrzymanych rezultatów będzie możliwość obniżenia progu wykrywalności pierwiastków lekkich w materiałach półprzewodnikowych, analizowanych metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF).

<sup>1</sup>European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), F-38043 Grenoble, France

<sup>2</sup>Department of Physics, University of Fribourg, CH-1700 Fribourg, Switzerland



Rys. 1 Porównanie widm eksperymentalnych (a) rezonansowego rozpraszania Ramana promieniowania synchrotronowego w Si z widmami teoretycznymi (b), wyznaczonymi z formuły Kramersa-Heisenberga



Rys. 2 Całkowite eksperymentalne przekroje czynne (punkty) na rozpraszanie Ramana promieniowania synchrotronowego w Si i SiO<sub>2</sub> w porównaniu z wartościami teoretycznymi (linie).

## **ZAKŁAD FIZYKI JĄDROWEJ**

### **Skład osobowy**

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

### **Tematyka badawcza**

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

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

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

### **Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:**

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

# Fluktuacje krotności w zderzeniach relatywistycznych ciężkich jonów

M.Rybczyński, Z. Włodarczyk

Krotność cząstek wyprodukowanych w zderzeniu jądro – jądro jest jedną z podstawowych charakterystyk ich oddziaływania. Rozkłady krotności zawierają informacje na temat procesów zachodzących w czasie formowania nowych cząstek w szczególności pokazują fluktuacje i korelacje występujące w zderzających się układach.

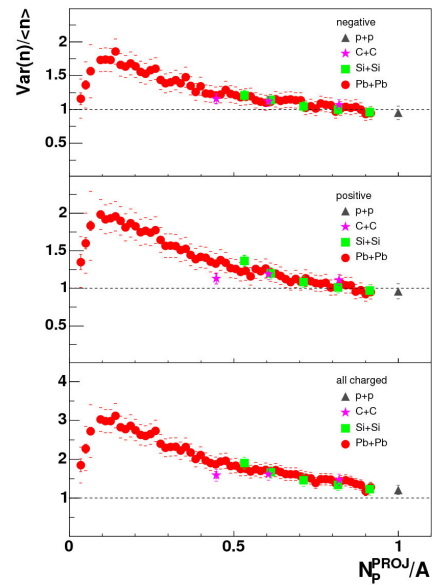
Krotność cząstek wyemitowanych przez niezależne źródła jest dobrze opisywana rozkładem Poissona. Jedną z jego własności jest równość wariancji i wartości średniej,  $Var(n) = \langle n \rangle$ .

Analizując przypadki zderzeń ciężkich jonów przy energii 158 GeV/nukleon (zarejestrowanych w eksperymencie NA49 w CERN) zauważono zdecydowanie niepoissonowski charakter rozkładów krotności wyprodukowanych cząstek w funkcji liczby nukleonów biorących udział w oddziaływaniu [1]. Jako miara fluktuacji krotności została użyta skalowana wariancja  $Var(n)/\langle n \rangle$  rozkładu krotności.

Skalowana wariancja wyznaczona dla ujemnie i dodatnio naładowanych cząstek ma podobne wartości w całym zakresie liczby zderzonych nukleonów, natomiast w przypadku wszystkich naładowanych cząstek odpowiednie wartości skalowanej wariancji są znacznie większe.

Ponieważ w eksperymencie NA49 dostępne są jedynie dane o centralnych zderzeniach węgiel – węgiel i krzem – krzem, trudno jest spekulować na temat pełnego kształtu zależności fluktuacji krotności od centralności zderzenia. Porównując jednak dane dla zderzeń ołów – ołów, krzem – krzem, węgiel – węgiel, i proton – proton wydaje się, że zachodzi skalowanie w zmiennej  $f = N_p^{PROJ}/A$ , która określa frakcję nukleonów biorących udział w zderzeniu.

Na Rys. 1 pokazano zależność skalowanej wariancji rozkładu krotności produkowanych cząstek jako funkcję frakcji liczby oddziałujących nukleonów. Podobne wartości w przypadku centralnych zderzeń mogą być przypadkowe. Aby to wyjaśnić, niezbędne będą dane C+C i Si+Si w całym zakresie liczby zderzonych nukleonów.



**Rys. 1** Skalowana wariancja rozkładu krotności ujemnie (górny panel), dodatnio (środkowy panel) i wszystkich naładowanych (dolny panel) cząstek wyprodukowanych w zderzeniach jądrowych przy energii 158 GeV/nukleon jako funkcja frakcji liczby nukleonów, które uczestniczą w zderzeniu. Poziome kreski oznaczają błędy systematyczne, błędy statystyczne są zaznaczone pionowymi liniami.

## Literatura

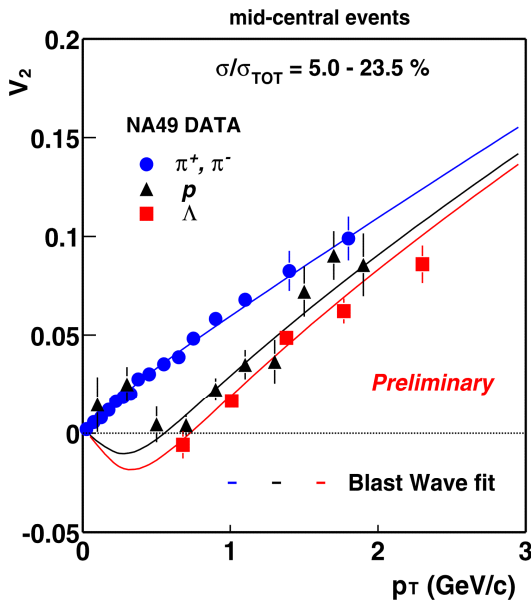
[1] M. Rybczyński *et al.* (NA49 Colaboration), 2005, *J. Phys. Conference Series*, **5** 74

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

G. Stefanek i kolaboracja NA49

Zderzenia ciężkich jąder atomowych o energiach od kilku do kilkuset GeV na nukleon, stały się ostatnio jednym z wiodących tematów realizowanych w ramach fizyki wysokich energii. Zainteresowanie tymi zderzeniami jest wynikiem przewidywań teoretycznych, które gdzieś w "obszarze energetycznym" akceleratorów AGS (11GeV/n) i SPS(158GeV/n) sytuuje przejście fazowe do nowego stanu materii zwanego plazmą kwarkowo-gluonową (QGP). Materia w tym stanie składa się ze swobodnych kwarków i gluonów, które poruszają się w całym obszarze zajmowanym przez układ. Ostatnio kolaboracja NA49 podjęła się ambitnego planu "przeskanowania" obszaru energii 11-158 GeV/n w poszukiwaniu sygnatur przejścia fazowego. Korelacje wielocząstkowe w płaszczyźnie azymutalnej, zwane także przepływami są interpretowane jako efekty występowania gradientu ciśnienia we wczesnej fazie zderzenia. W trakcie zderzenia asymetria w rozkładzie ciśnienia zostaje przekształcona w asymetrię w przestrzeni pędów cząstek wtórnych. Korelacje te są czułe zarówno na równanie stanu materii jądrowej jak i na stopień termalizacji osiągany podczas zderzenia. Przepływy cząstek ciężkich, a szczególnie tych zawierających kwark dziwny, są niezwykle interesujące, gdyż są one znacznie bardziej czułe na kształt równania stanu materii jądrowej niż przepływy mezonów  $\pi$ . Wierzymy również, że oddziaływania różnych cząstek ustają w różnym czasie od zderzenia, a ich przepływ kolektywny pozwala na badanie różnych etapów zderzenia jądrowego.

Dotychczas badano przepływ eliptyczny hiperonów  $\Lambda$  i mezonów  $K_s^0$ , w planach jest analiza cząstek  $\Xi$  i  $\phi$ . W badaniach zastosowano standardową metodę analizy (metodę Fouriera), pozwalającą na określenie asymetrii azymutalnej rozkładu cząstek



względem wyznaczonej płaszczyzny reakcji. Płaszczyznę tą znajdowano z rozkładu pędu poprzecznego zidentyfikowanych naładowanych mezonów  $\pi$ . Wyniki sugerują podobieństwo przepływu eliptycznego hiperonów  $\Lambda$  do strumienia kolektywnego protonów. Przepływ zmierzonych cząstek dziwnych  $\Lambda$ ,  $K_s^0$ , jak też przepływ protonów jest znacząco mniejszy niż ten dla naładowanych mezonów  $\pi$ , choć dla  $p_T \approx 2$  GeV/c przepływy wszystkich cząstek mają zbliżoną wartość. Przepływ eliptyczny wszystkich zmierzonych cząstek bardzo słabo zależy od ich rapidity (w obszarze blisko mid-rapidity), natomiast silnie rośnie zarówno z parametrem zderzenia jak i z pędem poprzecznym  $p_T$ . Zależność od  $p_T$  jest silniejsza w zderzeniach mniej centralnych.

Zależność przepływu eliptycznego pionów, protonów i hiperonów  $\Lambda$  od pędu poprzecznego cząstek wraz z fitem z modelu Blast Wave.

## **ZAKŁAD BIOFIZYKI**

### **Skład osobowy**

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

### **Tematyka badawcza**

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

### **Zakład dysponuje następującą aparaturą:**

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

### **Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:**

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

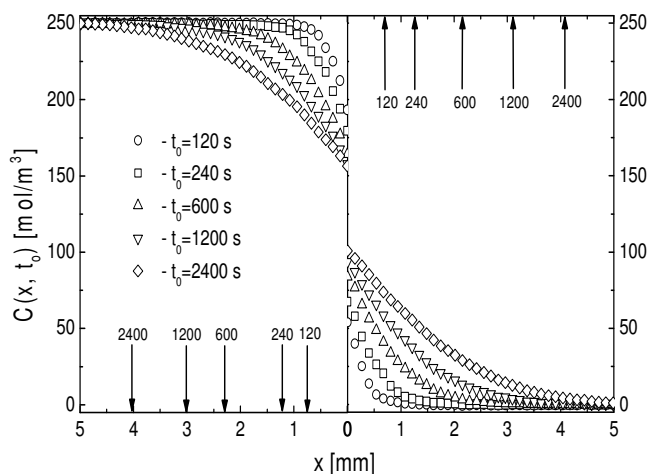
## Wyznaczanie współczynnika przepuszczalności membrany w warunkach polaryzacji stężeniowej

K. Dworecki, A. Ślęzak<sup>1</sup>, M. Drabik, B. Ornal-Wąsik i S. Wąsik

Dyfuzyjny transport substancji przez membranę rozdzielającą roztwory o różnych stężeniach prowadzi do tworzenia się przylegających do jej powierzchni tzw. stężeniowych warstw granicznych (SWG). Zjawisko to, powszechnie określane jako polaryzacja stężeniowa, jest szeroko badane w kinetyce biernego i aktywnego transportu przez membrany. SWG działają jak pseudomembrany ustawione w szeregu z membraną rzeczywistą. Wnoszą one dodatkowy „opór przepuszczalnościowy”, w związku z czym przepuszczalność kompleksu SWG/membrana/SWG jest mniejsza niż rzeczywista przepuszczalność samej tylko membrany i następuje znacząca redukcja strumieni: objętościowego i substancji rozpuszczonej. Z tego względu współczynnik przepuszczalności membrany powinien być mierzony w warunkach intensywnego mieszania roztworów, co jest dość kłopotliwe i nie zawsze możliwe. Ponadto należy podkreślić, że nawet intensywne mieszanie roztworów minimalizuje grubość SWG, ale nie niszczy ich całkowicie.

Stosując metodę interferometrii laserowej wykonano badania dyfuzji w układzie 1-membranowym z horyzontalnie usytuowaną membraną. Na podstawie przeprowadzonych badań opracowano eksperymentalną metodę pomiaru współczynnika przepuszczalności membrany w warunkach polaryzacji stężeniowej bez potrzeby mieszania roztworów. Metoda ta oparta jest na interferometrycznych pomiarach wielkości charakterystycznych dla obszarów przymembranowych, tj. profili stężeniowych  $C(x,t)$  (rys.) i grubości SWG. Uzyskane w ten sposób dane pozwalają, przy zastosowaniu praw Ficka, na dokładne wyznaczenie rzeczywistego współczynnika przepuszczalności membrany. Badania współczynników przepuszczalności wykonano dla kilku rodzajów membran celulozowych i nukleoporowych, przy zastosowaniu roztworów binarnych różnych substancji. Otrzymane wartości wykazały dobrą zgodność z danymi otrzymanymi za pomocą układu komorowego w warunkach intensywnego mieszania roztworów.

<sup>1</sup>Zakład Biologii  
i Biofizyki,  
Politechnika  
Częstochowska



Profile stężeniowe w obszarach przymembranowych otrzymane dla różnych czasów przy użyciu membrany celulozowej i roztworu etanolu o stężeniu początkowym  $C_0 = 250 \text{ mol/m}^3$ .

## Zredukowane (dwu-parametrowe) równania transportu membranowego substancji

*M. Kargol, A. Markowski, K. Starz, M. Podolak<sup>1</sup>, E. Śpiewła<sup>2</sup>, A. Kargol<sup>3</sup>*

W szeregu wcześniejszych prac M. Kargola i A. Kargola w których formowany był mechanistyczny formalizm transportu membranowego substancji (dotyczy to zwłaszcza prac: *Gen. Physiol. Bioph.* 22 (2003) 51-68 oraz *Biophysical Chemistry* 103 (2003) 117-127) sformułowano określone związki korelacyjne parametrów transportowych  $L_p$ ,  $\sigma$  i  $\omega_d$  owego mechanistycznego formalizmu oraz parametrów  $L_p$ ,  $\sigma$ , i  $\omega$  formalizmu transportowego Kedem-Katchalsky'ego. Związki te mają postać:

$$\omega_d = (1 - \sigma) \bar{C} L_p \quad \text{oraz} \quad \omega = (1 - \sigma^2) \bar{C} L_p$$

gdzie:  $\omega_d$  - współczynnik dyfuzyjnego przenikania substancji rozpuszczonej,  $L_p$  - współczynnik filtracji,  $\sigma$  - współczynnik odbicia,  $\omega$  - współczynnik przenikania substancji rozpuszczonej a  $\bar{C}$  - stężenie średnie ze stężeń  $C_1$  i  $C_2$ . Ostatnio związki te zostały wyprowadzone przez M. Kargola i A. Kargola w ramach formalizmów do których one przynależą (*Desalination* 190 (2006) 267-276).

Co więcej, wykazano też że spełniona jest relacja:

$$\omega = \omega_d (1 + \sigma) .$$

Dzięki tym związkom można równania transportowe formalizmu mechanistycznego, tj. równania:

$$J_{vM} = L_p \Delta P - L_p \sigma \Delta \Pi \quad \text{i} \quad j_{sM} = \omega_d \Delta \Pi + (1 - \sigma) \bar{C} L_p \Delta P ,$$

jak również równania Kedem-Katchalsky'ego, czyli równania:

$$J_v = L_p \Delta P - L_p \sigma \Delta \Pi \quad \text{i} \quad j_s = \omega \Delta \Pi + (1 - \sigma) \bar{C} J_v$$

sprowadzić do następującej zredukowanej postaci:

$$J_{vM} = J_v = L_p \Delta P - L_p \sigma \Delta \Pi \quad \text{oraz} \quad j_{sM} = j_s = (1 - \sigma) \bar{C} L_p (\Delta P + \Delta \Pi) .$$

Oznacza to jednocześnie, że równanie na strumień substancji rozpuszczonej można też zapisać:

$$J_{vsM} = J_{vs} = (1 - \sigma) \bar{C} \bar{V}_s L_p (\Delta P + \Delta \Pi)$$

gdzie:  $\bar{V}_s$  jest objętością molową substancji rozpuszczonej.

Autorzy niniejszego doniesienia uważają, że uzyskanie tych korelacyjnych związków transportowych otwiera daleko idące nowe i wnikliwsze możliwości badawcze.

<sup>1</sup> Instytut Fizyki, Uniwersytet Opolski

<sup>2</sup> Instytut Fizyki, Politechnika Lubelska

<sup>3</sup> Department of Physics, Loyola University, New Orleans USA



## **ZAKŁAD ASTROFIZYKI**

### **Skład osobowy**

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

### **Tematyka badawcza**

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

### **Zakład dysponuje następującą aparaturą:**

35 cm teleskop o następujących danych:

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

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

### **Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:**

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

# Badanie ewolucji bliskich gromad galaktyk

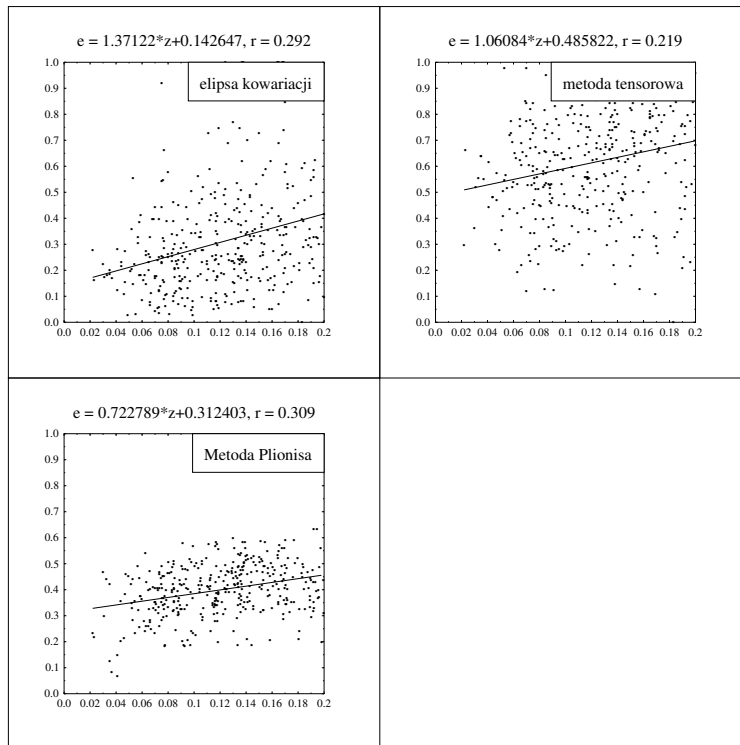
Monika Biernacka, Piotr Flin

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

Badaniom poddano wszystkie galaktyki danej gromady leżące w odległości mniejszej niż 2Mpc ( $h=0.75$ ,  $q_0=0.5$ ) od środka gromady o jasnościach z przedziału od  $m_3$  do  $m_3+3$ , gdzie  $m_3$  jest jasnością trzeciej najjaśniejszej galaktyki w gromadzie. Wybrane zostały cztery metody liczenia środka gromady: średnia arytmetyczna położeń wszystkich galaktyk, położenie najjaśniejszej i trzeciej najjaśniejszej galaktyki w gromadzie oraz mediana współrzędnych galaktyk.

Dla wszystkich metod wykreśliliśmy wykresy zależności eliptyczności od przesunięcia ku czerwieni i dopasowaliśmy do punktów pomiarowych prostą  $e=a*z+b$  oraz obliczyliśmy współczynnik korelacji  $r$ . We wszystkich przypadkach stwierdzono słabą zależność pomiędzy przesunięciem ku czerwieni gromady a jej eliptycznością.

Trzy metody wyznaczania kształtu eliptycznego zastosowano również do analizy gromad wygenerowanych komputerowo, za pomocą symulacji Monte Carlo.



Zależność pomiędzy wartością eliptyczności liczoną przy pomocy trzech metod a przesunięciem ku czerwieni

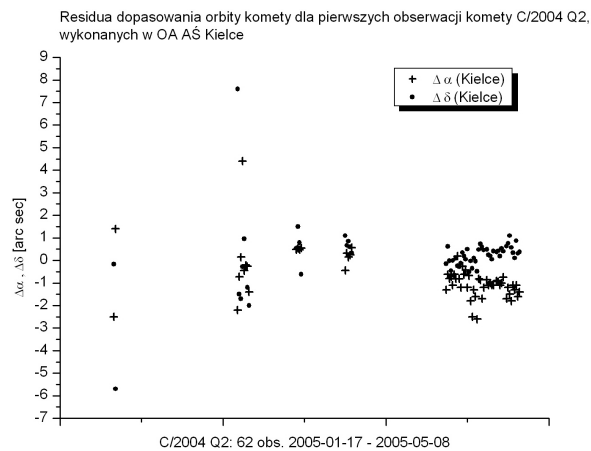
## Dynamika planetoid bliskich Ziemi

Paweł Kankiewicz

Celem projektu było badanie dynamiki małych ciał Układu Słonecznego. Wykorzystano w tym celu najnowsze wyniki obserwacji komet i planetoid, a także opracowano własny program obserwacyjny, który może dostarczać nowych danych do obliczeń orbitalnych.

Wykorzystano własne, poprzednio opublikowane wyniki badań numerycznych planetoid o dużych mimośrodkach. Zbadano ruch 4190 planetoid zbliżających się do Marsa, przy czym część z nich należy do populacji planetoid bliskich Ziemi (NEA).

W ramach programu obserwacyjnego wykorzystano teleskop 0.35 m z kamerą CCD Obserwatorium Astronomicznego IF AŚ. Wykonano ponad 120 pomiarów astrometrycznych komet i planetoid NEA. Oszacowano, że układ ten pozwala na uzyskiwanie wyników umożliwiających dopasowanie lub poprawienie orbity z wartościami residuów mniejszych, niż sekunda kątowna, a więc zgodnych z wymogami współczesnej astrometrii. Wyniki obserwacji udało się już zastosować do poprawienia orbit dwóch komet i jednej planetoidy NEA. W przyszłości będą one regularnie wysyłane jako raporty do Minor Planet Center.



Mając takie rezultaty, można poprawiać elementy orbitalne NEA i używać ich w symulacjach numerycznych, a także przygotowywać dokładniejsze efemerydy planetoid.

Wykonanie obserwacji pozwoliło też ocenić możliwości aparatury, w jaką wyposażone jest obserwatorium oraz określić statystykę nocy obserwacyjnych i jasność tła. Dzięki doświadczeniom wyniesionym z projektu zrealizowano modernizację sprzętu, poprawiając celowanie i pole widzenia teleskopu. Dodatkowo, planowane jest rozpoczęcie pomiarów fotometrycznych planetoid.

Rysunek: P. Kankiewicz, „Obserwacje małych ciał Układu Słonecznego w Obserwatorium Astronomicznym AŚ”, Wykorzystanie małych teleskopów, Akademia Świętokrzyska, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Kielce, Kraków 2005, 74-77.

## Funkcja jasności w podgrupowaniach gromad galaktyk

J. Krywult

W testowaniu teoretycznych modeli budowy i ewolucji galaktyk ważną rolę odgrywa otrzymana z obserwacji funkcja jasności galaktyk. Ponieważ ewolucja galaktyk w obszarach o dużej gęstości tych obiektów przebiega szybciej, wpływ środowiska powinien również odzwierciedlać się na przebiegu tej funkcji.

Funkcja jasności  $n(M)$  określa liczbę galaktyk o jasnościach w przedziale od  $M$  do  $M+dM$ . Najczęściej jej analityczną reprezentacją jest różniczkowa funkcja Schechtera:

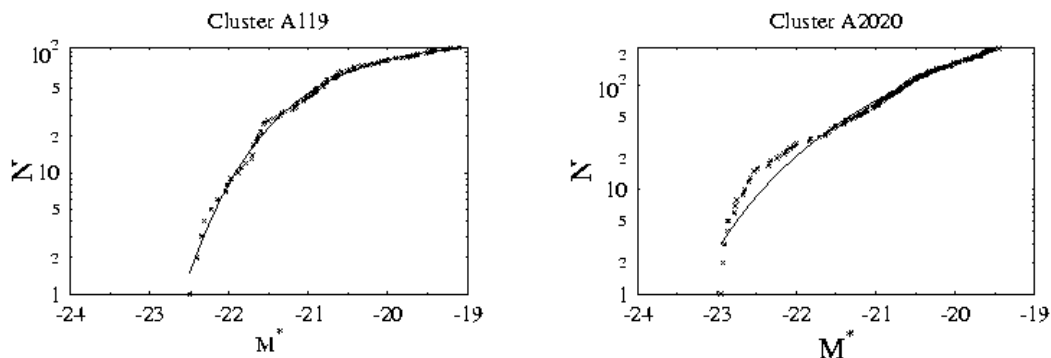
$$n(M)dM = k \cdot n^* \cdot \exp(k(\alpha+1)(M^* - M) - \exp(k(M^* - M)))dM$$

gdzie:  $k$  jest stałą,  $M$  oznacza jasności galaktyk,  $n^*$  i  $M^*$  są charakterystyczną gęstością i jasnością, a wykładnik  $\alpha$  określa nachylenie krzywej dla galaktyk o małych jasnościach. W wykonanych obliczeniach zastosowano scałkowaną postać funkcji Schechtera.

Analizie poddano 60 gromad galaktyk z katalogu ACO. W tej grupie znalazły się zarówno obiekty, w których występują statystycznie istotne podgrupowania oraz te, które są ich pozbawione. Przesunięcia ku czerwieni z badanych gromad mieściły się w przedziale od 0.01 do 0.24. Dla każdej gromady, do obliczenia funkcji jasności brano pod uwagę galaktyki znajdujące się w obszarze o promieniu 1.5 Mpc ( $h=0.75$ ,  $q_0=0.5$ ) wokół jej centrum.

W trakcie badań została wykonana kalibracja fotometryczna jasności galaktyk tworzących gromady, uwzględniono ekstynkcję międzygwiazdową i zastosowano  $K$ -korekcję. W obliczeniach uwzględniono galaktyki tła wykonując lokalną korekcję. Przeprowadzono ją analizując galaktyki zawarte w pierścieniu o szerokości 0.5 Mpc otaczającym każdą z gromad.

Do wyznaczonych zliczeń jasności galaktyk w gromadach i podstrukturach metodą największej wiarygodności dopasowano funkcje jasności Schechtera. Dla każdego przypadku otrzymano parametry funkcji:  $M^*$ ,  $\alpha$  i  $n^*$ . Wyniki przeprowadzonych obliczeń wskazują zależność obliczonych parametrów funkcji jasności od występowania i morfologii podstruktur w analizowanych gromadach galaktyk.



Rys. Zliczenia jasności galaktyk i dopasowane funkcje jasności w gromadzie pozbawionej podstruktur (A119) i w gromadzie z podgrupowaniami (A2020).

## ZAKŁAD FIZYKI TEORETYCZNEJ

### Skład osobowy

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

### Tematyka badawcza

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

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

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

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

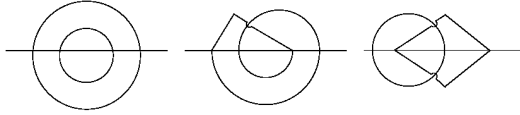
### Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

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

# Relatywistyczna teoria transportu ze zderzeniami wielociałowymi

Margaret E. Carrington<sup>1</sup> i Stanisław Mrówczyński

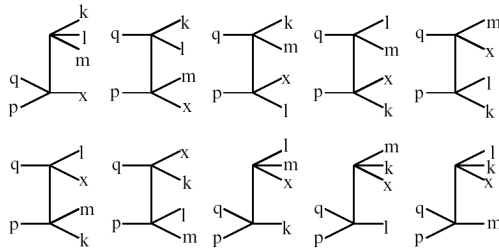
Równania transportu, jak na przykład słynne równanie Boltzmannna, zwykle uwzględniają jedynie binarne zderzenia cząstek opisywanego układu. W przypadku układów o dużej gęstości, w szczególności cieczy, występują jednak zderzenia, w których biorą jednocześnie udział więcej niż dwie cząstki. Mamy choćby elastyczne oddziaływanie trzech cząstek, oznaczane symbolicznie jako  $3 \leftrightarrow 3$ . Uwzględnienie takich zderzeń w teorii kinetycznej jest poważnym problemem teoretycznym, który nie jest w pełni rozwiązany. W przypadku układów relatywistycznych, w których charakterystyczne energie cząstek porównywalne są z ich masami (posługujemy się układem jednostek, w którym prędkość światła  $c = 1$ ), występują dodatkowo procesy produkcji cząstek. Mamy na przykład zderzenie dwóch cząstek, w efekcie którego powstaje dodatkowa cząstka. Proces taki oznaczamy jako  $2 \rightarrow 3$ . Możliwy jest również proces odwrotny  $3 \rightarrow 2$ . Oba procesy, które oznaczamy łącznie jako  $2 \leftrightarrow 3$ , występują w równowadze termodynamicznej z równym prawdopodobieństwem.



Rys. 1 Diagramy czteropętłowe w modelu  $\phi^4$ .

W naszej pracy podjęliśmy się zadania systematycznego uwzględnienia oddziaływań wielociałowych w relatywistycznej teorii kinetycznej. Rozważyliśmy dwa modele samooddziaływujących pól skalarnych z oddziaływaniem typu  $\phi^3$  i  $\phi^4$ . Zastosowaliśmy podejście Schwingera Keldysha, które umożliwia opis zarówno układów znajdujących się w równowadze termodynamicznej, jak i układów dalekich od równowagi. Wyprowadzenie członów zderzeniowych równania kinetycznego uwzględniających oddziaływania wielocząstkowe wymagało rozpatrzenia diagramów co najmniej trójpętlowych. I tak dla modelu  $\phi^3$  przeanalizowaliśmy diagramy trójpętłowe, zaś w przypadku modelu  $\phi^4$  trójpętłowe i czteropętłowe. Te drugie pokazane są na Rys. 1.

Rys. 2 Procesy  $2 \leftrightarrow 4$  odpowiadające diagramom czteropętłowym z Rys. 1.



Szczegółowa analiza diagramów czteropętlowych, wymagająca rozpatrzenia wszystkich możliwych cięć, pokazuje, że dostarczają one członów zderzeniowych odpowiadających procesom typu  $3 \leftrightarrow 3$  oraz  $2 \leftrightarrow 4$  pokazanych na Rys. 2.

<sup>1</sup>Department of Physics, Brandon University, Brandon, Manitoba, Canada

## Funkcje korelacji w oddziaływaniach wysokich energii

*Radostaw Maj*

Wysokoenergetyczne zderzenia jąder atomowych możemy opisać posługując się pojęciem źródła cząstek. Źródło to możemy postrzegać jako fizyczny obiekt, kroplę gęstej i gorącej materii zwanej „fireballem”, którego rozmiar związany jest z parametrem zderzenia. Obiekt ten rozszerza się i oziębia aż do momentu emisji cząstek, tzn. momentu rozpadu. Emitowane cząstki charakteryzują źródło w tym momencie.

W celu znalezienia przestrzenno-czasowych charakterystyk źródła dokonuje się pomiarów korelacji pary cząstek z „małym” pędem względnym, zarówno identycznych, jak i różnych. Stopień skorelowania pary mierzy tzw. funkcja korelacji -  $R(\mathbf{q})$ . Model funkcji korelacji zawiera się w tzw. formule Koonina:  $R(\mathbf{q}) = \int d^3r D_r(\mathbf{r}) |\varphi(\mathbf{r})|^2$ , gdzie  $D_r(\mathbf{r})$  to tzw. funkcja źródła, opisująca źródło,  $\varphi(\mathbf{r})$  to dwucząstkowa funkcja falowa stanu rozproszeniowego.

Emitowane oddziałujące cząstki poruszają się z prędkościami relatywistycznymi w układzie spoczywającego źródła. Fakt ten ma istotne znaczenie w analizie korelacji. Problemem jest wybór układu, w którym funkcja korelacji ma być wyznaczana. Choć naturalnym wydaje się wybór układu spoczywającego źródła, to niestety, wówczas nie możemy określić w ogólności dwucząstkowej funkcji falowej. Potrafimy to tylko zrobić w mało interesującym przypadku cząstek nieoddziałujących. Pełnej funkcji falowej cząstek oddziałujących nie umiemy transformować.

Jak jednak wiadomo, funkcja korelacji ma swój nośnik tylko dla małych pędów względnych. Wygodniej zatem wyznaczać tę funkcję w układzie centrum pary cząstek, bowiem tam, dla małych pędów względnych, znamy postać funkcji falowej – która w tym przypadku jest rozwiązaniem równania Schroedingera. Ponieważ środek masy cząstek względem źródła porusza się z prędkością relatywistyczną, toteż by wyznaczyć funkcję korelacji w układzie CM pary, należy odpowiednio przetransformować funkcję źródła do tego układu. Znając funkcję korelacji w układzie CM, łatwo określimy jej postać w układzie spoczywającego źródła, wystarczy tylko przetransformować pęd względny. Taka procedura pozwala nam wyznaczać interesującą nas funkcję korelacji dla małych pędów względnych w przypadku relatywistycznego ruchu pary cząstek oddziałujących.

Parametry źródeł cząstek otrzymujemy porównując dane doświadczalne z konkretnym modelem teoretycznym. W przypadku korelacji cząstek identycznych oddziałujących coulombowsko musimy wyeliminować korelacyjne efekty związane z tym oddziaływaniem. W tym celu stosowana jest powszechnie procedura poprawiania Bowlera-Sinyukova. Zakłada ona, że efekty coulombowskie faktoryzują się. Niestety, można pokazać, że taki sposób poprawiania danych doświadczalnych zafałszowuje, w różnym stopniu, parametry źródeł. Szczególnie tyczy się to parametru  $\lambda$ , który występuje w tzw. koncepcie „halo”. Koncept ten rozszerza model funkcji korelacji w celu wyjaśnienia zachowania się doświadczalnej dwucząstkowej funkcji korelacji, po eliminacji efektów oddziaływania coulombowskiego, dla bliskiego zera pędu względnego oraz zakłada, że w zasadzie mamy do czynienia z dwoma źródłami cząstek. Pierwsze – „fireball” jest małe, drugie – duże związane z cząstkami pochodzącymi z rozpadów długo-żyjących rezonansów.

## SHARE (Statistical HAdronization with REsonances) – oprogramowanie służące do statystycznej analizy procesu produkcji cząstek w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów

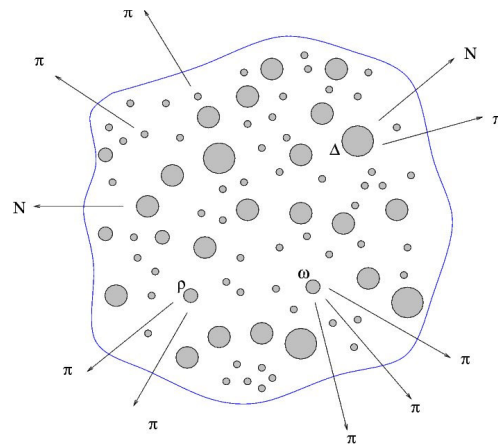
*G. Torrieri*<sup>1</sup>, *S. Steinke*<sup>1</sup>, *W. Broniowski*<sup>2</sup>, *W. Florkowski*<sup>2</sup>, *J. Letessier*<sup>3</sup>, *J. Rafelski*<sup>1</sup>

We współpracy z grupą prof. J. Rafelskiego z Uniwersytetu Stanu Arizona w Tucson (USA) opracowaliśmy pakiet programów komputerowych służących do statystycznej analizy produkcji cząstek w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów. Podstawową funkcją tego pakietu jest wyznaczanie parametrów termalnych charakteryzujących układ wyprodukowanych cząstek. Wprowadzając eksperymentalne wartości stosunków krotności hadronów, przy pomocy oprogramowania SHARE wyznaczamy temperaturę układu,  $T$ , jego potencjał barionowy,  $\mu_B$ , oraz wszystkie inne interesujące nas intensywne wielkości termodynamiczne. Charakterystyczną cechą naszego podejścia jest uwzględnienie w obliczeniach abundancji badanych cząstek wkładów od wszystkich znanych rezonansów, które rozpadając się zasilają w istotny sposób ich krotności.

Pakiet SHARE (nazwa pochodzi od słów: statistical hadronization with resonances) jest powszechnie udostępniony dla potencjalnych użytkowników poprzez stronę domową <http://www/physics.arizona.edu/~torrieri/SHARE/sharev1.html>. Może być on również osiągnięty poprzez stronę domową czasopisma Computer Physics Communications, gdzie został opublikowany artykuł zawierający opis programu wraz z dyskusją fizycznych podstaw modelu statystycznej hadronizacji.

Strona domowa pakietu SHARE zawiera również przygotowane przez nas okienko (typu web-page calculator) służące do wykonywania obliczeń systemem on-line. Przy użyciu tego okienka możemy podstawowe funkcje pakietu wywoływać w prosty sposób, bez konieczności instalowania całego oprogramowania na własnym komputerze.

Praca nad pakietem SHARE stanowiła część naszych badań dotyczących statystycznej analizy produkcji hadronów w skrajnie relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów. Oprócz przygotowania tego pakietu zajmowaliśmy się również fizycznymi zagadnieniami jak np. analizą widm pędu poprzecznego hadronów, asymetrią eliptyczną przepływu, produkcją cząstek dziwnych, oraz funkcjami zrównoważenia ładunku dla pionów.



<sup>1</sup>Department of Physics, University of Arizona, Tucson, USA

<sup>2</sup>również: Zakład Teorii Struktury Materii, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

<sup>3</sup>Laboratoire de Physique Théorique et Hautes Energies, Université Paris 7, Francja



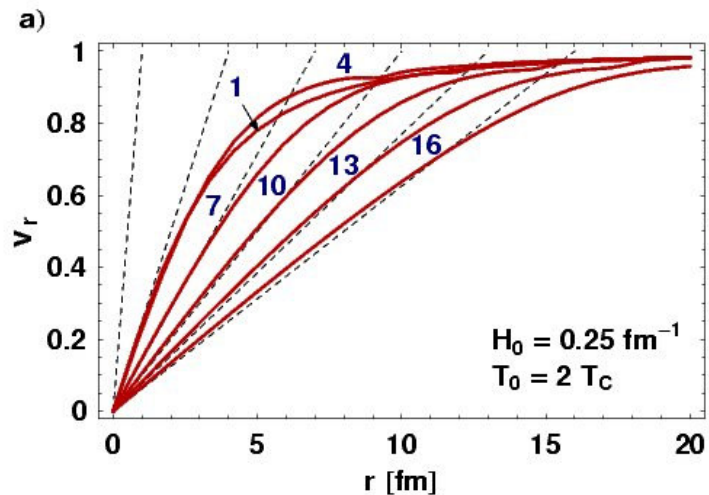
## Ekspansja Hubble'a w skrajnie relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów

*M. Chojnacki, W. Florkowski<sup>1</sup>*

Dane zgromadzone w dotychczasowych eksperymentach ciężkojonowych przy wysokich energiach (SPS w CERN-ie oraz RHIC w Brookhaven National Laboratory) wskazują, że wyprodukowana materia jest w dużym stopniu stermalizowana oraz podlega silnej podłużnej i poprzecznej ekspansji. Taka ekspansja jest często parametryzowana prawem Hubble'a w postaci  $v = H r$ . Powstaje pytanie czy ta postać wynika z dynamiki układu?

Aby zbadać to zagadnienie rozwiązaliśmy boost-niezmiennicze równania relatywistycznej hydrodynamiki dla przypadku zerowej liczby barionowej. Tego typu ograniczenia wydają się mieć sens dla obszarów centralnych zderzeń ciężkich jonów badanych na akceleratorze RHIC, gdzie liczba antybarionów jest bliska liczbie barionów. Standardowa analiza równań hydrodynamiki dla tego przypadku wskazuje, że przepływ zgodny z prawem Hubble'a kształtuje się dla bardzo dużych czasów ewolucji,  $t \gg 10$  fm/c. Takie czasy wydają się nierealistyczne, gdyż pomiary korelacji pomiędzy wyprodukowanymi cząstkami wskazują na względnie krótki, około 10 fm/c, czas życia układu. Aby uzyskać przepływ Hubble'a w tak krótkim czasie wymagane jest zmodyfikowanie warunków początkowych. Typowo zakłada się, że początkowy przepływ poprzeczny jest równy zero, a jego niezerowa wartość buduje się właśnie na wskutek poprzecznej ekspansji hydrodynamicznej. W naszych rozważaniach przyjęliśmy, iż procesy prowadzące do osiągnięcia lokalnej równowagi termodynamicznej prowadzą również do powstania przepływu poprzecznego, który może być uwzględniony jako warunek początkowy dla równań hydrodynamiki. Uwzględnienie takiego niezerowego przepływu przyspiesza

osiągnięcie przez układ stanu asymptotycznego, w którym przepływ ma kształt zgodny z prawem Hubble'a. Nasze wyniki ilustruje rysunek obok, na którym profile prędkości poprzecznej dla różnych chwil czasowych (linie ciągłe,  $t = 1, 4, 7, 10, 13, 16$  fm/c) są porównywane z profilami odpowiadającymi prawu Hubble'a (linie kreskowane). Widzimy, że gdy już w chwili początkowej  $t = 1$  fm/c mamy do czynienia z niezerowym



przepływem, scharakteryzowanym parametrem  $H_0$ , to w krótkich czasach możemy osiągnąć profile Hubble'a (w obszarze  $r < c t$ ). Podsumowując, możemy stwierdzić, iż nasze wyniki otrzymane w ramach relatywistycznej hydrodynamiki uwiarygodniają stosowanie prostych parametryzacji przepływu w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów.

<sup>1</sup> również: Zakład Teorii Struktury Materii, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

## **Nieperturbacyjne badania układów cząstek oddziałujących w pułapkach kwantowych**

*Anna Okopińska, Przemysław Kościak*

W naszych badaniach opracowaliśmy teorio-polowy opis zjawiska kondensacji Bosego-Einsteina, które obserwowane jest od niedawna w ultra-zimnych gazach atomowych w pułapkach magnetycznych. Użycie kwantowej metody operatorów złożonych w formalizmie działania efektywnego pozwoliło zdefiniować funkcjonal gęstości dla bozonów. Rozwijając funkcjonal w potęgach stałej Plancka uzyskaliśmy systematyczną metodę przybliżeń dla wyznaczania parametru uporządkowania i wielkiego potencjału kanonicznego, będącą uogólnieniem schematu Kohna-Shama na pola bozonowe. W wiodącym rzędzie uzyskano samozgodne przybliżenie Popova dla gazu oddziałujących bozonów. Badano poprawki uzyskane w następnym rzędzie w zależności od gęstości i temperatury przy kondensacji Bosego-Einsteina.

Równocześnie badano zbieżność otrzymanego schematu Kohna-Shama na prostszym przykładzie oscylatora anharmonicznego. Opracowano przy tym kilka kodów numerycznych umożliwiających precyzyjne wyznaczenie widma i własności termodynamicznych różnych układów anharmonicznych.

Badania nasze dotyczyły także teoretycznego opisu układów niewielkiej ilości oddziałujących ze sobą cząstek uwięzionych w kwantowych pułapkach harmonicznych. Pułapki takie są od niedawna realizowane doświadczalnie zarówno dla fermionów (kropki kwantowe w strukturach półprzewodnikowych), jak i dla bozonów (kondensaty Bosego-Einsteina w sieciach optycznych). Interpretacja wyników i planowanie nowych eksperymentów wymaga intensywnych badań teoretycznych. Szczególnie interesująca w tych eksperymentach jest możliwość dowolnego kształtowania potencjału wiążącego, a nawet parametrów opisujących oddziaływanie międzycząsteczkowe (w przypadku kondensatów), dzięki której kropki i kondensaty stanowią idealne obiekty dla testowania metod teoretycznych fizyki wielu ciał. Badania nasze wykazały efektywność optymalizowanej metody Rayleigha-Ritza dla układu dwóch cząstek w pułapce harmonicznej, więc rozpoczęliśmy pracę nad uogólnieniem tej metody dla wyznaczania stanów związanych w pułapkach z większą ilością cząstek.

## Przybliżenie quasistatyczne w układach subdyfuzyjnych z reakcjami chemicznymi

*Tadeusz Kosztołowicz i Katarzyna Lewandowska*

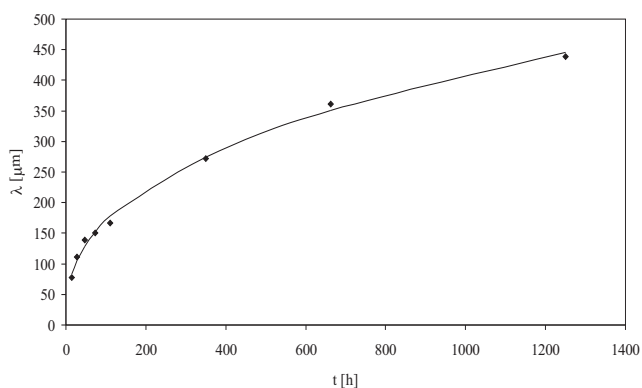
Subdyfuzja jest procesem transportu w którym średni kwadrat przesunięcia cząsteczki Browna  $\langle \Delta x^2(t) \rangle$  po czasie  $t$  jest wyrażony zależnością  $\langle \Delta x^2(t) \rangle = 2D_\alpha t^\alpha / \Gamma(1 + \alpha)$ , gdzie  $D_\alpha$  jest współczynnikiem subdyfuzji,  $\alpha$  - parametrem subdyfuzji ( $0 < \alpha \leq 1$ ). Transport subdyfuzyjny opisywany jest równaniem subdyfuzji z czasową pochodną rzędu ułamkowego. W przypadku, gdy w danym ośrodku występuje transport cząsteczek rodzaju  $A$  oraz  $B$ , które mogą podlegać reakcji chemicznej, równania opisujące transport są nieliniowymi równaniami różniczkowymi rzędu ułamkowego. Dotychczas nie znaleziono dokładnych rozwiązań takich równań, przy ich rozwiązywaniu stosowane są pewne założenia upraszczające. Często zamiast rozwiązań interesuje nas wyprowadzenie funkcji takich jak czasowa ewolucja położenia frontu reakcji, który definiowany jest jako punkt  $\lambda$ , dla którego człon reakcji  $R(x,t) = kA(x,t)B(x,t)$  osiąga wartość maksymalną ( $A, B$  są stężeniami substancji,  $k$  jest stałą reakcji).

W opisanych badaniach zajmowano się rozwiązywaniem układu równań subdyfuzji-reakcji w przypadku, gdy jeden z reagentów jest statyczny (nie podlega procesowi błędzenia losowego). Taka sytuacja ma miejsce m.in. w układach porowatych, gdzie cząsteczki transportowanej substancji pokonują subdyfuzyjnie wąskie pory membrany, mogąc jednocześnie reagować chemicznie z substancją stanowiącą ów ośrodek. W tym przypadku równania mają postać ( $B$  jest tutaj statycznym reagentem):

$$\frac{\partial^\alpha A(x,t)}{\partial t^\alpha} = D_\alpha \frac{\partial^2 A(x,t)}{\partial x^2} - kA(x,t)B(x,t), \quad \frac{\partial^\alpha B(x,t)}{\partial t^\alpha} = -kA(x,t)B(x,t),$$

gdzie  $D_\alpha$  jest współczynnikiem subdyfuzji substancji  $A$ . W przybliżeniu quasistatycznym  $\frac{\partial A(x,t)}{\partial t} \approx 0$  wyprowadziliśmy funkcję czasowej ewolucji frontu reakcji:

$$\lambda(t) = \frac{1}{2} \Gamma\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{D_\alpha} \left( \sqrt{1 + \frac{4A_0}{B_0} \frac{1}{\Gamma(1 - \alpha/2)\Gamma(\alpha/2)}} - 1 \right) t^{\alpha/2}$$



Powyższa zależność pozwala na wyznaczenie parametru subdyfuzji  $\alpha$  oraz współczynnika subdyfuzji  $D_\alpha$  z danych eksperymentalnych. Przykładem jest czasowa zmiana głębokości próchnicy (Rys. 1), powodowanej przez reakcję kwasów organicznych ze szkliwem; granica występowania próchnicy jest utożsamiana z frontem reakcji. Otrzymany parametr subdyfuzji wynosi  $\alpha=0,76$ .

Rys.1. Zależność głębokości próchnicy od czasu. Kwadraty reprezentują dane eksperymentalne, linia ciągła jest wykresem funkcji:  $x_f = 29,77t^{0,38}$ .

## **ZAKŁAD DYDAKTYKI FIZYKI**

### **Skład osobowy**

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

### **Tematyka badawcza**

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

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

### **Zakład dysponuje następującą aparaturą:**

Zestawy do demonstracji podstawowych zjawisk fizycznych.

### **Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:**

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

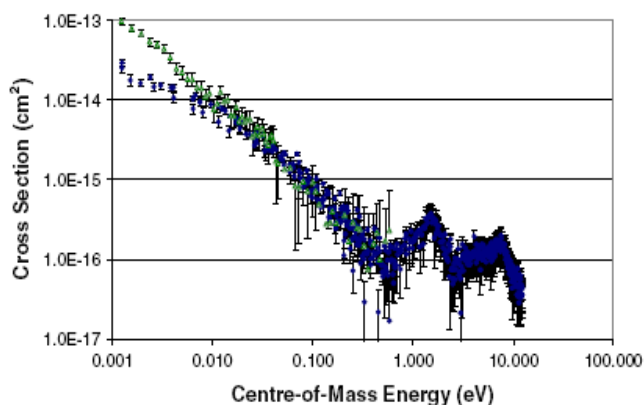
# Rekombinacja dysocjatywna jonów molekularnych z elektronami swobodnymi w pierścieniach akumulacyjnych

*J. Semaniak, M. Kamińska*

Oddziaływania pomiędzy elektronami i jonami molekularnymi odgrywają ważną rolę w plazmie wytworzonej w warunkach naturalnych oraz laboratoryjnych, wystarczająco zimnej, żeby zawierała składniki cząsteczkowe. Obejmują one m.in. procesy rekombinacji dysocjatywnej (DR), której kompleksowe badanie jest przedmiotem projektu. W wyniku DR jonów molekularnych  $AB^+$  z elektronami powstają neutralne fragmenty, zgodnie z reakcją:  $AB^+ + e \rightarrow A + B$ , gdzie A i B są atomami lub molekułami. Badania DR mają na celu poznanie mechanizmu DR jonów molekularnych z elektronami swobodnymi oraz dostarczają danych (przekroje czynne, stany kwantowe produktów dysocjacji, fragmentacja molekuł wieloatomowych) pozwalających na modelowanie plazmy astrofizycznej i laboratoryjnej, takiej jak: atmosfery planetarne, obłoki międzygwiazdowe, obszary brzegowe tokamaków. Badania DR przeprowadzane są na wiązce ciężkojonowego pierścienia kumulującego CRYRING w Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie, Szwecja.

Prace eksperymentalne obejmowały badanie rekombinacji dysocjatywnej jonów molekularnych o znaczeniu astrofizycznym:  $HCS^+$ ,  $OCS^+$  [1], i  $N_2O^+$  [2] oraz jonów  $CF^+$  [3]. Dla jonów  $CF^+$  zmierzono przekrój czynny na rekombinację dysocjatywną, znajdując minimum przy energii 0,5 eV, przy wyższych energiach do 10 eV zaobserwowano struktury rezonansowe. Zmierzono także przekrój czynny na wzbudzenie dysocjatywne, prowadzące do powstania kanału  $C^+ + F$ , zaobserwowano maksimum przy energii 7 eV. Porównano wyniki eksperymentalne dotyczące pomiaru przekroju czynnego na rekombinację dysocjatywną otrzymane w CRYRING i ASTRID, które zgadzają się ze sobą w granicach błędów eksperymentalnych, co jest przedstawione na rysunku.

Dla jonów  $HCS^+$  i  $OCS^+$  zmierzono przekrój czynny dla energii w zakresie od 0 eV do 1 eV oraz prawdopodobieństwo rozgałęzień przy energii 0 eV. Główne kanały rozpadu dla jonów  $HCS^+$  i  $OCS^+$  wynoszą odpowiednio: 83% dla kanału  $CO+S$  oraz 81% dla  $HC+S$  ( $HS+C$ ). Otrzymane wyniki zostały użyte do obliczenia stosunku  $HCS^+/CS$  w ciemnych obłokach międzygwiazdowych [1]. Na podstawie danych eksperymentalnych wynika, że dominującym kanałem rozpadu jonu  $N_2O^+$  jest dwuciałowa fragmentacja:  $N_2 + O$  (48%) oraz  $NO + N$  (36%), natomiast wkład kanału  $2N + O$  jest najmniejszy – 16% przy energii zderzenia 0 eV.



Zmierzony przekrój czynny na DR dla jonu  $CF^+$ : porównanie wyników otrzymanych z ASTRID (kolor zielony) oraz z CRYRING (kolor granatowy)

<sup>1</sup>H.Montaigne et al., AP. J. **631**, 653, 2005

<sup>2</sup>M. Hamberg et al., Phys. Chem. Chem. Phys. **7**, 1664 2005

<sup>3</sup>O. Novotny et al., J. Phys. B. **38** 10 2005

## ZAKŁAD FIZYKI MEDYCZNEJ

### Skład osobowy

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

### Tematyka badawcza

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

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

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

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

### Zakład dysponuje następującą aparaturą badawczą:

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

### Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

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

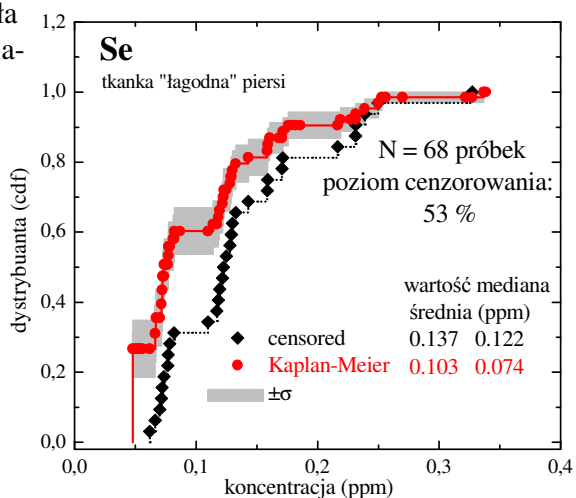
## Koncentracja pierwiastków śladowych w tkance piersi, płuc i jelit

D. Banaś, J. Braziewicz, St. Góźdz<sup>1</sup>, A. Kubala-Kukuś, M. Kucharzewski<sup>2</sup>, U. Majewska, M. Pajek

Niektóre pierwiastki w organizmie człowieka odgrywają istotną rolę w procesach kancerogennych, chroniąc go przed rakowaceniem lub przeciwnie, przyspieszają te procesy. [T. P. J. Mulder, H. W. Verspaget, A. R. Janssens et. al., Gut 32 (1991) 1146.] Rak jelita, piersi, płuc to najczęściej występujący rak u człowieka i najczęstsza przyczyna zgonów. Celem prowadzonych badań jest poszukiwanie korelacji pomiędzy zawartością pierwiastków w rakowych oraz łagodnych tkankach jelita, płuc i piersi i próba odpowiedzi na pytanie, czy skład pierwiastkowy tkanek rakowych i łagodnych różnych organów ma podobny skład pierwiastkowy. Do określenia koncentracji Fe, Cu, Zn i Se we wspomnianych tkankach zastosowana została rentgenowska analiza fluorescencyjna z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF). [R. Klockenkämper, Total Reflection, X-ray Fluorescence Analysis, J. Wiley and Sons, New York 1997.]

Analizie poddano 26 rakowych i 68 łagodnych próbek tkanki piersi, 69 rakowych i 13 łagodnych próbek tkanki płuc oraz 73 rakowych i 10 łagodnych próbek tkanki jelit. Otrzymane w wyniku analizy koncentracje pierwiastków tworzą log-stabilne rozkłady koncentracji, które dobrze opisują zarówno określone wartości koncentracji, jak i wartości koncentracji poniżej granicy detekcji. [A. Kubala-Kukuś, J. Braziewicz and M. Pajek, Spectrochim Acta B 59 (2004) 1283.] Koncentracja selenu nie została określona we wszystkich próbkach, dlatego też do rekonstrukcji oryginalnego rozkładu koncentracji tego pierwiastka w badanych próbkach użyta została metoda Kaplana-Meiera. [M. Pajek, A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz and U. Majewska, X-Ray Spectrom. 33 (2004) 306., E.L. Kaplan and P. Meier, J. Am. Stat. Assoc. 53 (1958) 457.] Następnie dla porównania średnich koncentracji pierwiastków zmierzonych dla wszystkich przypadków raka (piersi-jelita, jelita-płuca, płuca-piersi) oraz dla porównania średnich koncentracji pierwiastków zmierzonych dla przypadków raka i nowotworu łagodnego (rak płuc-nowotwór płuc itd.) zastosowany został logrank test. [M. Mantel and W. Haenszel, J. Nat. Cancer Inst. 22 (1959) 719.]

Koncentracja wszystkich badanych pierwiastków wykazała statystycznie istotne różnice pomiędzy tkankami rakowymi w grupach „piersi – jelito” i „piersi-płuca” oraz między tkankami łagodnymi w tych grupach. Statystycznie różne są koncentracje Fe i Cu określone w tkance rakowej w grupie „płuca-jelita”. W grupie „płuca-jelita” istotnie różnią się średnie koncentracje Zn.



Rys. 1 Rozkłady cenzorowane oraz po zastosowaniu estymatora Kaplana – Meyera koncentracji selenu w łagodnej tkance piersi.

<sup>1</sup>Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach, <sup>2</sup>Śląska Akademia Medyczna w Bytomiu

## Zawartość pierwiastków w meteorycie Morasko

*D. Banaś, J. Braziewicz, A. Kubala-Kukuś, U. Majewska, M. Pajek, <sup>1</sup>K. Socha*

Rentgenowska analiza fluorescencyjna z całkowitym odbiciem wiązki padającej zastosowana została do określenia koncentracji chromu, żelaza, niklu, miedzi, cynku, galu, strontu, wolframu i ołowiu w meteorycie klasy III-CD zwanym meteorycie Morasko.

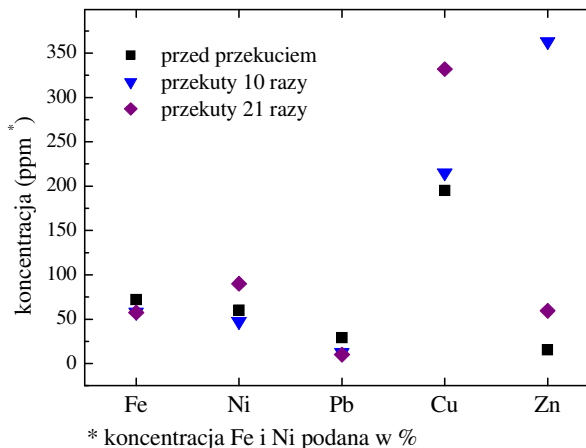
Pierwszy kawałek pochodzący z tego meteorytu znaleziony został w miejscowości Morasko (koło Poznania) w 1914 roku, natomiast analizowany kawałek odkrył w roku 1995 K. Socha. Odnaleziono w różnych miejscach na świecie, również w Polsce, kilkanaście przedmiotów (biżuteria, siekierki) wykonanych z żelaza, którego źródłem prawdopodobnie są meteoryty.

Celem naszych badań było sprawdzenie, czy po obróbce kowalskiej meteorytu pojawiają się jakieś zmiany w składzie pierwiastkowym meteorytu. Interesującym zagadnieniem jest też, czy materiał uzyskany po przekuciu meteorytu przez kowala będzie nadawał się do wykorzystania np. na biżuterię.

Dokonano analizy 3 próbek, z których dwie były wcześniej poddane obróbce kowalskiej. W przekutych próbkach stwierdzono spadek koncentracji żelaza (Fe) i ołowiu (Pb), i równocześnie wzrost zawartości miedzi (Cu), niklu (Ni) i cynku (Zn).



Rys. 1 Kawałki meteorytu po przekuciu.



Rys. 2 Koncentracja badanych pierwiastków w próbkach meteorytu przed i po obróbce kowalskiej.

<sup>1</sup>znalazca meteorytu



## **ZAKŁAD INFORMATYKI**

### **Skład osobowy**

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

### **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

# Komputerowa symulacja modelu Pięciu Sił Portera

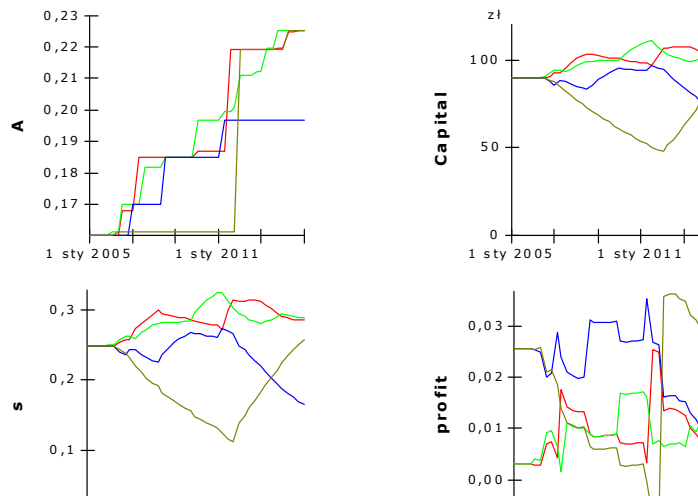
W. Byrski, P. Wasylko.<sup>1</sup>

Jak działać, aby odnieść sukces, to najważniejsze pytanie zarówno praktyka jak i teoretyka zarządzania. Jaką wybrać strategię, to z kolei pytanie zadają sobie decydenci na strategicznym poziomie zarządzania. Panuje powszechne przekonanie, że posiadanie strategii rozumianej jako dalekosiężny plan dokonywania ważkich wyborów przynosi sukces. Tymczasem przekonujących, empirycznych dowodów, ciągle brakuje. Autorzy spróbowali zbadać hipotezę o pożytku z posiadania dalekosiężnej strategii na modelu w świecie opisanym regułami określonej teorii.

Teorie zarządzania oparte są na empirii i zawierają niewiele apriorycznych stwierdzeń. Te, które opisują dynamicznie zmieniającą się rzeczywistość są w szczególnej sytuacji, gdyż chwilowo występujące koincydencje zdarzeń mogą maskować faktyczne związki przyczynowo skutkowe. Tak się dzieje w teoriach opisujących podejmowanie decyzji strategicznych na podstawie analizy warunków zastanych w obszarze funkcjonowania organizacji. Ale nie tylko zmienne warunki powodują niepełną stosowalność teorii. Z każdej teorii wynikają określone konsekwencje, które należałoby sprawdzić w celu weryfikacji poprawności teorii, co nie jest łatwe, a czasami niemożliwe w kontrolowanych warunkach. Być może dlatego do tej pory nie ma empirycznych dowodów, że posiadania strategii daje przewagę konkurencyjną. Obecnie możliwa jest tego rodzaju weryfikacja poprzez przeprowadzenie symulacji komputerowej.

Aby z modelowania dało się uzyskać wiarygodne, przydatne w praktyce wyniki musi być spełnione kilka warunków. Autorzy podeszli do problemu inaczej niż zwykle się postępuje. Zamiast testować teorię w modelowanym rzeczywistości środowisku i na tej podstawie dokonywać interpretacji wyników w celu ewentualnego określenia granic stosowalności teorii, przyjmowanych parametrów itp. w eksperymentach, postanowiono zbudować środowisko dokładnie według postulatów teorii. Celem takiego podejścia miała być weryfikacja hipotezy, że stosowanie strategii przez firmy pomaga w osiąganiu sukcesu. Przyjęcie

idealnego świata – z punktu widzenia tej teorii pozwala na odparcie zarzutów, że pominięto coś, czego teoria nie przewidywała. Inaczej mówiąc z braku aksjomatycznej teorii opisującej modelowaną rzeczywistość, za „aksjomaty” przyjęto sformułowane założenia teorii. Zamiar nie do końca się udał, ale są pewne częściowe wyniki i kierunek dalszych prac.



<sup>1</sup> Wyższa Szkoła Zarządzania, Warszawa

# PUBLIKACJE

## Artykuły naukowe

### Publikacje „filadelfijskie”

1. C. Alt et al. (NA49 Collaboration),  
*System-size dependence of strangeness production in nucleus-nucleus collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 17.3$  GeV,*  
Physical Review Letters 94 (2005) 052301.
2. C. Alt et al. (NA49 Collaboration),  
 *$\Omega^-$  and  $\bar{\Omega}^+$  production in central Pb+Pb collisions at 40 and 158 A GeV,*  
Physical Review Letters 94 (2005) 192301.
3. C. Alt et al. (NA49 Collaboration),  
*System size and centrality dependence of the balance function in A+A collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 17.2$  GeV,*  
Physical Review C 71 (2005) 034903.
4. P. Seyboth et al. (NA49 Collaboration),  
*Indications for the onset of deconfinement in Pb+Pb collisions at the CERN SPS from NA49,* Proceedings of 34-th International Symposium on Multiparticle Dynamics (ISMD 2004), Rohnert Park, California, 26 Jul - 1 Aug 2004,  
Acta Physica Polonica B 36 (2005) 565.
5. M. Mitrovski et al. (NA49 Collaboration),  
*Hyperon production at CERN SPS energies,*  
Acta Physica Hungarica A 24 (2005) 157.
6. P. Christakoglou et al. (NA49 Collaboration),  
*System Size and Centrality Dependence of the Electric Charge Correlations in A+A and p+p Collisions at the SPS Energies,*  
Nuclear Physics A 749 (2005) 279c.
7. O. Chvala et al. (NA49 Collaboration),  
*Pion production in Pb Pb collisions at the SPS,*  
Nuclear Physics A 749 (2005) 304c.
8. G. Martinez et al. (NA49 Collaboration),  
*The Muon Spectrometer of the ALICE experiment,*  
Nuclear Physics A 749 (2005) 313c.
9. I. Kraus et al., (NA49 Collaboration),  
*System size dependence of strange particle yields and spectra at  $\sqrt{s_{NN}} = 17.3$  GeV,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S147.

10. A. Richard et al. (NA49 Collaboration),  
*Energy dependence of hyperon production in central Pb+Pb collisions at the CERN-SPS,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S155.
11. C. Blume et al. (NA49 Collaboration),  
*Review of results from NA49 collaboration,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S685.
12. V. Friese et al. (NA49 Collaboration),  
*Energy dependence of strangeness production,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S911.
13. C. Roland et al. (NA49 Collaboration),  
*Event-by-event fluctuations of particle ratios in central Pb+Pb collisions at 20 – 158 A GeV,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S1075.
14. P. Dinkelaker et al. (NA49 Collaboration),  
*System size dependence of hadron production in A+A collisions at 40 A GeV beam energy,*  
Journal of Physics G 31 (2005) S1131.
15. D. Flierl et al. (NA49 Collaboration),  
*Indications for the Onset of Deconfinement in Nucleus Nucleus Collisions,*  
Proceedings of 6-th Conference on Quark Confinement and the Hadron Spectrum,  
Villasimius, Sardinia, Italy, 21-25 Sep 2004,  
AIP Conference Proceedings 756 (2005) 433.
16. G. Wilk and Z. Wlodarczyk,  
*Information theory point of view on stochastic networks,*  
Acta Physica Polonica B 36 (2005) 2513.
17. M. Rybczynski, Z. Wlodarczyk and G. Wilk,  
*Are there strangelets in cosmic rays?*  
International Journal of Modern Physics A 20 (2005) 6724.
18. M. I. Gorenstein, M. Gaździcki, and W. Greiner,  
*Critical line of the deconfinement phase transitions,*  
Physical Review C 72 (2005) 024909.
19. P. Bożek, W. Broniowski, and W. Florkowski,  
*Balance functions in a Thermal Model with Resonances,*  
Acta Physica Hungarica A 22 (2005) 149.
20. W. Broniowski, W. Florkowski, and B. Hiller,  
*Production of Resonances in a Thermal Model,*  
Acta Physica Hungarica A 22 (2005) 159.

21. G. Torrieri, S. Steinke, W. Broniowski, W. Florkowski, J. Letessier, and J. Rafelski,  
*SHARE: Statistical Hadronization with Resonances*,  
Computer Physics Communications 167 (2005) 229.
22. M. Chojnacki, W. Florkowski, and T. Csorgo,  
*On the formation of Hubble Flow in Little Bangs*,  
Physical Review C **71** (2005) 044902.
23. W. Florkowski, W. Broniowski, and A. Baran,  
*Strange Particle Production in a Single-Freeze-Out Model*,  
Journal of Physics G 31 (2005) S1087.
24. P. Kościk and A. Okopińska,  
*Application of the Fröbenius method to the Schrödinger equation for a spherically symmetric potential: anharmonic oscillator*,  
Journal of Physics A 38 (2005) 7743.
25. H. Montaigne, W. D. Geppert, J. Semaniak, F. Österdahl, F. Hellberg, R. D. Thomas, M. af Ugglas, H. Roberts, T. J. Millar, V. Zhaunerchyk, M. Kamińska, A. Al-Khalili, A. Källberg, and M. Larsson  
*Dissociative Recombination of the Thioformyl ( $HCS^+$ ) and Carbonyl Sulfide ( $OCS^+$ ) Cations*,  
Astrophysical Journal 631 (2005) 653.
26. O. Novotny, J. B. A. Mitchell, J. L. LeGarrec, A. I. Florescu-Mitchell, C. Rebrion-Rowe, A. Svendsen, M. A. El Ghazaly, L. H. Andersen, A. Ehlerding, A. A. Viggiano, F. Hellberg, R. D. Thomas, V. Zhaunerchyk, W. D. Geppert, H. Montaigne, M. Kamińska, F. Österdahl and M. Larsson,  
*The dissociative Recombination of Fluorocarbon Ions. II:  $CF^+$* ,  
Journal of Physics B 38 (2005) 1471.
27. Gumberidze, Th. Stöhlker, D. Banaś, K. Beckert, P. Beller, H.F. Beyer, F. Bosch, S. Hagmann, C. Kozhuharov, D. Liesen, F. Nolden, X. Ma, P.H. Mokler, A. Orsic Muthig, M. Steck, D. Sierpowski, S. Tachenov, and Y. Zou  
*Quantum Electrodynamics in Strong Electric Fields: The Ground State Lamb Shift in Hydrogenlike Uranium*.  
Physical Review Letters **94** (2005) 223001.
28. J. Rządkiwicz, D. Chmielewska, Z. Sujkowski, M. Berset, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, P. A. Rouboud, M. Polasik, K. Słabkowska, J. Hoszowska, and M. Pajek,  
*Natural widths of hypersatellite K X-ray spectra and lifetimes of double K-hole states in mid-Z atoms*,  
Nuclear Instruments and Methods B 235 (2005) 110.
29. I. Fijał, M. Jaskóła, A. Korman, D. Banaś, J. Braziewicz, M. Czarnota, U. Majewska, J. Semaniak, W. Kretschmer, T. Mukoyama, and D. Trautmann,

- Coupling and binding effects in L-shell ionization in heavy atoms by oxygen, silicon and sulphur ions,*  
Nuclear Instruments and Methods B 235 (2005) 301.
30. D. Banaś, Th. Stöhlker, D. C. Ionescu, H. F. Beyer, F. Bosch, A. Braeuning-Demian, A. Gumberidze, S. Hagmann, C. Kozhuharov, X. Ma, P. H. Mokler, R. Mann, D. Sierpowski, S. Tachenov, Z. Stachura, and A. Warczak,  
*X-ray emission studies in relativistic collisions of Li-like uranium ions with gaseous target,*  
Nuclear Instruments and Methods B 235 (2005) 326.
31. J. Braziewicz, U. Majewska, M. Polasik, K. Słabkowska, I. Fijał, M. Jaskóła, A. Korman and W. Kretschmer,  
*Sulphur ion charge states inside solids from low-resolution K X-ray spectra,*  
Nuclear Instruments and Methods B 235 (2005) 403.
32. J. Szlachetko, R. Barrett, M. Berset, J.-Cl. Dousse, K. Fennane, J. Hoszowska, A. Kubala-Kukus, M. Pajek, and M. Szlachetko,  
*Resonant X-ray Raman scattering for Al, Si and their oxides,*  
Nuclear Instruments and Methods B 238 (2005) 353.
33. J. Bąbel, J. Braziewicz, M. Jaskóła, W. Kretschmer, M. Pajek, J. Semaniak, A. Schaff, and T. Uhl,  
*The radiocarbon dating of the Neolithic flint mines at Krzemionki in central Poland,*  
Nuclear Instruments and Methods B 240 (2005) 539.
34. J. Braziewicz, R. Dudzik, M. Jaskóła, A. Kubala-Kukuś, W. Kretschmer, J. Rutkowski, J. Semaniak, A. Scharf, M. Stankiewicz, and T. Uhl,  
*Examinations of wooden sculptures from the altar of Veit Stoss in Cracow,*  
Nuclear Instruments and Methods B 240 (2005) 544.
35. W. Godłowski, M. Szydłowski, and P. Flin,  
*Some remarks on the angular momenta of galaxies, their clusters and superclusters,*  
General Relativity and Gravitation 37 (2005) 615.
36. M. E. Carrington and St. Mrówczyński,  
*Transport theory beyond binary collisions,*  
Physical Review D 71 (2005) 065007.
37. R. Maj and St. Mrówczyński,  
*Sum rule of the correlation function,*  
Physical Review C 71 (2005) 044905.
38. C. Manuel and St. Mrówczyński,  
*Strongly and weakly unstable anisotropic quark-gluon plasma,*  
Physical Review D 72 (2005) 034005.
39. T. Kosztolowicz,  
*Transport in diffusive-subdiffusive system,*

- Acta Phys. Pol. B 36 (2005) 1635.
40. T. Kosztolowicz, K. Dworecki, and St. Mrówczyński,  
*How to measure subdiffusion parameters*,  
Physical Review Letters 94 (2005) 170602.
  41. T. Kosztolowicz, K. Dworecki, and St. Mrówczyński,  
*Measuring subdiffusion parameters*,  
Physical Review E 71 (2005) 041105.
  42. K. Dworecki,  
*Experimental investigation of the anomalous subdiffusion in a membrane system*,  
Physica A 359 (2006) 24.
  43. K. Dworecki, A. Ślęzak, B. Ornal-Wąsik, and S. Wąsik,  
*Evolution of concentration field in a membrane system*,  
J. Biochem. Biophys. Methods 62 (2005) 153.
  44. K. Dworecki, A. Ślęzak, B. Ornal-Wąsik, and S. Wąsik,  
*Effect of hydrodynamic instabilities on solute transport in a membrane system*,  
J. Memb. Sci. 265 (2005) 94.
  45. Ślęzak, K. Dworecki, I.H. Ślęzak, and S. Wąsik,  
*Permeability coefficient model equations of the complex: Membrane-concentration boundary layers for ternary nonelectrolyte solutions*,  
J. Memb. Sci. 267 (2005) 50.
  46. M. Kargol, A. Kargol, and G. Suchanek,  
*Biophysical mechanisms of physiological water exchange with the surroundings by the cells of the Nitella translucens and Chara corallina plants*,  
Acta Physiologiae Plantarum 27 (2005) 71.
  47. M. Kargol, G. Suchanek, M. Przystalski, J. Siedlecki, and A. Kargol,  
*The problem of water exchange across the living cell in the light of the mechanistic equations of transport*,  
Polish J. Environmental Studies 14 (2005) 605.
  48. Kargol, M. Przystalski, and M. Kargol,  
*A study of porous structure of cellular membranes in human erythrocytes*,  
Cryobiology 50 (2005) 332.
  49. G. Suchanek,  
*On the Derivation of the Kargols Mechanistic Transport Equations from the Kedem-Katchalsky Phenomenological Equations*,  
Gen. Physiol. and Biophys. 24 (2005) 247.
  50. T. Kosztolowicz,  
*How to measure a subdiffusion coefficient and a subdiffusion parameter*,

- AIP Conference Proceedings 800, UPON 4, Gallipoli, 6-10 June 2005, eds. L. Reggiani et al., pp. 569-573.
51. M. Kamińska et al.,  
*Branching ratios and absolute cross sections of dissociative recombination process of  $N_2O^+$ ,*  
Phys. Chem. Chem. Phys. 7 (2005) 1664.
52. J. Semaniak, et al.,  
*Rate constants and branching ratios for the dissociative recombination of  $C_3D^+$  and  $C_4D^+$*   
Journal of Chemical Phys. 122 (2005) 156101.

### Inne publikacje

53. M. Rybczyński et al. (NA49 Collaboration),  
*Multiplicity fluctuations in nuclear collisions at 158 A GeV,*  
Proceedings of International Workshop on Particle Multiplicity in Relativistic Heavy Ion Collisions Focus on Multiplicity, Bari, Italy, 17-19 Jun 2004,  
Journal of Physics, Conference Series 5 (2005) 74.
54. C. Alt et al. (NA49 Collaboration),  
*Main physics results and further analysis plans of the NA49 Collaboration on nucleus-nucleus collisions at SPS,*  
CERN-SPSC-2005-041 and CERN-SPSC-P-264-ADD-12, Nov 2005.
55. M. Gazdzicki,  
*Fluctuations and NA49,*  
Journal of Physics, Conf. Ser. 27 (2005) 154.
56. M. Rybczyński and Z. Włodarczyk,  
*Non-monotonic behavior of multiplicity fluctuations,*  
Journal of Physics, Conference Series 5 (2005) 238.
57. E. Gladysz-Dziadus and Z. Włodarczyk,  
*Black Holes versus Strange Quark Matter,*  
in: *Trends in Black Hole Research*  
(Editor: Paul V.Kreitler, Nova Science Publishers Inc., 2005) p. 171.
58. St. Mrówczyński,  
*Whitening of the Quark-Gluon Plasma,*  
Proceedings of Strong and Electroweak Matter 2004, Helsinki, Finland, June 16-19, 2004, edited by K.J. Eskola, K. Kainulainen, K. Kajantie, and K Rummukainen,  
World Scientific, Singapore, 2005.
59. T. Kosztołowicz and K.D. Lewandowska,



- Subdiffusive reaction front in the enamel caries process*  
Diffusion Fundamentals I Basic Principles of Theory, Experiment and Application,  
September 21 st - 24 th , 2005 Leipzig, Germany, Leipzig University, p. 574.
60. T. Kosztołowicz,  
*How to measure subdiffusion coefficient,*  
Diffusion Fundamentals I Basic Principles of Theory, Experiment and Application,  
September 21 st - 24 th , 2005 Leipzig, Germany, Leipzig University, p. 572.
61. E. A. Panko and P. Flin,  
*Sozдание kataloga skoplenij galaktyk,*  
Vestnik Astr. Szkoły 5 (2005) 226.
62. P. Flin et al.,  
*Conformal gravitation and evolution of galaxies,*  
Proceedings of the 11th Lomonosov Conference on Elementary Physics, World  
Scientific Publishing Company, Singapore, 2005, p. 130.
63. J. Semaniak et al.,  
*Storage ring measurements of the dissociative recombination rate of rotationally cold*  
 $H^{+3}$   
Journal of Phys., Conference Series 4 (2005) 92.
64. J. Semaniak, M. Kamińska, et al.,  
*Dissociative recombination branching ratios and their influence on interstellar clouds*  
Journal of Phys., Conference Series 4 (2005) 26.
65. P. Kankiewicz,  
*Stabilność orbit planetoid NEA o dużych mimośrodkach (The stability of large-*  
*eccentricity NEA orbits),*  
Proceedings of the Polish Celestial Mechanics Seminar, 23-25.06.2004, (materiały  
konferencyjne Seminarium Mechaniki Nieba 2004 w Chorzowie). Planetarium  
Śląskie, Chorzów 2005, str. 18.
66. P. Kankiewicz,  
*Planetoidy zbliżające się do Marsa,*  
Proceedings of the Polish Celestial Mechanics Seminar, 23-25.06.2004, (materiały  
Komeciarz, Biuletyn Naukowy Sekcji Obserwatorów Komet, 41 (2005) 7.
67. P. Kankiewicz,  
*Obserwacje małych ciał Układu Słonecznego w Obserwatorium Astronomicznym AŚ,*  
Materiały z konferencji Wykorzystanie małych teleskopów, Akademia Świętokrzyska,  
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Kielce, Kraków 2005, str. 73.
68. T. Kosztołowicz and K.D. Lewandowska,  
*Subdiffusion in the formation of carious lesion,*  
Proc. XI Natl. Conf. Appl. Math. Biol. Med., Zawoja, 21-24 September 2005, p. 85.

69. K.D. Lewandowska and T. Kosztołowicz,  
*Application of the perturbation method to modeling the enamel caries progress*,  
Proc. XI Natl. Conf. Appl. Math. Biol. Med., Zawoja, 21-24 September 2005, p.79.
70. Małgorzata Wysocka–Kunisz i Kazimierz Kunisz,  
*Realizacja treści edukacji ekologicznej w nauczaniu fizyki wymogiem  
zrównoważonego rozwoju*, w: *Edukacja środowiskowa wzmocnieniem  
zrównoważonego rozwoju*, pod red. D. Cichy,  
Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2005, str. 72.

### Podręczniki i skrypty

1. J. Semaniak, J. Semaniak, J. Krywult  
*Od kwarków do galaktyk. Podręcznik do fizyki i astronomii dla liceum  
ogólnokształcącego, profilowanego i technikum (zakres podstawowy z elementami  
rozszerzającymi), część 2.*  
MAC Edukacja, Kielce 2005, ISBN83-7315-864-2, Nr dopuszczenia 279/04
2. J. Semaniak, J. Semaniak, J. Krywult, A. Kubala-Kukuś  
*Drgania i fale. Od kwarków do galaktyk. Zbiór zadań do fizyki i astronomii dla  
liceum ogólnokształcącego, profilowanego i technikum (zakres podstawowy i  
rozszerzony), moduł 3-4.*  
MAC Edukacja, Kielce 2005, ISBN83-7515-713-1

### Artykuły popularno-naukowe

1. H. W. Duerbeck and P. Flin,  
*Ludwik Silberstein – Einsteins Antagonist*,  
*Einsteins Kosmos (2005) p.186*,  
Untersuchungen zur Geschichte der Kosmologie, Relativitätstheorie und zu Einsteins  
Wirken und Nachwirken (redaktorzy: Hilmar W. Duerbeck i Wolfgang R. Dick),  
Wissenschaftlicher Verlag Harri Reutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2005, ISBN 3-  
8171-1770-1
2. St. Mrówczyński,  
*Przyszłość zderzeń jądrowych przy wysokich energiach*,  
Postępy Fizyki 56 (1) (2005) 40.
3. P. Flin,  
*Nowości z Kielc*,  
Urania - Postępy Astronomii 3 (2005) 123.

## UDZIAŁ W KONFERENCJACH

### Wykłady zaproszone

#### Zagraniczne

1. M. Gaździcki,  
*Search for the critical point - a possible future programs at SPS and RHIC,*  
Hirscheegg Workshop "Probing QCD with High Energy Nuclear Collisions",  
Hirscheegg, Austria, January, 16-22, 2005.
2. M. Gaździcki,  
*Search for the critical point at the CERN SPS,*  
2nd International Workshop on the Critical Point and Onset of Deconfinement,  
Bergen, Norway, March 30 - April 3, 2005.
3. M. Gaździcki,  
*Observation of the Onset of Deconfinement and Search for the Critical Point; Past  
and Future of the Ion Physics at the CERN SPS,*  
Heavy Ion Forum, CERN, Switzerland, April 11, 2005.
4. M. Gaździcki,  
*Fluctuations and NA49,*  
International Workshop on Correlations and Fluctuations, MIT, USA, April 21-23,  
2005.
5. M. Gaździcki,  
*Energy Dependence of Hadron Production and the Nuclotron Energy Range,*  
invited talk at the *Round Table Discussion: Searching for the mixed phase of strongly  
interacting matter at the JINR Nuclotron,*  
JINR, Dubna, Russia, July 7-9, 2005.
6. M. Gaździcki,  
*Observation of the onset of deconfinement and search for the critical point,* NATO  
Advanced Research Workshop "Nuclear Science and Safety in Europe", Jalta, Ukraine,  
September 10-16, 2005.
7. St. Mrówczyński,  
*Whitening of the Quark-Gluon Plasma,*  
[5-th International Conference on Physics and Astro-Physics of Quark Gluon Plasma, Calcutta,  
India February 8 - 12, 2005.](#)
8. St. Mrówczyński,  
*Thermalization in nuclear collisions,*  
2-nd International Workshop on the Critical Point and Onset of Deconfinement,  
Bergen, Norway, March 30 - April 3, 2005.

9. St. Mrówczyński,  
*Thermalization versus Isotropization and Azimuthal Fluctuations,*  
MIT Workshop on Correlations and Fluctuations in Relativistic Nuclear Collisions,  
Cambridge, Massachusetts, USA, April 21-23, 2005.
10. St. Mrówczyński,  
*Instabilities Driven Equilibration at the Early Stage of Nuclear Collisions,*  
*18-th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions:*  
*Quark Matter 2005, Budapest, Hungary, August 4-9, 2005.*
11. St. Mrówczyński,  
*Plasma Instabilities and Azimuthal Fluctuations,*  
Virtual Institute Workshop `Fluctuations and Correlations', Bad Liebenzell, Germany,  
October 3-5, 2005.
12. G. Stefanek,  
*Elliptic Flow of Lambda Hyperons in Pb+Pb Collisions at 158A GeV,*  
18-th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions: Quark  
Matter 2005, Budapest, Hungary, August 4-9, 2005.
13. W. Florkowski,  
*Particle spectra and hydro-inspired models,*  
18-th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions: Quark  
Matter 2005, Budapest, Hungary, August 4-9, 2005.
14. A. Okopińska,  
*Kohn-Sham approximation scheme for cold trapped bosons,*  
14-th Laser Physics Workshop, Kyoto 2005.
15. M. Pajek,  
*State-selective X-ray study of radiative recombination of  $U^{92+}$  ions with cooling  
electrons,*  
24th International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions  
(ICPEAC), Rosario, Argentina, July 20-26 2005
16. P. Flin,  
*Ludwik Silberstein, life and work,*  
Konferencja: "Einstein's Century" Paryż, Francja, 18- 23 lipca 2005.

### **Krajowe**

17. T. Kosztolowicz,  
*Measuring subdiffusion parameters,*  
18<sup>th</sup> Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, Zakopane, Poland, 3-6  
września 2005.

18. M. Pajek,  
*Photon spectroscopy at electron coolers/targets,*  
*SPARC Workshop "Atomic Physics in Strong Fields",*  
*Piaski, Poland, 6-11 września 2005.*
19. W. Florkowski,  
*Thermal Monte-Carlo for Heavy-Ion Collisions*  
International Mini-Workshop on *Particle Production in high-energy collisions of elementary projectiles with nuclear targets,* Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków, 30 maja 2005.

## Komunikaty

### Zagraniczne

1. M. Gaździcki,  
*Fluctuations in Nuclear Collisions,*  
NATO Advanced Research Workshop "Nuclear Science and Safety in Europe", Jalta, Ukraine, September 10-16, 2005.
2. M. Gaździcki,  
*Virtual Institute on Physics of Strongly Interacting Matter,*  
International Workshop on Correlations and Fluctuations, Bad Liebenzell, Germany, October 3-5, 2005.
3. M. Rybczyński,  
*Multiplicity Fluctuations in Relativistic Heavy-Ion Collisions,*  
Virtual Institute Meeting on Event by Event Fluctuations, GSI, Darmstadt, Germany, 10 March 2005.
4. M. Rybczyński,  
*Fluctuations in Nuclear Collisions at 158 AGeV,*  
Virtual Institute Workshop "Physics of strongly interacting matter at high densities", Bad Liebenzell, Germany, 3 – 5 October 2005.
5. M. Biernacka,  
*The evolution of galaxy clusters,*  
Int. Conference: A Pan-Chromatic View of Clusters of Galaxies and the Large-Scale Structure, Tonanzintla – Puebla, Meksyk, 27.06-08.07.2005.
6. J. Braziewicz,  
*Iodine and selenium concentrations in thyroid cancer tissue,*  
11<sup>th</sup> Conference on Total Reflection X-Ray Fluorescence Analysis and Related Methods (TXRF 2005), September 18-22, 2005, Budapest, Hungary.

7. U. Majewska,  
*Trace elements concentration distributions in breast, lung and intestine tissues determined by TXRF analysis,*  
18<sup>th</sup> International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005) Frascati Roma, Italy, 25-30 September 2005.
8. U. Majewska,  
*Elemental analysis of meteorite by TXRF technique,*  
18<sup>th</sup> International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005) Frascati Roma, Italy, 25-30 September 2005
9. A. Kubala-Kukuś,  
*Analysis of elemental concentration censored distributions in breast malignant and breast benign neoplasm tissues,*  
18<sup>th</sup> International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM 2005) Frascati Roma, Italy, 25-30 September 2005.
10. J. Szlachetko  
*X-ray resonant Raman scattering in Si at 1s absorption edge,*  
ESRF Users Meeting, Grenoble, France, 08-09.02. 2005.
11. M. Pajek,  
*X-ray resonant Raman scattering in Si and SiO<sub>2</sub> at Si-K absorption edge,*  
24<sup>th</sup> International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC), Rosario, Argentina, 20-26.07.2005.
12. M. Pajek,  
*Satellite structure of Pd L $\alpha$ <sub>1,2</sub> (M<sub>3</sub>M<sub>4,5</sub>) X-ray transitions excited by oxygen ion impact,*  
24<sup>th</sup> International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC), Rosario, Argentina, 20-26.07.2005.
13. M. Pajek,  
*Multiple ionization effects in x-ray emission induced by heavy ions,*  
19<sup>th</sup> International Seminar on Ion-Atom Collisions (ISIAC)  
Rio de Janeiro, Brasil, July 28-29 2005.
14. M. Czarnota,  
*Interpretation of Pd L $\alpha$ <sub>1,2</sub> M- and N-shell x-ray satellites by using the MCDF calculations,*  
37<sup>th</sup> Conference of European Group on Atomic Spectroscopy (EGAS)  
Dublin, Ireland, August 3-6, 2005.
15. J. Szlachetko,  
*First high-resolution observation of X-ray resonant Raman scattering in Si at 1s absorption edge,*  
International Workshop on Photoionization (IWP) 2005,  
Campinas, Brazil, 27-31.08. 2005.
16. J. Szlachetko,

- High-resolution study of the x-ray resonant Raman scattering for Al, Si, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> in the region of the K-absorption edge*  
International Workshop on Photoionization (IWP) 2005,  
Campinas, Brazil, 27-31.08. 2005.
17. D. Banaś,  
*X-rays from radiative recombination of bare uranium ions with electrons*  
3rd Conference on Elementary Processes in Atomic Systems (CEPAS)  
Miskolc, Hungary, 31 August - 2 September 2005.
18. J. Czub,  
*An irradiation facility with a horizontal beam for radiobiological studies*  
14<sup>th</sup> Symposium on Microdosimetry, Venice, 13-18.11.2005
19. A. Okopińska,  
*Kohn-Sham approximation scheme for an interacting many-boson system,*  
Optimized Effective Potential Workshop, Berlin, Niemcy, 2005.
20. P. Flin,  
*A new catalogue of galaxy clusters,*  
Konferencja: The Fabulous Destiny of Galaxies: Bridging Past and Present, Marsylia,  
Francja, 20- 24 czerwca 2005.
21. P. Flin,  
*Some properties of a new unbiased sample of galaxies,*  
Konferencja: The Fabulous Destiny of Galaxies: Bridging Past and Present, Marsylia,  
Francja, 20- 24 czerwca 2005.

### **Krajowe**

22. T. Kosztołowicz,  
*Subdyfuzja w procesie powstawania próchnicy,*  
XI Krajowa Konferencja Zastosowań Matematyki w Biologii i Medycynie, Zawoja,  
21-24.IX.2005.
23. T. Kosztołowicz,  
*Zastosowanie metody perturbacyjnej w modelowaniu rozwoju próchnicy,*  
XI Krajowa Konferencja Zastosowań Matematyki w Biologii i Medycynie, Zawoja,  
21-24.IX.2005.
24. K.Dworecki,  
*Experimental investigation of the subdiffusion in a membrane system,*  
18th Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, 3-6 September 2005,  
Zakopane, Poland.
25. K. Dworecki,

- Determination of the membrane permeability coefficient in the concentration polarisation conditions,*  
Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, PERMEA 2005, September 18-22, Polanica-Zdrój, Poland.
26. K. Dworecki,  
*Influence of ion implantation on polymer membrane surface properties,*  
Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, PERMEA 2005, September 18-22, Polanica-Zdrój, Poland.
27. P. Kankiewicz,  
*Obserwacje małych ciał Układu Słonecznego w Obserwatorium Astronomicznym AŚ.*  
Konferencja: Wykorzystanie małych teleskopów, Kielce, 2 czerwca 2005.
28. P. Kankiewicz,  
*Dynamika Mars Crosserów,*  
XXXII Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Wrocław, 19-23 września 2005.
29. P. Kankiewicz,  
*Planetoidy zbliżające się do Marsa,*  
VII Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA "Struktura i ewolucja komet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego" , Niepołomice, 14 - 16 października 2005.
30. M. Biernacka,  
*The possible explanation of the Large Scale periodicity,*  
Polska-Dubna Meeting, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków 27-28 października 2005.
31. W. Broniowski  
*Existent collaboration of the Dubna physicists with Department of Theoretical Physics of INP in Kraków*  
Polska-Dubna Meeting, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków 27-28 października 2005.
32. M. Wysocka-Kunisz,  
*Kształcenie przyszłego nauczyciela fizyki – standardy i praktyka,*  
Międzynarodowa Konferencja „Kształcenie kandydatów na nauczycieli. Teoria – praktyka”, Wólka Milanowska 21-22 kwietnia 2005.



## **SEMINARIA**

### **Seminaria w Instytucie\***

12.10.2005

dr hab. Zbigniew Łodziana, Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
„Badania podstawowe dla potrzeb pojazdów napędzanych wodorem”

19.10.2005

dr Grzegorz Stefanek, „Korelacje wielocząstkowe w zderzeniach ciężkich jonów”

26.10.2005

dr hab. Zdzisław Burda, Instytut Fizyki UJ  
„Fizyka i zarządzanie ryzykiem finansowym”

9.11.2005

prof. dr hab. Wojciech Broniowski,  
„Co nam mówią fluktuacje pędu poprzecznego na RHIC’u”

16.11.2005

dr Tadeusz Kosztołowicz,  
„Metody identyfikacji procesu subdyfuzji”

9.11.2005

dr Giorgio Torrieri, McGill University, Montreal, Canada  
„Statistical hadronization phenomenology”

30.11.2005

doc. dr hab. Piotr Bożek, Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
„Silnie oddziałujące układy nukleonów”

14.12.2005

dr Paweł Góra, Instytut Fizyki UJ  
„Sto lat teorii ruchów Browna”

11.01.2006

dr Sebastian Kubis, Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
„Chłodzenie gwiazd neutronowych”

1.03.2006

prof. dr hab. Jan Sobczyk, Uniwersytet Wrocławski  
„Oddziaływania neutrin z jądrami atomowymi”

---

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

8.03.2006

doc. dr hab. Paweł Olko, Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
„Nowoczesne metody radioterapii hadronowej”

15.03.2006

dr Kazimierz Dworecki, „Badania transportu substancji w układach membranowych metodą interferometryczną”

22.03.2006

prof. dr hab. Karol Życzkowski, Instytut Fizyki UJ  
„Informacja kwantowa: podejście geometryczne”

19.04.2006

dr Paweł Błasiak, Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
„Kombinatoryka uporządkowania normalnego”

26.04.2006

prof. dr hab. Andrzej Wójcik, Instytut Biologii AŚ oraz IchTJ Warszawa  
„Czarnobyl 20 lat po: co wiemy o skutkach dla zdrowia”

## Wykłady pracowników na seminariach naukowych poza Instytutem Fizyki AŚ

### zagraniczne

1. K. Dworecki - *Experimental investigation of the subdiffusion in a membrane system*, Institute of Physics, I.F. National University of Lviv, Lwów, Ukraina, 12-15 lipca, 2005
2. M. Gaździcki - *Past and future of heavy ion physics at the CERN SPS*, invited seminar at the Bogolyubov Institute of Theoretical Physics, Kiev, Ukraine, 8 września 2005
3. M. Gaździcki - *Dubna group in NA49*, invited presentation at the Joint Committee for CERN-JINR Scientific Cooperation, CERN, Geneva, 20 października 2005.
4. U. Majewska - *Interdisciplinary applications of X-ray fluorescence method* – wykład proszony w Laboratori Nazionali di Frascati, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Frascati, Roma, Włochy, 13 kwietnia 2005.
5. Okopińska - *Density Functional Theory for interacting bosons* - wykład na seminarium w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Tokai w Hiratsuka, Japonia, 14 lipca 2005
6. G. Stefanek - *Elliptic Flow of Lambda Hyperons in Pb+Pb Collisions at 158A GeV* – TU Darmstadt, Niemcy, 22 kwietnia 2005
7. G. Stefanek - *Elliptic Flow of Lambda Hyperons in Pb+Pb Collisions at 158A GeV* – CERN, Szwajcaria, 25 maja 2005
8. G. Stefanek - *Elliptic flow of K0s and Lambda hyperons in Pb+Pb collisions at 158 A GeV* – CERN, Szwajcaria, 18 listopada 2005
9. Z. Włodarczyk - *Stochastic networks in complex systems* – seminarium w Instituto de Education Integral „America”, La Paz, Boliwia, 11.08-10.09.2005

10. Z. Włodarczyk - *Non-extensive information entropy in multiparticle production processes* – seminarium w Instituto de Education Integral „America”, La Paz, Boliwia, 11.08-10.09.2005
11. Z. Włodarczyk - *Strange quark matter in cosmic rays* – seminarium w Instituto de Education Integral „America”, La Paz, Boliwia, 11.08-10.09.2005

### **krajowe**

12. W. Florkowski – *Plazma kwarkowo-gluonowa* – referat wygłoszony w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN z okazji jubileuszu 50-tej rocznicy powstania tej instytucji, Kraków, 18 października 2005.
13. W. Florkowski – *Statystyczny opis zderzeń ciężkich jonów* – seminarium Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Kraków, 27 października 2005.
14. W. Florkowski – *THERMINATOR – Thermal Heavy-Ion Generator* – seminarium środowiskowe wysokich energii w Krakowie (tzw. białasówka), Kraków, 20 maja 2005.
15. W. Broniowski - *Event-by-event  $p_T$  fluctuations and multiparticle clusters in relativistic heavy-ion collisions* - seminarium środowiskowe wysokich energii w Krakowie (tzw. białasówka), Kraków, 4 listopada 2005.
16. T. Kosztołowicz - *Pomiar współczynnika subdyfuzji* - Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Seminarium fizyki układów złożonych i fizyki biologicznej, 31 stycznia 2005.
17. R. Maj - *Niedokładne użycie asymptotycznej formuły* - Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków, 24 lutego 2005.

### **WYJAZDY ZAGRANICZNE (niekonferencyjne)**

1. K. Dworecki - Institute of Physics, I.F. National University of Lviv , Lwów, Ukraina, 12-15 lipca, 2005.
2. W. Florkowski – University of Coimbra, Coimbra, Portugalia, 17 – 23 kwietnia 2005.
3. M. Kamińska - Manne Siegbahn Laboratory, Sztokholm, Szwecja, 7-11 listopada 2005.
4. Aldona Kubala-Kukuś, European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francja, 11–14 grudnia 2005.
5. D. Banaś - udział w eksperymencie p.t. „Calibration of a polarization sensitive micro-strip Ge detector” – ESRF, Grenoble, Francja, 2 – 9 maja 2005.
6. D. Banaś – udział w eksperymencie którego celem było badanie procesu jonizacji Li-podobnych jonów uranu w zderzeniach z lekkimi tarczami. – GSI, Darmstadt, Niemcy, 24 – 31 maja 2005.
7. D. Banaś – udział w eksperymencie którego celem było badanie procesu jonizacji Be-podobnych jonów uranu w zderzeniach z lekkimi tarczami. – GSI, Darmstadt, Niemcy, 24 listopada – 2 grudnia 2005.
8. M. Rybczyński - GSI, Darmstadt, Germany, 7– 13 marca 2005.
9. M. Rybczyński - European Organisation for Nuclear Research, CERN, Geneva, Switzerland, 22 – 29 maja 2005.
10. M. Rybczyński - European Organisation for Nuclear Research, CERN, Geneva, Switzerland, 13 - 20 listopada 2005.

11. G. Stefanek - Institut fur Kernphysik, Frankfurt/ GSI Darmstadt, Niemcy – 20-24 kwietnia 2005.
12. G. Stefanek - CERN, Szwajcaria – 22-29 maja 2005.
13. G. Stefanek - Institut fur Kernphysik Frankfurt/ GSI Darmstadt, Niemcy - 14-17 lipca 2005.
14. G. Stefanek - CERN, Szwajcaria – 13-20 listopada 2005.
15. Z. Włodarczyk - Instituto de Education Integral „America”, La Paz, Boliwia, 11.08 – 10.09.2005.
16. A. Wojtaszek - CERN, Szwajcaria - 22-29 maja 2005.
17. A. Wojtaszek - Institut fur Kernphysik, Niemcy – 03-14 października 2005.
18. A. Wojtaszek - CERN, Szwajcaria - 13-20 listopada 2005.
19. J. Semaniak - Wydział Fizyki, Uniwersytet Sztokholmski, 24 – 30 września 2005.
20. J. Semaniak - Wydział Fizyki, Uniwersytet Sztokholmski, 23 – 30 maja 2005.

## **Granty realizowane w Instytucie**

### **Granty KBN**

Dr Ignacy Pardyka - kierownik, T11D00525

*Kompresja obrazów panoramicznych*

160 000 zł na lata 2003 – 2005

Prof dr hab. Marek Pajek - kierownik, 1P03B 013 26

*Badanie struktury satelitarnej promieniowania rentgenowskiego serii L i M w zderzeniach jonów O i Ne z atomami*

33 600 zł na lata 2004 - 2006

Dr hab. Janusz Braziewicz – kierownik, 1 P03B 105 27

*Rentgenowska mikroanaliza fluorescencyjna: zastosowanie w badaniach biomedycznych*

98 250 zł na lata 2004 – 2006

Dr Dariusz Banaś - kierownik - 1 P03B 006 29

*Precyzyjna spektroskopia promieniowania rentgenowskiego emitowanego w relatywistycznych zderzeniach kilkuelektronowych ciężkich njonów z atomami*

99 825 zł na lata 2005 - 2008

### **Granty europejskie**

Grant Fundacji Helmholtza (Helmholtz Gemeinschaft)

Wirtualny Instytut VI-146, 25 000 Euro na r. 2005

## ADRESY ELEKTRONICZNE

W domenie @pu.kielce.pl: [imie.nazwisko@pu.kielce.pl](mailto:imie.nazwisko@pu.kielce.pl) albo skrót:

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

Ponadto:

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