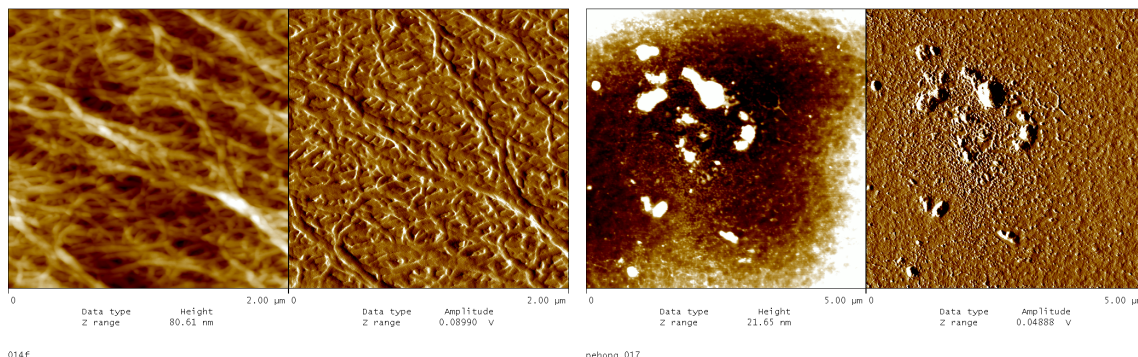


Raport Roczny Instytutu Fizyki

2001



Akademia Świętokrzyska
im. J. Kochanowskiego
w Kielcach

Raport niniejszy stanowi podsumowanie działalności naukowej Instytutu Fizyki Akademii Świętokrzyskiej im. J. Kochanowskiego w Kielcach w roku 2001. Przedstawiona w nim została struktura instytutu, tematyka prowadzonych badań z opisem osiągniętych rezultatów, spis publikacji, wystąpienia i komunikaty konferencyjne, seminaria naukowe, wizyty w instytucie, wyjazdy zagraniczne.

| SPIS TREŚCI | Strona |
|---|---------------|
| Struktura instytutu | 3 |
| Działalność naukowa | 4 |
| Zakład Fizyki Atomowej | 4 |
| Zakład Fizyki Jądrowej | 12 |
| Zakład Fizyki Doświadczalnej | 15 |
| Zakład Astrofizyki | 19 |
| Zakład Fizyki Teoretycznej | 21 |
| Zakład Dydaktyki Fizyki | 26 |
| Publikacje | 27 |
| Artykuły naukowe | 27 |
| Podręczniki i skrypty | 31 |
| Artykuły popularno-naukowe | 31 |
| Udział w konferencjach | 32 |
| Seminaria | 35 |
| Seminaria w instytucie | 35 |
| Seminaria poza instytutem | 37 |
| Wyjazdy zagraniczne | 39 |
| Adresy elektroniczne pracowników | 41 |

**Instytut Fizyki
Akademia Świętokrzyska im. J Kochanowskiego
ul. Konopnickiej 15
25 405 Kielce
sekretariat: tel./fax +048-41-3626452
centrala: tel. +048-041-
e-mail: ifiz@pu.kielce.pl
strona www: <http://www.pu.kielce.pl/fiz>**

STRUKTURA INSTYTUTU

Dyrekcja

Prof. dr hab. Marek Pajek - dyrektor

Dr Ewa Braziewicz - wicedyrektor ds. dydaktycznych

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

Rada Instytutu

Mgr D. Banaś, dr E. Braziewicz, prof. dr hab. J. Braziewicz, mgr A. Drogosz,
prof. dr hab. S. Chojnacki, dr K. Dworecki, prof. dr hab. P. Flin, prof. dr hab. M. Kargol,
prof. dr hab. E. Kwaśniewicz, prof. dr hab. St. Mrówczyński, prof. dr hab. A. Okopińska,
prof. dr hab. M. Pajek, dr J. Semaniak, prof. dr hab. Z. Włodarczyk

Zakłady Instytutu:

1. Zakład Fizyki Atomowej
2. Zakład Fizyki Jądrowej
3. Zakład Fizyki Doświadczalnej
4. Zakład Astrofizyki
5. Zakład Fizyki Teoretycznej
6. Zakład Dydaktyki Fizyki

Sekretariat: mgr J. Skowrońska

ZAKŁAD FIZYKI ATOMOWEJ

Skład osobowy

Dr hab. Marek Pajek – kierownik zakładu, dr hab. Janusz Braziewicz,
dr hab. Sławomir Chojnacki, dr Ewa Braziewicz, dr Jacek Semaniak, mgr Dariusz Banaś,
mgr Uruszula Majewska, mgr Aldona Kubala-Kukuś, mgr Józef Antosik, mgr Marek Detka,
mgr inż. Ewa Kacak

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy fizyki zderzeń atomowych (1) oraz zastosowań spektroskopii rentgenowskiej (2) w badaniu koncentracji pierwiastków śladowych.

1) Eksperymenty z zakresu fizyki zderzeń atomowych dotyczą głównie badania dynamiki 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 atomowych w wysokich stanach ładunkowych oraz jonów molekularnych z elektronami swobodnymi przy użyciu chłodzonych wiązek jonów w pierścieniu akumulacyjnym. Badanymi procesami są tu: rekombinacja radiacyjna (RR), rekombinacja dwuelektronowa (DR), rekombinacja trójciałowa (TBR) i rekombinacja dysocjatywna jonów molekularnych (MDR). Eksperymenty rekombinacyjne są prowadzone we współpracy z Laboratorium Manne Siegbahna Uniwersytetu w Sztokholmie przy wykorzystaniu pierścienia akumulacyjnego CRYRING.

2) 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 zewnętrznym (TRXRF). Metody te pozwalają określać koncentrację pierwiastków śladowych na poziomie ppm-ppb, głównie dla celów medycznych i ekologicznych. Badania te prowadzone są we współpracy ze Świętokrzyskim Centrum Onkologii w Kielcach.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

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

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

Uniwersytet w Sztokholmie, Szwecja

Uniwersytet we Fribourgu i Uniwersytet w Basel, Szwajcaria

Instytut Paula Scherrera (PSI) w Villigen, Szwajcaria

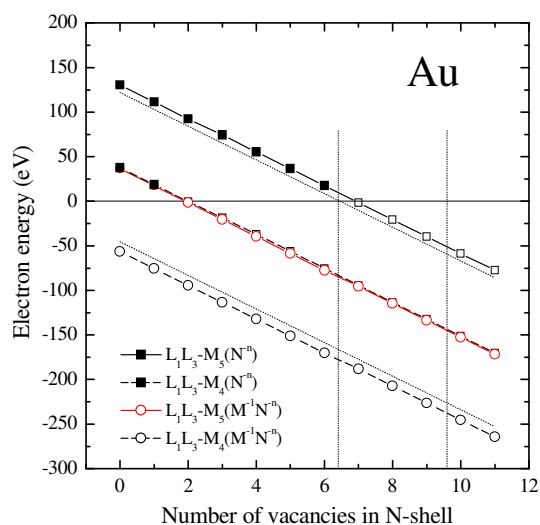
Uniwersytet w Kyoto i Uniwersytet w Miyazaki, Japonia

Przekroje czynne na jonizację powłoki L Przejścia Costera-Kroniga w wielokrotnie zjonizowanych atomach złota

*D. Banaś, J. Braziewicz, M. Pajek, J. Semaniak, T. Czyżewski¹, M. Jaskóła¹,
W. Kretschmer², T. Mukoyama³ i D. Trautmann⁴*

Podstawowym mechanizmem jonizacji wewnętrznych powłok atomowych w asymetrycznych ($Z_{\text{pocisku}} \ll Z_{\text{tarczy}}$) zderzeniach jon-atom jest jonizacja kulombowska. Polega ona na wzbudzeniu elektronu tarczy ze stanu związanego do kontinuum na skutek oddziaływania z polem kulombowskim pocisku. Teoretycznie proces jonizacji można opisać w ramach przybliżenia Borna z falami płaskimi (PWBA) lub przybliżenia półklasycznego SCA. Podejścia te, z uwzględnieniem poprawek na efekty wyższych rzędów, dobrze opisują jonizację wywołaną lekkimi cząstkami naładowanymi. W przypadku jonizacji ciężkimi jonami obserwuje się istotne rozbieżności pomiędzy danymi eksperymentalnymi, a przewidywaniami teoretycznymi.

Celem przeprowadzonych pomiarów było wyznaczenie przekrojów czynnych na jonizację powłoki L złota wywołaną jonami tlenu. W analizie zmierzonych widm uwzględniono przesunięcie i poszerzenie linii rentgenowskiej wskutek wielokrotnej jonizacji atomu. Jedną z przyczyn obserwowanych rozbieżności jest nie uwzględniany dotąd wpływ wielokrotnej jonizacji na parametry atomowe. Dodatkowe dziury w zewnętrznych powłokach atomowych M i N modyfikują prawdopodobieństwa i szerokości przejść radiacyjnych, Augera i Coster-Kroniga. Parametry atomowe zmieniają się w zakresie 5-15%. Istnieje jednak również znacznie silniejszy efekt, który może modyfikować te parametry nawet dwukrotnie. Wielokrotna jonizacja prowadzi bowiem do zmiany energii wiązania poziomów, w przybliżeniu, proporcjonalnie do liczby dziur w zewnętrznych powłokach atomowych. Zmiana energii wiązania sprawia, że niektóre przejścia bezpromieniste stają się wzbronione. Jest to szczególnie istotne dla pierwiastków z zakresu $Z=77-92$, dla których, już dla konfiguracji jednodziurowej, obserwuje się silną zmianę parametrów atomowych wskutek zamykania lub otwierania się przejść Costera-Kroniga. W przypadku złota wpływ wielokrotnej jonizacji na przejścia Costera-Kroniga jest związany z zamykaniem się silnego przejścia $L_1L_3-M_{4,5}$, co prowadzi do silnej modyfikacji parametrów atomowych, w szczególności, do prawie dwukrotnej zmiany wydajności fluorescencyjnej dla powłoki L_1 .



Obliczone energie elektronów dla satelitów $L_1(N^n)-L_3M_{4,5}(N^n)$ i $L_1(M^{-1}N^n)-L_3M_{4,5}(M^{-1}N^n)$ przejścia Coster-Kroniga $L_1L_3-M_{4,5}$ w złocie, wykreślone w funkcji liczby dziur w powłoce N. Przejścia dla których obliczona energia elektronu jest ujemna (otwarte symbole) są energetycznie wzbronione. Powierzchnia zaznaczona przez przerywane linie pokazuje obliczony zakres średniej energii elektronów Coster-Kroniga w wielokrotnie zjonizowanym atomie złota.

¹ Soltan Institute for Nuclear Studies, 05-400 Otwock-Świerk, Poland

² Physikalisches Institut, Universität Erlangen-Nürnberg, D-91058 Erlangen, Germany

³ Kansai Gaidai University, Hirakata, Osaka, Japan

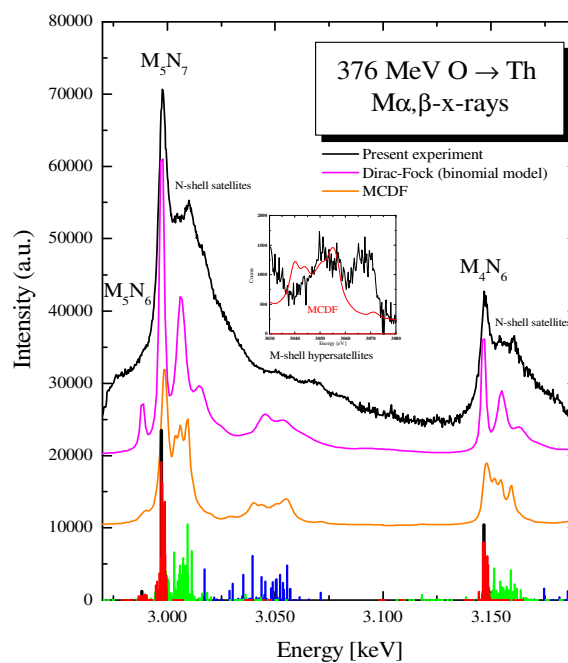
⁴ Institute of Theoretical Physics, University of Basel, CH-4056 Basel, Switzerland

Pomiary struktury satelitarnej promieniowania X serii L i M wzbudzonego w zderzeniach jonów O i Ne z ciężkimi atomami

*M. Czarnota, M. Pajek, D. Banaś, D. Chmielewska¹, J. Rządkiwicz¹, Z. Sujkowski¹,
M. Polasik², J.-Cl. Dousse³, M. Berset³, Y.-P. Maillard³, P.-A. Raboud³,
O. Mauron³ i J. Hoszowska⁴*

Promieniowanie rentgenowskie emitowane w zderzeniach ciężkich jonów z atomami niesie informacje o wielokrotnej jonizacji zewnętrznych powłok atomowych, ponieważ energia przejść rentgenowskich zależy od konfiguracji elektronowej w momencie emisji promieniowania rentgenowskiego, czyli od liczby dziur w powłokach atomowych. Emitowane w takich warunkach promieniowanie X tworzy strukturę satelitarną, która odpowiada możliwym konfiguracjom elektronowym w zjonizowanym atomie.

Przeprowadzone badania dotyczyły pomiaru struktury satelitarnej promieniowania X serii L wzbudzonego jonami O o energiach 376 i 279 MeV oraz Ne o energii 178 MeV na tarczach z Zr, Mo i Pd oraz promieniowania serii M wzbudzonego tymi samymi jonami na tarczach z Pt i Th. Do pomiarów wykorzystano krystaliczny spektrometr refleksyjny Von Hamosa zainstalowany na wiązce jonów cyklotronu Philipsa w Instytucie Paula Scherrera w Villigen. Dzięki wysokiej zdolności rozdzielczej spektrometru (poniżej 1 eV) w zmierzonych widmach po raz pierwszy zaobserwowano strukturę hipersatelitarną przejść serii L oraz M. Zmierzone widma porównano z teoretycznymi uzyskanymi na podstawie uśrednionych obliczeń Diraca-Focka, przy założeniu o dwumianowym rozkładzie intensywności linii satelitarnych w oraz z widmami uzyskanymi w oparciu o wielokonfiguracyjne, relatywistyczne obliczenia Diraca-Focka (MCDF) dla stanów jedno-dziurowych. Stwierdzono, że uśrednione obliczenia Diraca-Focka o dwumianowym rozkładzie intensywności linii nie wystarczają do opisu bogatej struktury widm. Rachunki MCDF dobrze odwzorowują strukturę zmierzonych widm, jednakże wymagają one obliczeń dla konfiguracji wielodziurowych. Precyzyjna kalibracja energetyczna zmierzonych widm (z błędem na poziomie 0.4 eV) pozwoli na ich systematyczne porównanie z wynikami obliczeń MCDF.



Zmierzone widmo serii M, linie M_5N_{67} i M_4N_6 Th z widoczną strukturą hipersatelitarną powłoki M (mniejszy rysunek) oraz satelitarną powłoki N wraz z teoretycznym rozkładem linii satelitarnych wynikającym z rozkładu dwumianowego i obliczeń w ramach MCDF.

¹Instytut Problemów Jądrowych, Świerk,

²Uniwersytet im. M. Kopernika, Toruń,

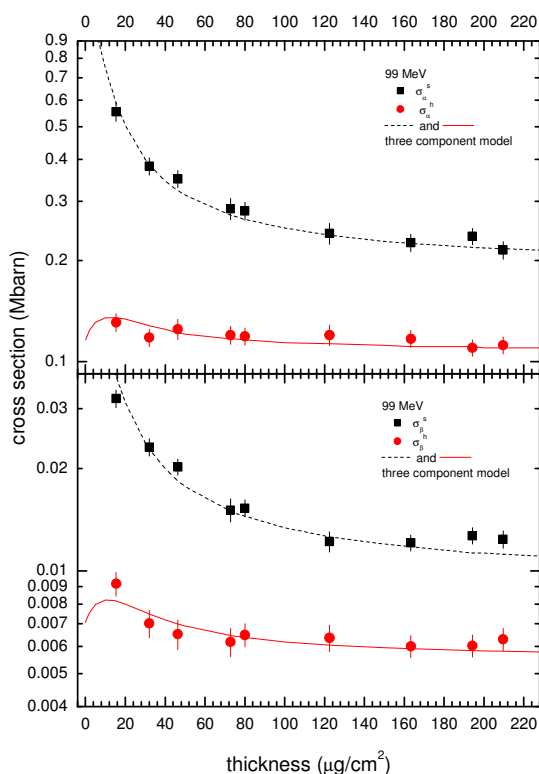
³Uniwersytet we Fryburgu, Szwajcaria,

⁴European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble, Francja

Badanie procesów jonizacji pocisków S o energiach 9.6-122 MeV w zderzeniach z atomami węgla

*U. Majewska, K. Słabkowska¹, M. Polasik¹, J. Braziewicz, D. Banaś, T. Czyżewski²,
I. Fijał², M. Jaskóła², A. Korman², S. Chojnacki i W. Kretschmer³*

Przy użyciu detektora półprzewodnikowego Si(Li) zarejestrowano linie satelitarne, hipersatelitarne i linie REC, odpowiadające promieniowaniu emitowanemu przez pocisk w stanie równowagi ładunkowej przechodzący przez tarczę z ciała stałego. Analiza otrzymanych widm pozwoliła określić przesunięcia energii linii satelitarnych i hipersatelitarnych w stosunku do energii tychże linii dla atomów jednokrotnie zjonizowanych oraz intensywności i stosunki intensywności tych linii. Dane te pozwoliły określić wielkość jonizacji powłoki K, ilość elektronów na powłoce L pocisku oraz na poziomach 3p i 4p, najbardziej prawdopodobne konfiguracje elektronowe (wg modelu MCDF) pocisku odpowiedzialne za emisję obserwowanych linii oraz przekroje czynne na produkcję promieniowania X z pocisku. Wykazano, że pocisk przechodzący przez użyte tarcze o grubościach 15-210 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ jest w stanie równowagi ładunkowej. Wykorzystując model 2- i 3-składnikowy wg Allisona pokazano, że na podstawie zależności produkcyjnych przekrojów czynnych od grubości tarczy (patrz rysunek) można określić wartość przekrojów czynnych na produkcję pierwszej i drugiej dziury w powłoce K pocisku, na wychwytywanie elektronu z tarczy do powłoki K pocisku z jedną dziurą i z dwoma dziurami oraz przekroje czynne na zapełnienie dziur w powłoce K z równoczesną emisją linii satelitarnych i hipersatelitarnych serii K. Udowodniono, że w pociskach siarki o 1, 2, 3, 4 elektronach obsadzone są poziomy 4p i 5p, choć w normalnym atomie siarki stany te nie są obsadzone.



¹ Wydział Chemii, UMK, Toruń

² Instytut Problemów Jądrowych, Warszawa

³ Uniwersytet w Erlangen, Niemcy

Badanie koncentracji pierwiastków śladowych w próbkach medycznych

U. Majewska, J. Braziewicz, D. Banaś, A. Kubala-Kukuś, M. Kucharzewski²,
J. Waler¹, S. Góźdz¹ i J. Wudarczyk¹

Określono koncentrację pierwiastków śladowych we krwi i tkance tarczycy pacjentów Śląskiej Akademii Medycznej oraz badano korelację pomiędzy zawartością tych pierwiastków w badanych próbkach a stanem chorobowym pacjenta. Szczególną uwagę poświęcono selenowi i cynkowi. Szukano odpowiedzi na pytanie, czy mogą one stać się markerami chorób tarczycy. Analizowane próbki krwi i tkanki tarczycy pobrane zostały od 71 kobiet w wieku 14-72 lat. 41 z nich było operowanych z powodu rozpoznanego klinicznie i potwierdzonego klinicznie wola guzkowego tarczycy, 21 z powodu raka tarczycy, a 18 – z chorobą Basedowa. Grupę kontrolną stanowiło 51 osób wybranych przypadkowo, deklarujących dobry stan zdrowia. Znalezione następujące średnie zawartości Zn (w µg/g) w badanych próbkach tarczycy i krwi:

| Choroba | Tkanka tarczycy | Krew |
|------------------|-----------------|---------|
| Choroba Basedowa | 41.7±3.8 | 4.8±0.7 |
| Wole guzkowe | 38.3±2.8 | 6.3±0.6 |
| Rak tarczycy | 23.1±3.6 | 7.1±0.8 |
| Grupa kontrolna | | 5.8±1.4 |

Jak widać koncentracje cynku w przypadku choroby Basedowa i wola tarczycy są statystycznie różne od koncentracji cynku w raku tarczycy na poziomie ufności 99.95%. Dla próbek krwi testy wykazały statystyczną różnicę pomiędzy zawartością cynku w raku tarczycy a chorobą Basedowa i w odniesieniu do grupy kontrolnej na poziomie ufności 99.95% oraz nie wykazały różnicy pomiędzy przypadkiem raka tarczycy a wolem guzkowym tarczycy. Uzyskane rezultaty sugerują, że cynk może stać się markerem chorób tarczycy.

Średnie zawartości Se (w µg/g) w badanych próbkach tarczycy i krwi przedstawiają się następująco:

| Choroba | Tkanka tarczycy | Krew |
|------------------|-----------------|-------------|
| Choroba Basedowa | 1.473±0.378 | 0.476±0.065 |
| Wole guzkowe | 1.487±0.336 | 0.597±0.059 |
| Rak tarczycy | 0.881±0.107 | 0.572±0.101 |

Statystycznie różne są koncentracje selenu we krwi w grupach: „choroba Basedowa” a „rak tarczycy” oraz „choroba Basedowa” a „wole guzkowe”, a w przypadku tkanki tarczycy test wykazał statystyczne różnice pomiędzy grupami: „choroba Basedowa” a „rak tarczycy” oraz „rak tarczycy” a „wole guzkowe”. Stwierdzone najniższe stężenie selenu w raku tarczycy jest zgodne z wcześniejszymi danymi. Badania norweskie wykazały mianowicie znacząco wyższą zapadalność na raka tarczycy u osób z niskim stężeniem selenu w surowicy krwi przed operacją. Potwierdza to ochronną rolę tego metalu w tarczycy, polegającą na jego wiązaniu przez białko tarczycy.

¹ Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach

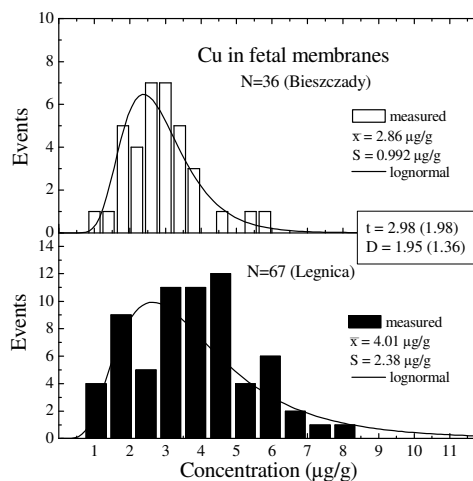
² Klinika Chirurgii, Śląska Akademia Medyczna w Bytomiu

Badania porównawcze rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych w próbkach łożysk i błon płodowych metodą TXRF

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

Metoda rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem wiązki padającej (TXRF) została wykorzystana do wyznaczenia koncentracji pierwiastków śladowych w próbkach łożysk (184) i błon płodowych (103). Próbki pochodziły od dwóch grup kobiet, mieszkających na obszarach o różnym stopniu zanieczyszczenia środowiska: w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (region "zanieczyszczony") oraz w Bieszczadach (region "kontrolny"). Celem tych badań było znalezienie możliwych korelacji pomiędzy poziomem zanieczyszczenia środowiska, a budową i składem analizowanych próbek, głównie w aspekcie zawartości metali ciężkich.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów określono w próbkach zawartość następujących pierwiastków: P, S, Cl, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Ge, Se, Br, Rb, Sr, Hg i Pb, których koncentracje zawarte były w granicach od 10 ng/g do 5000 $\mu\text{g/g}$ ($\pm 15\%$). W celu znalezienia możliwych korelacji pomiędzy zawartością danego pierwiastka a zanieczyszczeniem obszaru, z którego pochodziła próbka dokonano analizy statystycznej rozkładów koncentracji pierwiastków w próbkach łożysk i błon płodowych. Po pierwsze dla rozkładów "obciętych" przez próg wykrywalności, tj. takich, dla których koncentracje pierwiastków nie są wyznaczane we wszystkich próbkach, odtworzono oryginalny rozkład stosując metodę rekonstrukcji rozkładów i otrzymując korekcję wartości średniej rozkładu od 5% do 50%. Następnie wykorzystano testy statystyczne Studenta i Kołmogorowa-Smirnowa na poziomie ufności 95% dla porównania rozkładów koncentracji pierwiastków dla obu rodzajów próbek i obszarów. Testy przeprowadzono dla przetransformowanych rozkładów ($x' = \ln x$), zapewniając warunek normalności rozkładu konieczny w teście Studenta.



Rozkłady koncentracji miedzi w błonach płodowych wraz z wartościami statystyk: t (test Studenta) oraz D (test Kołmogorowa -Smirnowa).

W rezultacie przeprowadzonej analizy statystycznej stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy koncentracjami niektórych pierwiastków w próbkach z obszarów zanieczyszczonego i kontrolnego. Dla próbek łożysk stwierdzono większą zawartość Sr, Pb, K i mniejszą zawartość Se, Mn, Rb, Cr w obszarze "zanieczyszczonym". W próbkach błon płodowych zaobserwowano większą zawartość Mn, Cu i mniejszą zawartość Ge, Cr, Rb w obszarze "zanieczyszczonym".

Ostateczna interpretacja zaobserwowanych różnic koncentracji pierwiastków śladowych, w szczególności w aspekcie zmian patologicznych łożysk i błon płodowych, wymaga dodatkowych badań medycznych.

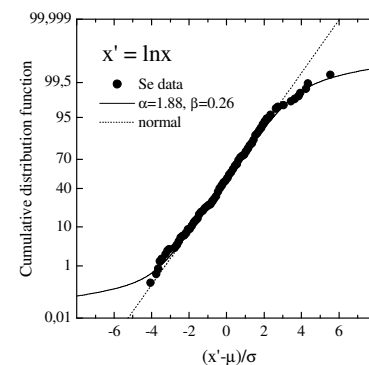
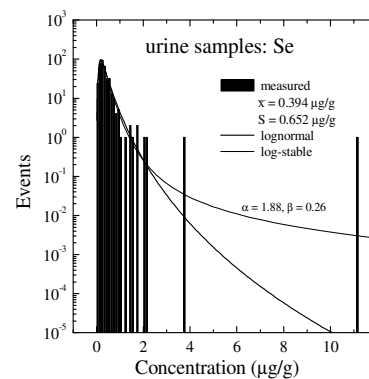
Log-stabilny charakter rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych w materiałach biomedycznych

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

Stosując metodę rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF oraz TXRF) określono koncentrację pierwiastków śladowych w różnorodnych materiałach medycznych (krew, surowica, mocz, tkanki nowotworowe itp.). Badania te dotyczyły diagnostyki chorób nowotworowych, a także badania wpływu zanieczyszczenia środowiska na zawartość pierwiastków śladowych w tych materiałach. Dzięki dużej liczbie analizowanych próbek, populacje rzędu 50-400 próbek, pomiary umożliwiły szczegółową analizę statystyczną rozkładów koncentracji pierwiastków w próbkach biomedycznych. Zmierzone rozkłady, jak zostało pokazane wcześniej, w większości przypadków dobrze opisywane są rozkładem log-normalnym. Jednakże, dla kilku badanych pierwiastków zaobserwowano w obszarze dużych wartości koncentracji istotne rozbieżności w opisie rozkładu przez rozkład log-normalny. Pokazano, że zaobserwowane rozbieżności związane są z log-stabilną naturą rozkładów koncentracji pierwiastków śladowych. Rozkłady log-stabilne stanowią szerszą klasę cztero-parametrycznych rozkładów, których logarytm ma rozkład stabilny. Szczególnym przypadkiem rozkładu log-stabilnego jest rozkład log-normalny (parametr stabilności $\alpha = 2$).

Jako przykład, na rysunku przedstawiony jest rozkład koncentracji Se w moczu, dla którego dokonano estymacji parametrów rozkładu log-stabilnego metodą największej wiarygodności (ML), otrzymując $\alpha = 1.88$. W celu weryfikacji hipotezy o log-stabilnej naturze rozkładu przeprowadzono test Andersona-Darlinga (A^2), który, w przeciwieństwie do znanego testu zgodności Pearsona- χ^2 , lepiej nadaje się do testowania kształtu rozkładu dla dużych odchyżeń od wartości oczekiwanej rozkładu (tzw. "ogony" rozkładu). Test Andersona-Darlinga potwierdził na poziomie ufności 95% log-stabilność rozkładu koncentracji Se. Wartości krytyczne dla testu A-D zostały obliczone metodą Monte Carlo. W próbkach moczu rozkłady log-stabilne o parametrze $\alpha < 2$ zaobserwowano również w przypadku rozkładów koncentracji S i Fe.

W rezultacie badań stwierdzono, że rozkłady koncentracji pierwiastków w próbkach biomedycznych opisane są rozkładami log-stabilnymi (przy czym najczęściej jest to rozkład log-normalny), a kształt rozkładów powiązany jest z naturą procesów akumulacji pierwiastków śladowych. Badania pokazały ponadto, że w celu analizowania roli rozkładów log-stabilnych należy badać większe populacje próbek (~1000).



Rozkład koncentracji Se w próbkach moczu wraz z krzywymi rozkładu log-normalnego i log-stabilnego (górny rysunek). Dystrybuanta empiryczna zlogarytmowanego rozkładu koncentracji wraz z dystrybuantami teoretycznymi rozkładów normalnego i stabilnego dla $\alpha = 1.88$ (dolny rysunek).

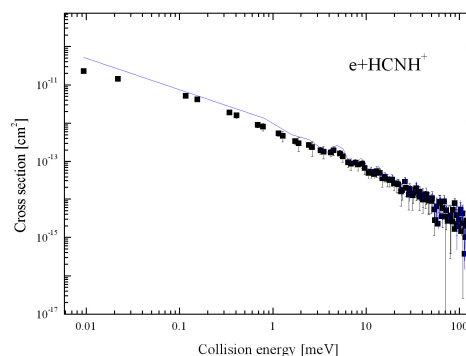
Badanie zderzeń jonów molekularnych z elektronami swobodnymi

Jacek Semaniak

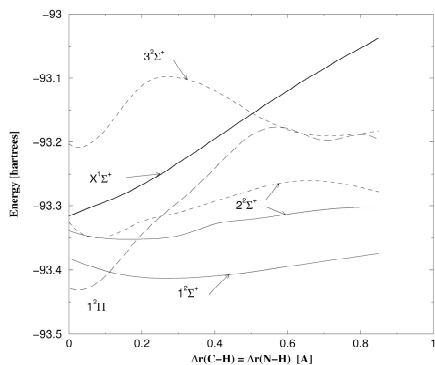
Badania zderzeń jonów molekularnych z elektronami swobodnymi mają na celu dostarczenie danych niezbędnych dla diagnostyki niskotemperaturowej plazmy występującej w obłokach międzygwiazdowych, jonosferach planet, obszarach brzegowych tokamaków itp. W tego typu ośrodkach jednym z głównych mechanizmów prowadzących do zmniejszenia koncentracji elektronów jest rekombinacja jonów molekularnych z elektronami, prowadząca do dysocjacji powstałej cząsteczki na neutralne elektrycznie fragmenty ($AB^+ + e \rightarrow A + B$). Jest to proces odgrywający istotną rolę w syntezie mniej lub bardziej złożonych cząsteczek w warunkach, w których reakcje pomiędzy obojętnymi elektrycznie atomami lub cząsteczkami są wzbronione z uwagi na wysokie energie aktywacji.

Prace eksperymentalne obejmowały badanie: rekombinacji dysocjatywnej jonów $HCNH^+$, $C_2H_3^+$ oraz H_3^+ , rezonansowego tworzenia par ($AB^+ + e \rightarrow A^+ + B^-$, jako konkurencyjnego w stosunku do rekombinacji dysocjatywnej procesu prowadzącego do wytworzenia pary jonów przeciwnie naładowanych) jonów HD^+ , H_3^+ oraz dysocjację ujemnych jonów molekularnych CN^- w wyniku odłączenia elektronu w zderzeniach z elektronami swobodnymi. Eksperymenty prowadzono na wiązce ciężkojonowego pierścienia akumulacyjnego CRYRING w Laboratorium Manne Siegbahna w Sztokholmie.

Wykonano pomiary absolutnych przekrojów czynnych na dysocjatywną rekombinację jonów $HCNH^+$, $C_2H_3^+$ oraz H_3^+ w zakresie energii poniżej 0.2 eV. Zmierzono prawdopodobieństwa dla różnych kanałów



Absolute przekroje czynne na dysocjatywną rekombinację jonów $HCNH^+$.



Krzywe energii potencjalnej jonu i cząsteczki $HCNH^+$.

dysocjacji jonów $HCNH^+$, $C_2H_3^+$ dla energii 0 eV. Stwierdzono, że dominującym (7%) kanałem dysocjatywnej rekombinacji jonu $HCNH^+$ jest $HCN(HNC)+H$ (67%), oraz $CN+H+H$ (33%). Modele gęstych obłoków międzygwiazdowych przewidują, że badana reakcja jest głównym źródłem cząsteczek HCN i HNC w tych ośrodkach. Dane eksperymentalne i obliczenia teoretyczne wskazują, że w dysocjatywnej rekombinacji tych jonów ważną rolę może odgrywać mechanizm rekombinacji nie wprost, poprzez serię stanów rydbergowskich związanych ze stanem podstawowym jonu $X^1\Sigma^+$ co w efekcie

prowadzi do dysocjacji cząsteczki wzdłuż stanów o symetrii $1X^2\Sigma^+$ i $2X^1\Sigma^+$. Obliczenia teoretyczne wskazują na możliwość zachodzenia dysocjacji trzyciałowej w sposób bezpośredni (a nie jako następstwo wtórnej dysocjacji cząsteczki HCN lub HNC, powstającej w rozpadzie dwuciałowym) wzdłuż stanu $2X^1\Sigma^+$.

Zmierzono również absolutne przekroje czynne na odłączenie elektronu w zderzeniach jonów ujemnych F^- i CN^- w zderzeniach z elektronami swobodnymi w zakresie energii poniżej, odpowiednio, 40 eV i 60 eV.

ZAKŁAD FIZYKI JĄDROWEJ

Skład osobowy

Dr hab. Zbigniew Włodarczyk – kierownik zakładu, dr hab. Edward Kwaśniewicz,
mgr Grzegorz Stefanek, mgr Roman Suchanek, mgr inż. Wiesław Sornat

Tematyka badawcza

Działalność naukowa zakładu dotyczy: materii jądrowej o dużej gęstości energii (1), propagacji i składu chemicznego promieniowania kosmicznego (2) oraz układów wielu ciał w systemach wielonukleonowych (3).

1) Prowadzona jest analiza własności materii jądrowej w zderzeniach ciężkich jonów, w szczególności badanie plazmy kwarkowo-gluonowej oraz dziwnej materii kwarkowej. Badania obejmują udział w eksperymencie WA98 realizowanym w CERN-ie na wiązce Pb o energii 160 GeV/nukleon. Prowadzone są prace przygotowawcze dla eksperymentu ALICE (planowanego na akceleratorze LHC w CERN przy energiach 5.5 TeV/nukleon). Wykonywane są również symulacje powstawania dziwnej materii kwarkowej i jej detekcji w detektorze CASTOR.

2) Prowadzona jest analiza danych eksperymentalnych z komór emulsyjnych dotyczących szerokich lawin atmosferycznych (EAS). Obok standardowej analizy danych (oszacowania współczynnika nieelastyczności) prowadzone są symulacje uwzględniające występowanie dziwnej materii kwarkowej (strangeletów) w pierwotnym promieniowaniu kosmicznym. Analiza wyników eksperymentalnych pozwoliła na oszacowanie strumienia dziwnej materii kwarkowej.

3) Badana jest możliwość stosowania przybliżenia Collective Pair Approximation (CPA) do analizy struktury stanów wzbudzonych jąder. Głównym celem jest znalezienie najmniejszego zbioru kolektywnych par niezbędnych do poprawnego opisu niskowzbudzonych stanów jąder. Struktura kolektywnych par określona jest przez diagonalizację hamiltonianu jądrowego w przestrzeni dwóch nukleonów obsadzających orbitale poza zamkniętymi powłokami

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A.Sołtana, Warszawa

Instytut Fizyki Jądrowej im. H.Niewodniczańskiego, Kraków

Europejskie Laboratorium Badań Cząstek Elementarnych (CERN), Geneva, Szwajcaria

Dipartimento di Fisica, Università di Catania, Włochy

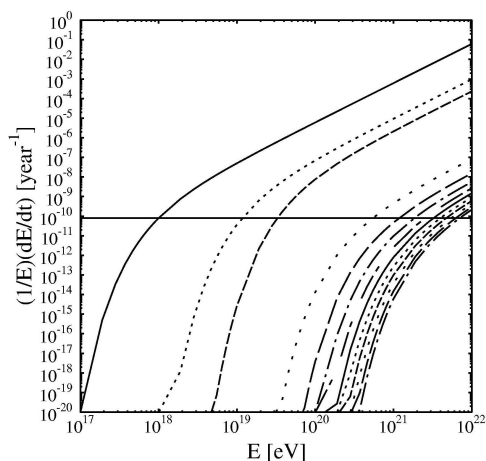
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Catania, Catania, Włochy

Skąd się biorą promienie kosmiczne o najwyższych energiach?

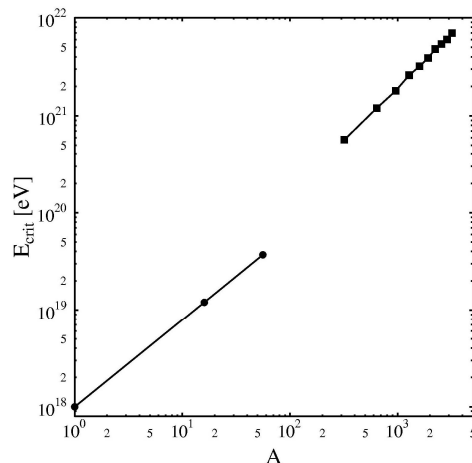
M. Rybczyński i Z. Włodarczyk

W 1966 roku K. Greisen i niezależnie G.T. Zatsepin i V.A. Kuzmin pokazali, że istnieje górna granica energii, zwana obcięciem GZK, powyżej której cząstki promieniowania kosmicznego zaczynają intensywnie oddziaływać z promieniowaniem tła (wypełniające Wszechświat mikrofalowe promieniowanie o temperaturze 2.73 K), w wyniku czego gwałtownie tracą swoją energię. W przypadku cząstek o najwyższych energiach główne procesy, w których następują straty energii to produkcja par $p + \gamma \rightarrow p + e^+e^-$, fotoprodukcja $p + \gamma \rightarrow p + \pi^0$ oraz fotodezintegracja jąder.

Widmo energetyczne pierwotnego promieniowania kosmicznego może więc sięgać energii 10^{20} eV. Nasuwa się pytanie czy mogą istnieć jeszcze większe energie? Eksperymenty EAS rzeczywiście rejestrują lawiny generowane przez pierwotne cząstki o energii powyżej progu obcięcia. Pochodzenie tych cząstek mogą wyjaśnić strangelety. Nazywa się w ten sposób bryłki dziwnej materii kwarkowej, tj. materii zawierającej porównywalne ilości kwarków u , d oraz s . Ponieważ energia przypadająca na barion w materii dziwnej jest niższa niż w materii zawierającej tylko kwarki u oraz d , ta nowa forma materii powinna być bardziej stabilna od normalnych jąder.



Rys. 1 Straty energetyczne protonów, O, Fe, i niektórych strangeletów o masie $A = 320, 640, \dots, 3200$, kolejno od lewej poprzez oddziaływanie z promieniowaniem tła.



Rys. 2. Obcięcie GZK, E_{crit} jako funkcja liczby masowej A . Kółka pokazują jądra atomowe, kwadraty – strangelety

Straty energetyczne strangeletów o masie A w wyniku ich oddziaływania z fotonami tła są przypuszczalnie proporcjonalne do $Z^2/A \approx A^{-1/3}$ (ponieważ $Z \approx A^{1/3}$). Na Rys. 1 pokazano straty energetyczne jąder atomowych i strangeletów w wyniku ich oddziaływań z promieniowaniem tła. Jak widać, strangelety dzięki ich dużej liczbie masowej A doznają bardzo małych strat energii. Jak pokazuje Rys. 2, maksymalna energia wynikająca z obcięcia GZK wydaje się być dla strangeletów znacznie większa niż dla protonów.

Struktura jąder atomowych w modelu bozonowym

E. Kwaśniewicz

Ogromne, rzędu kilku milionów, rozmiary przestrzeni modelu powłokowego stanowią poważny problem w interpretacji struktury indywidualnych stanów jąder oraz związków między nimi. Zatem konieczne jest poszukiwanie mikroskopowych modeli struktury jądra atomowego, które, zachowując podstawowe założenia modelu powłokowego, pozwoliłyby opisać strukturę jąder w przestrzeniach o rozmiarach radykalnie zredukowanych względem rozmiarów przestrzeni modelu powłokowego.

Jedną z propozycji osiągnięcia tego celu jest metoda odwzorowania przestrzeni rozpinanej przez kolektywne pary nukleonowe o multipolowości $JT = 0,1$ na przestrzeń bozonową rozpinaną przez bozony o tej samej multipolowości. W wyniku takiego odwzorowania otrzymuje się dla układów składających się z n bozonów obraz dowolnego operatora fermionowego złożony z członów od jedno- do n -ciałowych pomimo, że operator fermionowy składa się z członów jedno i/lub dwuciałowych. W szczególności dotyczy to operatora Hamiltona. Gdy wyrazy wyższego rzędu ($n > 2$) w bozonowym obrazie hamiltonianu fermionowego są zaniedbywalnie małe w stosunku do wyrazów jedno- i dwuciałowych to widmo energetyczne hamiltonianu bozonowego, przybliżanego członami jedno- i dwuciałowymi, powinno odtwarzać widmo hamiltonianu fermionowego, lecz w przestrzeni o rozmiarach znacznie zredukowanej względem rozmiarów przestrzeni modelu powłokowego.

Najprostszym sposobem weryfikacji przedstawionej wyżej metody jest porównanie widm energetycznych układów z sześcioma aktywnymi nukleonami otrzymanymi w wyniku diagonalizacji hamiltonianu jądrowego w pełnej przestrzeni modelu powłokowego i w przestrzeni rozpinanej przez kolektywne pary z widmami zredukowanego do pierwszych dwóch członów hamiltonianu bozonowego w przestrzeni rozpinanej przez bozony o tej samej multipolowości JT co kolektywne pary. Dla ilustracji tej sytuacji, w Tabeli podane są wyniki obliczeń energii stanów $T=0$ układu o liczbie masowej $A=22$. Spin jądra J jest w pierwszym wierszu. Energia stanu (w MeV) wyliczona z modelu powłokowego (SM) i modelu bozonowego (BM) w przestrzeni rozpinanej przez bozony $s, s', d, d', f, g, \theta_1, \theta_1', \theta_1'', \theta_2, \theta_2', \theta_3, \theta_3', \theta_4, \theta_5$ jest odpowiednio w wierszu drugim i trzecim. Wyniki w przestrzeni rozpinanej przez kolektywne pary o tej samej multipolowości co bozony są identyczne z wynikami modelu powłokowego w wierszu drugim.

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| J | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 | 6 | 1 | 2 |
| SM | 0.0 | 0.321 | 0.965 | 1.514 | 1.516 | 1.836 | 2.741 | 2.834 | 3.860 | 4.032 | 4.277 |
| BM | 0.216 | 0.0 | 1.176 | 1.701 | 1.303 | 1.709 | 2.590 | 2.644 | 3.865 | 3.834 | 4.394 |

ZAKŁAD FIZYKI DOŚWIADCZALNEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Marian Kargol - kierownik zakładu, dr Grażyna Suchanek,
dr Kazimierz Dworecki, dr Armin Kargol (urlop), mgr Beata Ornal-Wąsik (urlop),
mgr Sławomir Wąsik, inż. Adam Markowski.

Tematyka badawcza

Badania prowadzone w zakładzie dotyczą procesów transportu membranowego substancji (dyfuzja, grawidyfuzja, osmoza, grawiosmoza, odwrócona osmoza, konwekcja, unoszenie czy membranowe potencjały grawielektryczne). Szczególne miejsce w tych poszukiwaniach zajmuje wpływ 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 translukacji wody w roślinach zachodzącej na długich dystansach.

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, Tulane University, New Orleans. USA.

Mechanistyczny formalizm transportu membranowego substancji

M. Kargol i A. Kargol

Do opisu transportu substancji przez membrany, generowanego różnicą ciśnień osmotycznych $\Delta\Pi$ i różnicą ciśnień mechanicznych ΔP , są powszechnie stosowane tzw. praktyczne równania Kedem i Katchalsky'ego. Najczęściej są one zapisywane następująco:

$$\begin{aligned} J_v &= L_p \Delta P - L_p \sigma \Delta \Pi \quad , \\ j_s &= \omega \Delta \Pi + (1 - \sigma) \bar{C} J_v \quad , \end{aligned}$$

gdzie: J_v , j_s - strumienie, L_p , σ i ω - fenomenologiczne parametry transportowe, a \bar{C} - stężenie średnie. Równania te zostały wyprowadzone na gruncie liniowej termodynamiki procesów nieodwracalnych. Słabą stroną tych równań jest stosunkowo mała czytelność interpretacyjna. Odnosi się to zwłaszcza do rozumienia sensu fizycznego obu członów występujących po prawej stronie równania drugiego, tj. równania na strumień j_s substancji rozpuszczonej.

Kierując się tym stanem rzeczy opracowany został przez nas pewien mechanistyczny formalizm transportu membranowego substancji. Podstawowe równania tego formalizmu mają postać:

$$\begin{aligned} J_v &= L_p \Delta P - L_p \sigma_k \Delta \Pi \quad , \\ j_s &= \omega_d \Delta \Pi + (1 - \sigma) \bar{C} J_v \quad , \end{aligned}$$

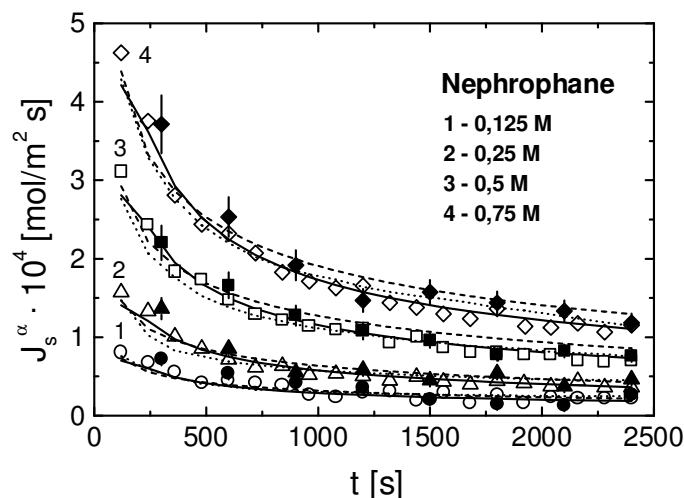
gdzie: σ_k - współczynnik odbicia, a ω_d - współczynnik dyfuzyjnego przenikania substancji rozpuszczonej przez membranę. Równania te są zupełnie czytelne z fizycznego punktu widzenia i dają się sprowadzić do postaci zredukowanej, a więc do postaci zawierającej nie trzy lecz dwa parametry transportowe. Podkreślić tu jeszcze należy, że równania mechanistyczne są tożsame z równaniami Kedem - Katchalsky'ego. Dzięki temu równania obu tych formalizmów (termodynamicznego i mechanistycznego) stanowią razem wzięte znacznie lepsze, bardziej uniwersalne i subtelniejsze narzędzie badawcze.

Wpływ stężeniowych warstw granicznych na bierny transport membranowy

K. Dworecki i S. Wąsik

Głównym czynnikiem determinującym procesy transportu membranowego są tzw. stężeniowe warstwy graniczne (*SWG*), czyli powstające w otoczeniu membrany warstwy roztworu, w których stężenie substancji rozpuszczonej różni się znacząco od stężenia tej substancji w większej odległości od membrany.

Dla zbadania wpływu tych warstw na transport substancji przez membranę przeprowadzono interferometryczne badania stanu *SWG* dla dwóch konfiguracji grawitacyjnych układu jedno-membranowego oraz wyznaczono charakterystyki czasowe strumienia dyfuzyjnego substancji rozpuszczonej i objętościowego strumienia osmotycznego dla tych konfiguracji układu. Otrzymane rezultaty wykazały znaczący spadek w/w strumieni w stabilnej grawitacyjnie konfiguracji układu jedno-membranowego. Największe spadki strumienia dyfuzyjnego i osmotycznego występują w tych samych przedziałach czasowych, w których zaobserwowano największe wzrosty grubości *SWG*. Powyższe spostrzeżenie potwierdza istotny wpływ *SWG* na bierny transport membranowy. Ponadto stwierdzono, że wartości tych strumieni zależą od konfiguracji grawitacyjnej układu membranowego, co sugeruje, że stan *SWG* determinowany jest przez pole grawitacyjne.



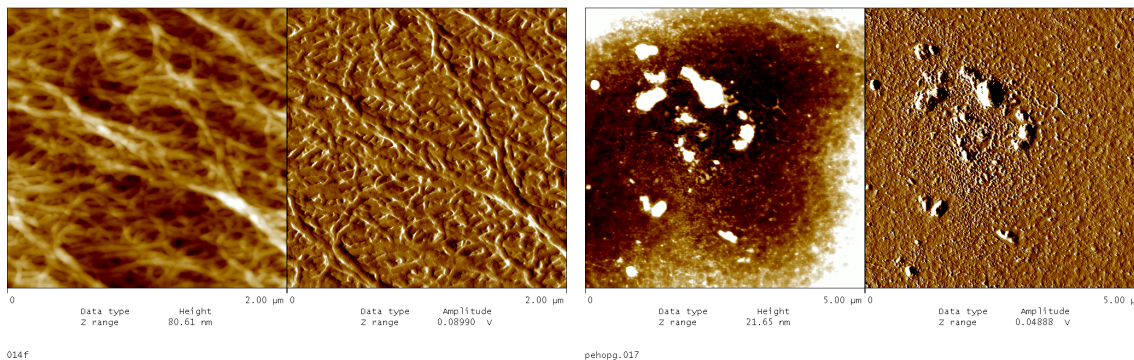
Charakterystyki czasowe strumienia dyfuzyjnego substancji rozpuszczonej, uzyskane dla stabilnej grawitacyjnie konfiguracji układu 1-membranowego przy zastosowaniu membrany Nephropane i czterech stężeń wyjściowych roztworu etanolu. Symbole centrowane oznaczają wartości doświadczalne strumienia zmierzone metodą interferometryczną i za pomocą układu komorowego. Linie oznaczają wartości przewidywane przez trzy niezależne modele teoretyczne.

W celu ilościowego określenia wpływu *SWG* na bierny transport membranowy wyznaczono również wartości strumieniowego efektu grawidyfuzyjnego ($jGDE$) i strumieniowego efektu grawiosmotycznego ($jGOE$). Efekty te zdefiniowano jako różnicę pomiędzy wartością odpowiedniego strumienia wyznaczoną w warunkach intensywnego mieszania mechanicznego roztworów (praktycznie brak *SWG*) i wartością tego strumienia wyznaczoną w układzie membranowym będącym w określonej konfiguracji grawitacyjnej.

Modyfikacja własności transportowych membran polimerowych

K. Dworecki, T. Hasegawa¹, K. Sudlitz² i S. Wąsik

Membrany polimerowe znajdują szerokie zastosowanie m.in. w mikroelektronice, separacji membranowej oraz jako materiały izolacyjne, opakowaniowe i powłokowe. Implantacja jonów w fazie polimeru pozwala na otrzymywanie membran o nowych własnościach: lepszej odporności termicznej, lepszym przewodnictwie elektrycznym i hydraulicznym. W naszych badaniach implantacje jonów w próbkach polimerowych prowadzimy przy użyciu wiązek jonowych pochodzących ze źródła jonów typu ECR. W badaniach tych stosowane są wiązki jonów O^{+7} , S^{+7} i O^{+2} o dawkach 10^{16} jon/cm². Modyfikowane w ten sposób folie polipropylenowe (PP) poddane zostały badaniom: spektroskopii ATR-IR, kąta zwilżania (dla wody i wodnego roztworu etanolu o stężeniu 1M), oraz mikroskopii AFM.



Rys.1.

Rys.2.

Zdjęcia mikroskopowe powierzchni membran polipropylenowych (z kontrastem fazowym i amplitudowym): czystej (rys.1) i implantowanej jonami O^{+7} (rys.2)

Otrzymane wyniki pomiarów widm podczerwieni wskazują, że największe różnice w stosunku do próbki niemodyfikowanej obserwuje się dla folii implantowanych jonami tlenu. Zmiany te można zaobserwować w zakresie występowania pasma $C=O$. Pomiar kąta zwilżania dla próbek implantowanych jonami siarki wskazuje, że membrany tak otrzymane posiadają powierzchnię najbardziej hydrofilową. Natomiast wielkość histerezy kąta zwilżania może sugerować największą heterogeniczność powierzchni w przypadku próbek implantowanych jonami O^{+7} . Analiza zdjęć mikroskopowych topografii powierzchni folii implantowanych i nieimplantowanych wskazuje też, że na powierzchni próbek modyfikowanych obserwuje się elementy strukturalne - grupy oligomerowe PP. Otrzymane wyniki badań widm (ATR-IR), kąta zwilżania i mikroskopii (AFM) pozwalają na wyjaśnienie obserwowanych zmian przewodnictwa hydraulicznego membran polipropylenowych otrzymanych w wyniku implantacji jonów.

¹Institute of Applied Physics, Miyazaki University, Japonia

²Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa

ZAKŁAD ASTROFIZYKI

Skład osobowy

Dr hab. Piotr Flin - kierownik zakładu, mgr Janusz Krywult, mgr Maciej Rybczyński

Tematyka badawcza

Badanie własności wielkoskalowych struktur we Wszechświecie. Szczególnie interesujące są dla nas te własności, które mogą być użyte do testowania teorii powstawania struktur we Wszechświecie i ich ewolucji.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Istituto Astronomico Universita di Roma „La Sapienza”;

Obserwatorium Astronomiczne Narodowego Uniwersytetu im. Tarasa Szewczenki, Kijów

Porównanie częstości występowania podgrupowań w gromadach galaktyk w danych 2D i 3D

P. Flin i J. Krywult

W celu stwierdzenia występowania podgrupowań w gromadach galaktyk wykorzystuje się wiele różnych metod. Stosowane są one zarówno do samych położzeń galaktyk na sferze niebieskiej (dane dwuwymiarowe) jak i do danych zawierających również odległości do poszczególnych galaktyk (dane trójwymiarowe), które dają pełną informację o ich rozmieszczeniu w gromadzie. Jednak ze względu na trudności techniczne związane z wyznaczeniem odległości do wszystkich galaktyk celowym jest zbadanie jaki wpływ na otrzymane wyniki ma ograniczenie się tylko do analizy danych dwuwymiarowych.

W celu porównania częstości występowania podgrupowań w danych 2D i 3D przebadano 43 gromady Abella. Analizowanym przez nas materiałem stanowiły katalogi gromad galaktyk otrzymane z Royal Observatory w Edynburgu (6 katalogów) i Obserwatorium w Rzymie (4 katalogi). Pozostałe 33 katalogi wykonane zostały przez nas poprzez zastosowanie pakietu programów FOCAS do cyfrowej obróbki skanów klisz fotograficznych z Pierwszego Przeglądu Palomarskiego.

Badanie występowania podgrupowań wykonano stosując dyskretną analizę falkową na siatce 256×256 punktów dla skal $a = 8, 11, 16, 22, 32, 45, 64$. Do splotu wykorzystano dwuwymiarową funkcję, zwaną w literaturze, Mexican Hat. Statystyczną istotność otrzymanych wyników sprawdzono metodą Monte Carlo, wykonując dla każdej gromady i zastosowanej skali 1000 symulacji. Przyjęto, że wykryte podgrupowanie istnieje jeżeli prawdopodobieństwo jego wystąpienia w losowej dystrybucji punktów jest mniejsze niż 0.005 i liczy sobie więcej niż 4 elementy.

W przeprowadzonej przez nas analizie stwierdziliśmy występowanie podstruktur w A151, A426, A548, A754, A1060, A1367, A1736, A1809, A1983, A2052, A2151, A3128, A3395, A3526 oraz A3667. Otrzymane wyniki porównano z rezultatami trójwymiarowych badań tych samych gromad (Girardi et al., ApJ, 1997, 482, 41), w których również zastosowano analizę falkową. Porównanie pokazuje, że w przypadku niektórych gromad, w których nie wykryto podstruktur w 2D, analiza danych 3D ujawnia istnienie małych, zarówno pod względem rozmiarów jak i liczebności składników podgrupowań (A85, A193, A194, A2063). W kilku przypadkach analiza danych 2D pokazuje występowanie podstruktur, które nie są obecne w badaniach 3D (A151, A1809, A2052).

Otrzymana przez nas częstość występowania podstruktur w danych 2D wynosi 34% podczas gdy w danych 3D 31% (Girardi et al.). Wyniki te są zgodne na poziomie istotności wynoszącym 0.05. Dowodzi to, że badanie istnienia podgrupowań w gromadach Abella w oparciu o dane 2D jest dobrym estymatorem częstości występowania tego zjawiska. Pozwala to na prowadzenie tego typu badań dla odległych gromad galaktyk dla których odległości wyznaczone są tylko do niewielkiej liczby galaktyk.

ZAKŁAD FIZYKI TEORETYCZNEJ

Skład osobowy

Prof. dr hab. Stanisław Mrówczyński - kierownik zakładu, dr hab. Anna Okopińska, dr Tadeusz Kosztołowicz, dr Jadwiga Nietendel (urlop), mgr Robert Korus

Tematyka badawcza

Badanie prowadzone w zakładzie dotyczy: 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.

Zakład współpracuje z następującymi ośrodkami:

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Świerk-Warszawa

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

Instytut im. Yukawy Uniwersytetu w Kyoto, Japonia

Anomalna i gaussowska dyfuzja w układzie membranowym

Tadeusz Kosztolowicz

Charakter procesu dyfuzji określa zależność od czasu (t) średniego kwadratu przesunięcia dyfundującej cząsteczki $\langle x^2 \rangle$. Jeśli $\langle x^2 \rangle \propto t^\alpha$ i $\alpha = 1/2$ to mamy do czynienia ze zwykłą dyfuzją gaussowską. Jeśli natomiast $\alpha \neq 1/2$ mówimy o dyfuzji anomalnej, o superdyfuzji ($\alpha > 1/2$) lub subdyfuzji ($\alpha < 1/2$). Dyfuzja anomalna jest obecnie jednym z najbardziej intensywnie badanych procesów w fizyce statystycznej, zarówno od strony eksperymentalnej, jak i teoretycznej. Brak jednak danych w literaturze światowej dotyczących dyfuzji anomalnej w układach membranowych. Wstępne wyniki badań doświadczalnych wskazują, iż dyfuzja anomalna (superdyfuzja) ma miejsce w takich układach (nawet w przypadku, w którym po usunięciu z układu membrany zachodzić będzie zwykła, „gaussowska” dyfuzja). Z przeprowadzonych zaś obliczeń teoretycznych wynika, iż dyfuzję anomalną (subdyfuzję) można jakby sztucznie wywołać w obszarach, w których zwykle ma miejsce „gaussowska” dyfuzja, poprzez umieszczenie w ich sąsiedztwie ośrodka porowatego (zjawisko to nazwane zostało indukowaną dyfuzją anomalną).

Teoretyczny opis dyfuzji anomalnej można przeprowadzić przy wykorzystaniu równania z ułamkowymi pochodnymi. W ramach prowadzonych badań znaleziono funkcje Greena dla układu membranowego, rozwiązując takie właśnie równanie. Rozważono przy tym dwie różne postaci warunku brzegowego na membranie. A mianowicie, założono że:

- 1) strumień dyfundującej substancji, przepływający przez cienką membranę jest proporcjonalny do różnicy stężeń na membranie;
- 2) stosunek stężeń po obu stronach membrany jest stały w czasie.

W prezentowanych badaniach wykorzystywano także odmienną metodę obliczania funkcji Green'a dla ciągłego układu membranowego, polegająca na wyznaczeniu funkcji Green'a dla układu z dyskretnym czasem i zmienną przestrzenną, a następnie dokonaniu przejścia granicznego do ciągłych zmiennych. Przejście od czasu dyskretnego do ciągłego realizowane jest przy założeniu, iż średni czas oczekiwania cząsteczki na przeskok jest nieskończony (dla subdyfuzji) lub przy wykorzystaniu czasu operacyjnego (dla superdyfuzji). Problemem wymagającym szczegółowych badań jest realizacja przejścia granicznego od dyskretnej do ciągłej zmiennej przestrzennej, a w szczególności określenie zależności współczynnika przepuszczalności membrany od średniej długości skoku cząsteczki. Oczekuje się, iż weryfikacja badanych modeli teoretycznych, a zwłaszcza ustalenie właściwego warunku brzegowego na membranie, zostanie dokonana na drodze eksperymentalnej, w oparciu o wyniki otrzymane przez K. Dworeckiego i S. Wąsika.

Rozwinięcie optymalizowane

Anna Okopińska

Opracowano rozwinięcie optymalizowane (RO) dla działania efektywnego w teorii pól kwantowych, które stanowi nieperturbacyjną metodę przybliżeń dla różnych zagadnień fizycznych. Najniższe przybliżenie jest samozgodne i zawiera przybliżenie Hartree-Focka-Bogolubowa oraz przybliżenie faz przypadkowych. Wyższe rzędy RO pozwalają w sposób systematyczny wyznaczać poprawki do tego przybliżenia. Metoda ta może być również stosowana w termodynamice do wyznaczania potencjału efektywnego przy temperaturze różnej od zera.

Przebadano skalarną teorię pola ze sprzężeniem czterocząstkowym z grupą symetrii $O(N)$. Teoria ta przy $N=4$ daje model sigma, który ma zastosowanie jako efektywna teoria silnych oddziaływań. Przy $N=2$ uzyskuje się model wielocząstkowego układu bozonów, którego nierelatywistyczna wersja opisuje zjawisko kondensacji Bosego-Einsteina w gazach atomowych i nadciekłym He4.

Wyznaczono również działanie efektywne w $O(N)$ symetrycznej relatywistycznej teorii pola w pierwszym rzędzie RO. W modelu sigma uzyskano zrenormalizowany potencjał efektywny przy różnej od zera temperaturze, który jest podobny do otrzymanego przy użyciu metody operatorów złożonych. Zbadano także zależność potencjału efektywnego od potencjału chemicznego, wykazując że symetria może być łamana spontanicznie tylko przy różnym od zera potencjale chemicznym.

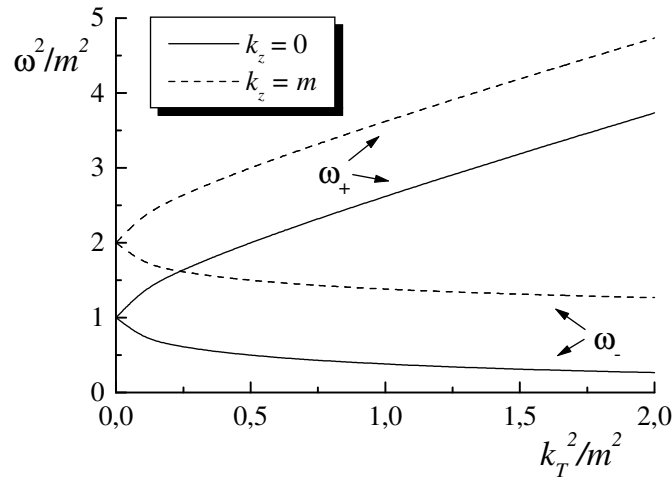
Przybliżenie uzyskane w pierwszym rzędzie RO zachowuje symetrie relatywistycznej teorii $O(N)$ i spełnione jest twierdzenie Goldstone'a, zarówno przy zerowej, jak i różnej od zera temperaturze. Świadczy to o samozgodności rozważanego przybliżenia. Wykazano, że również dla teorii nierelatywistycznej analogiczne przybliżenie jest samozgodne i spełnione jest twierdzenie Hughenholza-Pinesa. Rokuje to nadzieję, że metoda RO dla nierelatywistycznej teorii $O(2)$ dostarczy dobrego opisu kondensacji Bosego-Einsteina cząstek oddziałujących. Zagadnienie to jest przedmiotem dalszych badań

RO stanowi również bardzo skuteczną metodę obliczeń przybliżonych w mechanice kwantowej oraz mechanice statystycznej. W formalizmie czasu urojonego sformułowano metodę przybliżeń dla macierzy gęstości i gęstości prawdopodobieństwa. Metodę tę zastosowano do znajdowania przybliżonych rozwiązań równania Fokkera-Plancka. Rezultaty uzyskane w pierwszym rzędzie RO dla zagadnienia dyfuzji w bistabilnym potencjale dobrze zgadzają się z wynikami dokładnymi w szerokim zakresie parametrów układu. Zasadniczą zaletą metody jest jednolity opis całego procesu dochodzenia do równowagi, podczas gdy inne metody dzielą ewolucję na kilka etapów i w każdym z nich stosują różne metody przybliżeń. RO stanowi nową metodę badania procesów stochastycznych, przy czym możliwość obliczania poprawek w sposób systematyczny pozwala na ocenę dokładności uzyskanych przybliżeń. Obecnie we współpracy z grupą prof. H. Kleinerta z Freie Universitat w Berlinie prowadzone są prace nad zastosowaniem RO do opisu procesów stochastycznych pod wpływem siły zależnej od czasu. Pozwoli to rozważyć zagadnienie rezonansu stochastycznego.

Kwazikwarki w anizotropowej plazmie kwarkowo-gluonowej

Stanisław Mrówczyński

W układzie wielu ciał cząstki na skutek oddziaływania z ośrodkiem zmieniają swoje własności - zmienia się ich masa, czy ogólniej związek dyspersyjny, a więc zależność funkcyjna energii od pędu. Mówimy wówczas, że w układzie występują nie cząstki, lecz kwazicząstki. W ciągu ostatnich dwóch dekad wiele wysiłku włożono w poznanie natury wzbudzeń kwazicząstkowych w plazmie kwarkowo-gluonowej. Większość badań koncentrowała się na plazmie znajdującej w stanie równowagi termodynamicznej. Stosunkowo niewiele natomiast wiadomo o nierównowagowym układzie kwarków i gluonów, a szczególnie wtedy, gdy rozkład pędu w owym układzie jest nieizotropowy.



Energia dwóch modów kwazikwarkowych ω_+ i ω_- jako funkcja pędu poprzecznego w stosunku do kierunku do wiązki k_T dla dwóch wartości pędu podłużnego; m jest masą kwazikwarku.

W naszych wcześniejszych pracach wykazano, że w przypadku układu o silnie wydłużonym rozkładzie pędu - tak jak to ma miejsce we wczesnej fazie zderzenia jąder atomowych przy wysokiej energii - pewne wzbudzenia kwazigluonowe, zwane też plazmonami, stają się niestabilne. Oznacza to, że amplituda wzbudzenia lub też, w języku kwantowym, liczba kwazicząstek nie zanika, lecz eksponencjalnie rośnie w czasie. Pojawienie się niestabilnych modów istotnie zwykle wpływa na ewolucję czasową układu. Skoro w układzie anizotropowym istnieją niestabilne mody gluonowe, można by przypuszczać, że niestabilnymi mogą być również kwazikwarki. W celu wyjaśnienia tej kwestii wyliczono energię własną kwarku w układzie z anizotropowym rozkładem pędu partonów, a następnie przeanalizowano odpowiednią relację dyspersyjną. Wykazano, że nawet w przypadku maksymalnie anizotropowego układu, a więc takiego, w którym mamy dwie przeciwbieżne wiązki partonów, widmo kwazikwarków jest stabilne. Związek energii z pędem kwazikwarku w takim układzie ilustruje rysunek. Co więcej, okazało się, że własności kwazikwarków w układach anizotropowych i izotropowych są całkiem podobne. Jest to fakt o tyle zaskakujący, że, jak już wspomnieliśmy, w przypadku gluonów wprowadzenie anizotropii do rozkładu pędowego dramatycznie zmienia charakter wzbudzeń.

Fluktuacje pędu poprzecznego w zderzeniach jąder atomowych przy wysokich energiach

R. Korus, St. Mrówczyński, M. Rybczyński i Z. Włodarczyk

W oddziaływaniach jąder atomowych przy wysokich energiach produkowane są setki, a nawet tysiące cząstek, głównie pionów. Ponieważ współczesne układy detekcyjne służące do badania tych oddziaływań pozwalają na rejestrację, identyfikację i pomiar pędu wielu cząstek, pochodzących z danego zderzenia, można badać jak zmieniają się pewne wielkości, w szczególności pędy poprzeczne (p_T), od zderzenia do zderzenia. Fizyka statystyczna poucza zaś nas, że wielkość owych fluktuacji niesie informację o dynamice układu.

W serii naszych prac analizowano źródła obserwowanych fluktuacji pędu poprzecznego w zderzeniach jąder atomowych i w zderzeniach protonów. Ustalono, że przypuszczalnym mechanizmem odpowiedzialnym za fluktuacje p_T jest zmieniające się nachylenie rozkładu pędu poprzecznego. Ponieważ w modelu statystycznym zderzeń jądrowych owo nachylenie jest określone przez temperaturę układu, można powiedzieć, że właśnie fluktuacje temperatury prowadzą do fluktuacji p_T . Sformułowanie to należy jednak traktować raczej umownie, gdyż sens pojęcia fluktuacji temperatury występujący na gruncie termodynamiki jest nieco inny.

Wielkość fluktuacji p_T obserwowanych doświadczalnie w wysoko-energetycznych zderzeniach jąder atomowych jest określana za pomocą tzw. miary Φ . Wielkość ta jest równa zeru, jeżeli cząstki w poszczególnych zderzeniach są całkowicie niezależne od siebie. Co niezwykle również ważne, miara Φ nie zależy od liczby źródeł cząstek, a zatem i od krotności cząstek, jeśli te źródła są od siebie niezależne. Sprawia to, że Φ przyjmuje ściśle tę samą wartość dla zderzenia nukleon-nukleon i zderzenia jądro-jądro o dowolnej centralności, jeśli to drugie jest prostą superpozycją pierwszych. A zatem, Φ jest „ślepa” na szum statystyczny i „ślepa” na stopień centralności zderzenia.

Obliczono miarę Φ , opisującą fluktuacje pędu poprzecznego, odpowiadającą sytuacji, w której od zderzenia do zderzenia zmienia się temperatura (T) źródła cząstek. W przypadku, gdy rozkład krotności cząstek (N) podlega rozkładowi Poissona, znaleziono zaskakująco prostą relację:

$$\Phi(p_T) = \sqrt{2} \langle N \rangle \frac{\langle T^2 \rangle - \langle T \rangle^2}{\langle T \rangle},$$

zgodnie z którą Φ jest proporcjonalna do średniej liczby rejestrowanych cząstek i wariancji temperatury. Skonfrontowano wyniki teoretycznych obliczeń z istniejącymi danymi doświadczalnymi, sformułowano szereg przewidywań. Opracowano metodę badania fluktuacji temperatury, która pozwoli jednoznacznie rozstrzygnąć, czy obserwowane fluktuacji pędu poprzecznego są rzeczywiście wynikiem zmian temperatury.

ZAKŁAD DYDAKTYKI FIZYKI

Skład osobowy

Dr Artur Bojara, mgr Małgorzata Wysocka-Kunisz, mgr Edward Dąbrowski,
mgr Anna Kowalczyk, mgr Andrzej Drogosz

Tematyka badawcza

Zakład zajmuje się problematyką dotyczącą kształcenia nauczycieli w związku z realizowaną reformą systemu edukacji w Polsce; prowadzi badania zmian zasobu pojęć z fizyki u uczniów różnych typów szkół; opracowuje techniki wykorzystania komputerów w nauczaniu fizyki.

Zakład dysponuje następującą aparaturą:

Zestawy do demonstracji podstawowych zjawisk fizycznych.

PUBLIKACJE

Artykuły naukowe

1. K. Anderson, D. Hanstorp, A. Neau, S. Rosén, H. Schmidt, J. Semaniak, R. Thomas, M. Larsson, A. Le Padellec, F. Österdahl, H. Danared, and A. Källberg,
Electron impact single detachment (EISD) on the F⁻ ions using the heavy ion storage ring CRYRING: cross section determination
The European Physical Journal **13**, 323 (2001)
2. R. Peverall, S. Rosén, J. R. Peterson, M. Larsson, A. Al-Khalili, L. Viktor, J. Semaniak, R. Bobbenkamp, A. Le Padellec and W. J. van der Zande
Dissociative Recombination and Excitation of O₂⁺: Cross Sections, Product Yields and Implications for studies of the Upper Atmospheric Airglows,
Journal of Chemical Physics **15**, 6679 (2001)
3. J. Semaniak, B. F. Minaev, A. M. Derkach, F. Hellberg, A. Neau, S. Rosén, R. Thomas, M. Larsson, H. Danared, M. af Ugglas,
Dissociative recombination of HCNH⁺; absolute cross sections and branching ratios
The Astrophysical Journal Supplement Series **135**, 275 (2001)
4. A. Le Padellec, N. Djurić, A. Al. Khalili, H. Danared, A. M. Derkach, A. Neau, D. B. Popović, S. Rosén, J. Semaniak, R. Thomas, M. af Ugglas, W. Zong, M. Larsson
Resonant ion pair formation in the recombination of NO⁺ with electrons: cross section determination
Physical Review A **64**, 012702 (2001)
5. A. Le Padellec, K. Anderson, D. Hanstorp, A. Neau, S. Rosén, H. Schmidt, R. Thomas, M. Larsson, J. Semaniak, D. J. Pegg, F. Österdahl, H. Danared, and A. Källberg
Electron scattering on CN
Physica Scripta, **64**, 467 (2001)
6. M. Pajek, D. Banæ, D. Castella, D. Corminboeuf, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, P.A. Raboud, D. Chmielewska, I. Fijał, M. Jaskóła, A. Korman, T. Ludziejewski, J. Rządziejewicz, Z. Sujkowski, J. Hoszowska, M. Polasik and T. Mukoyama
High-resolution measurements of Th and U Lγx-rays induced by energetic O ions
Physica Scripta **T92**, 382 (2001)
7. M. Tokman, P. Glans, E. Lindroth, R. Schuch, M. Björkhage, H. Danared, A. Källberg, M. Pajek and L.-O. Norlin
Towards a Determination of QED Effects in Cu-like Pb Recombination Resonances Near Threshold
Physica Scripta **T92**, 406 (2001)

8. A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska, S. Mrówczyński and M. Pajek
Influence of Detection Limit on the Measured Concentration Distribution of Trace Elements
X-Ray Spectrom. **30**, 348 (2001)
9. A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska, S. Mrówczyński and M. Pajek
Determination of concentration distribution of trace elements near the detection limit
Spectrochimica Acta **B56**, 2037 (2001)
10. U. Majewska, J. Braziewicz, D. Banaś, A. Kubala-Kukuś, A. Kucharzewski, M. Waler, S. Gózdź, J. Wudarczyk
Zn concentration in thyroid tissue and whole blood of women with different diseases of thyroid
Biological Trace Element Research **80**, 193 (2001)
11. K. Dworecki, T. Hasegawa, K. Sudlitz, A. Ślęzak and S. Wąsik
Modification of electrical properties of polymer membrane by ion implantation (II)
Nuclear Instruments and Methods **B185**, 61 (2001)
12. M. Kargol, G. Suchanek and A. Kargol
Modification and quantitative analysis of the Münch model in the integrated system of water translocation in plants
General Physiology and Biophysics **20**, 191 (2001)
13. M. Kargol, A. Kargol and S. Przystalski
Studies on the structural properties of porous membranes: measurement of linear dimensions of solutes
Biophysical Chemistry, **91**, 263 (2001)
14. T. Kosztołowicz
Random walk in a discrete and continuous system with a thin membrane
Physica **A298**, 285 (2001)
15. T. Kosztołowicz
Diffusion in a membrane system
Acta Physica Polonica **B32**, 373 (2001)
16. T. Kosztołowicz and St. Mrówczyński
Membrane boundary condition
Acta Physica Polonica **B32**, 217 (2001).
17. R. Korus and St. Mrówczyński
 p_T fluctuations in high-energy p-p and A-A collisions
Physical Review **C64**, 054906 (2001).

18. R. Korus, St. Mrówczyński, M. Rybczyński, and Z. Włodarczyk
Transverse momentum fluctuations due to temperature variation in high-energy nuclear collisions,
Physical Review **C64**, 054908 (2001)
19. O.V. Utyuzh, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Limitations of the Φ measure of fluctuations in event-by-event analysis
Physical Review **C 64**, 027901 (2001)
- 20 O.V. Utyuzh, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Numerical modeling of Bose-Einstein correlations,
Physics Letters **B 522**, 273 (2001)
21. G. Wilk and Z. Włodarczyk
Non-exponential decays and nonextensivity
Physics Letters **A 290**, 55 (2001)
22. M. Rybczyński, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Self-organized criticality in atmospheric cascades
Nuclear Physics **B (Proc. Suppl.) 97**, 81 (2001)
23. M. Rybczyński, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Muons from strangelets
Nuclear Physics **B (Proc. Suppl.) 97**, 85 (2001)
24. A.L.S. Angelis (Z. Włodarczyk) et al.
Castor: Centauro and strange object research in nucleus-nucleus collision at the LHC
Nuclear Physics **B (Proc. Suppl.) 97**, 227 (2001)
25. A.L.S. Angelis (Z. Włodarczyk) et al.
The energy deposition pattern, as the unconventional strangelet signature and its relevance to the CASTOR calorimeter,
Nuovo Cimmento **C 24**, 755 (2001)
26. M. Rybczyński, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Strangelets at Chacaltaya
Nuovo Cimmento **C 24**, 645 (2001)
27. A. Navarra, O.U. Utyuzh, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Violation of the Feynman scaling law as manifestation of nonextensivity,
Nuovo Cimmento **C 24** 725 (2001)
28. P. Flin
The anisotropy of galaxy orientation in the Coma/A1367 supercluster
Monthly Notices of Royal Astronomical Society **325**, 49 (2001)

29. M.M. Aggarwal (G. Stefanek) et al.
Scaling of particle and transverse energy production in $^{208}\text{Pb}+^{208}\text{Pb}$ collisions at 158 AGeV/c
European Physical Journal **C18**, 651 (2001)
30. M.M. Aggarwal (G. Stefanek) et al.
Localized charged-neutral fluctuations in 158A GeV Pb+Pb collisions
Physical Review **C64**, 011901 (2001)
31. M. Rybczyński and Z. Włodarczyk
Can Indirect Observations Provide Sign of Strangelets
Proceedings of the 27th International Co-smic Ray Conference
Hamburg, vol. 4, p. 1529 (2001)
32. O.V. Utyuzh, G. Wilk and Z. Włodarczyk
Bose-Einstein correlations in cascade processes and non-extensive statistics
Proceedings of the XXX International Symposium on Multiparticle Dynamics
"From e^+e^- to Heavy Ion Collisions", Tihany (Hungary) 9-15 October 2000,
eds. T.Csorgo, S.Hegyí and W.Kittel, World Scientific, Singapore, p. 373 (2001)
33. G. Wilk and Z. Włodarczyk
Imprints of nonextensivity in multiparticle production
Proceedings of the 6-th International Workshop on Relativistic Aspects of Nuclear
Physics, Caraguatatuba, Sao Paulo (Brasil) 17-20 October 2000,
eds. T.Kodama, C.E.Aguiar, H.T.Elze, F.Grassi, Y.Hama and G.Krein,
World Scientific, Singapore, p. 78 (2001)
34. P. Flin and J. Krywult
The subclustering in rich and poor cD clusters of galaxies
Kinematics and Physics of Celestial Bodies Suppl. Ser. 2000, No 3
"Astronomy in Ukraine - 2000 and Beyond (Impact of International Cooperation)"
ed. Ya. S. Yatskiv, p. 151 (2001)
35. J. Semaniak
Dissociative recombination in ion storage rings,
rozprawa habilitacyjna, Wydawnictwo Akademii Świętokrzyskiej, 2001

Podręczniki i skrypty

1. M. Mularczyk, L. Nowak, B. Potocka, J. Semaniak
Człowiek w środowisku przyrodniczym. Ziemia planetą życia, Podręcznik, Przyroda 5
MAC S.A., Kielce 2001, Numer dopuszczenia: 73/01
2. M. Mularczyk, L. Nowak, B. Potocka, J. Semaniak
Człowiek w środowisku przyrodniczym. Ziemia planetą życia, Przyroda 5, Ćwiczenia 1
MAC S.A., Kielce 2001
3. M. Mularczyk, L. Nowak, B. Potocka, J. Semaniak
Człowiek w środowisku przyrodniczym. Ziemia planetą życia, Przyroda 5, Ćwiczenia 2
MAC S.A., Kielce 2001
4. M. Mularczyk, L. Nowak, B. Potocka, J. Semaniak
Człowiek w środowisku przyrodniczym. Ziemia planetą życia, Przewodnik metodyczny dla nauczycieli, Klasa 5, Część 1
MAC S.A., Kielce 2001

Artykuły popularno-naukowe

1. St. Mrówczyński, *Błysk szybszy niż światło*, Delta 1, 2001
2. St. Mrówczyński, *Kosmiczne zmarszczki*, POLITYKA 1, 6 I 2001
3. St. Mrówczyński, *Żelazna pustynia*, POLITYKA 7, 17 II 2001
4. St. Mrówczyński, *Koniec inteligentnego idioty*, POLITYKA 14, 7 IV 2001
5. St. Mrówczyński, *Plama dekady*, POLITYKA 16, 21 IV 2001
6. St. Mrówczyński, *Gość z zamrażarki*, POLITYKA 23, 9 VI 2001
7. St. Mrówczyński, *Chemia w 17 sekund*, Delta 6, 2001
8. St. Mrówczyński, *Długo po tańcach w Zurichu*, POLITYKA 30, 28 VII 2001
9. St. Mrówczyński, *Nadmiar wymiarów*, POLITYKA 48, 1 XII 2001

UDZIAŁ W KONFERENCJACH

1. M.Rybczyński, G.Wilk and Z.Włodarczyk
Can cosmic rays provide sign of strangelets
XXVII Mazurian Lakes School of Physics
2-9 September, Krzyże, Poland
2. St. Mrówczyński
Plasma instabilities at RHIC and LHC
Internationale Universitätswochen für Theoretische Physik
4-9 March, Schladming, Austria
3. St. Mrówczyński
Event-by-event p_T fluctuations
International Workshop on the Physics of the Quark-Gluon Plasma
4-7 September, Paris, France
4. M. Kucharzewski, J. Waler, J. Braziewicz, U. Majewska and K. Zwirska-Korczała
Czy leptyna, cynk i miedź mogą być markerami w raku tarczycy
X Jubileuszowe Sympozjum Sekcji Chirurgii Endokrynologicznej Polskiego Towarzystwa Endokrynologicznego
20-22 czerwca, Łódź
5. I. Fijał, M. Jaskóła, A. Korman, T. Czyżewski, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska, W. Kretschmer, S. Chojnacki
An X-ray method for identification of the atomic number of the accelerated heavy ion beams
XXVII Mazurian Lakes School of Physics
2-9 September, Krzyże, Poland
6. J.-Cl. Dousse, D. Banaś, D. Castella, D. Chmielewska, D. Corminboeuf, I. Fijał, J. Hoszowska, M. Jaskóła, A. Korman, T. Ludziejewski, Y.-P. Maillard, O. Mauron, M. Pajek, M. Polasik P.A. Raboud, J. Rzakiewicz, and Z. Sujkowski
High-resolution study of thorium and uranium L-x-ray spectra induced by impact of fast oxygen ions
7th European Conference on Atomic and Molecular Physics
2-6 April, Berlin, Germany
7. A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska and M. Pajek
Concentration distribution of trace elements: from normal distribution to Lévy flights
16th International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis
2-6 July, Vienna, Austria

8. A. Kubala-Kukuś, D. Banaś, J. Braziewicz, U. Majewska and M. Pajek
Comparative study of trace element contents in human full-term placenta and fetal membranes by total-reflection X-ray fluorescence
16th International Conference on X-Ray Optics and Microanalysis
 2-6 July, Vienna, Austria

9. D. Banaś, M. Breset, D. Chmielewska, M. Czarnota, J.-Cl. Dousse, J. Hoszowska, Y.-P. Maillard, O. Mauron, T. Mukoyama, M. Pajek, M. Polasik, P.A. Raboud, J. Rzakiewicz, and Z. Sujkowski
High-resolution study of L- and M-X-ray satellites excited in collisions of 360-MeV oxygen ions with heavy atoms
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA

10. J. Rzakiewicz, D. Chmielewska, T. Ludziejewski, Z. Sujkowski, D. Castella, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, P.A. Raboud, J. Hoszowska, M. Polasik and M. Pajek
M-(sub) shell ionisation in collisions of carbon ions with palladium
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA

11. J. Rzakiewicz, D. Chmielewska, Z. Sujkowski, M. Breset, J.-Cl. Dousse, Y.-P. Maillard, O. Mauron, P.A. Raboud, J. Hoszowska, M. Polasik and M. Pajek
Effect of L- and M-subshell ionisation on the K-x-ray diagram and hypersatellite lines of cadmium
XXVII Mazurian Lakes School of Physics
 2-9 September, Krzyże, Poland

12. T. Kosztolowicz
Anomalous diffusion in a system with a partially permeable wall
XIV Marian Smoluchowski Symposium on Statistical Physics: Fundamentals and Applications
 September, Zakopane, Poland,

13. T. Kosztolowicz
Anomalous diffusion in a membrane system
International Conference, Physics of Liquid Matter: Modern Problems
 14-19 September, Kiev, Ukraine

14. K. Dworecki and S. Wąsik
 Mechanisms of mass transport in the membrane -solution interface
International Conference, Physics of Liquid Matter: Modern Problems
 14-19 September, Kiev, Ukraine

15. E. Kwaśniewicz
Boson mapping of fermion systems: application to selected Nuclei
International meeting to mark the 60th birthday of Francesco Catara
 27-28 September, Catania, Italy

16. J. Semaniak, B. Minaev, A. M. Derkatch, A. Neau, F. Hellberg, S. Rosen, R. Thomas, M. Larsson, H. Danared, A. Paal, and M. Af Ugglas
Dissociative recombination of HCNH^+ : absolute cross sections and branching ratios
7th European Conference on Atomic and Molecular Physics
 2-6 April, Berlin, Germany
17. N. Djurić, B. Popović, G. H. Dunn, A. Al. Khalili, H. Danared, A. M. Derkatch, A. Neau, D. S. Rosén, J. Semaniak, R. Thomas, A. Le Padellec, M. af Ugglas, W. Zong, M. Larsson
Resonant ion pair formation in electron collisions with HD^+ , H_3^+ and NO^+
7th European Conference on Atomic and Molecular Physics
 2-6 April, Berlin, Germany
18. A. Le Padellec, N. Djurić, A. Al Khalili, H. Danared, A. M. Derkatch, A. Neau, D. B. Popović, S. Rosen, J. Semaniak, R. Thomas, M. af Ugglas, W. Zong, and M. Larsson
Resonant ion pair formation in the recombination of NO^+ with electrons: cross section determination
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA
19. J. Semaniak, B. Minaev, A. M. Derkatch, A. Neau, F. Hellberg, S. Rosen, R. Thomas, M. Larsson, H. Danared, A. Paal, and M. Af Ugglas
Dissociative recombination of HCNH^+ : absolute cross sections and branching ratios
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA
20. A. Neau, H. Danared, A. M. Derkatch, N. Djurić, D. B. Popović, S. Rosen, J. Semaniak, R. Thomas, M. af Ugglas, M. Larsson, and G. H. Dunn
Absolute cross sections for resonant ion-pair formation of HD^+ and H_3^+ and dissociative recombination of H_3^+
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA
21. K. Anderson, D. Hanstorp, A. Neau, S. Rosen, H. Schmidt, J. Semaniak, R. Thomas, M. Larsson, F. Hellberg, A. Le Padellec, and D. J. Pegg
Electron scattering of negative ions in a storage ring
22nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions
 18-24 July, Santa Fe, New Mexico, USA

SEMINARIA

Seminaria w Instytucie

3 styczeń

Prof. Stanisław Mrówczyński

Fizyka tenisowej rakiety

17 styczeń

Dr hab. Janusz Braziewicz

Katastrofy kosmiczne

24 styczeń

Dr Jacek Semaniak

Dysocjacja jonów molekularnych w zderzeniach z elektronami swobodnymi

21 marzec

Dr hab. Andrzej Wójcik

Instytut Biologii, Akademia Świętokrzyska

Dozymetria biologiczna

4 kwiecień

Mgr Robert Korus

Fluktuacje pędu poprzecznego w zderzeniach jądrowych przy wysokich energiach

18 kwiecień

Dr Krzysztof Rejmer

Instytut Fizyki Teoretycznej, Uniwersytet Warszawski

Zwilżanie – powierzchniowa przemiana fazowa

25 kwiecień

Dr Waldemar Urban

Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski

Spektroskopia jąder neutrono-nadmiarowych i nukleosynteza

9 maj

Dr Grzegorz Stefanek

Korelacje wielocząstkowe w wysokoenergetycznych zderzeniach ciężkich jonów

16 maj

Prezentacje fizycznych pomocy dydaktycznych firmy Leybold Didactic

23 maj

Dr Richard Thomas

Stockholm University

Investigating the three-body fragmentation dynamics of simple polyatomic molecules via dissociative recombination

30 maj
Dr Sławomir Wąsik
Transport w układzie membranowym

13 czerwiec
Dr Krzysztof Sudlitz
Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Warszawa
Wiązki wysokaładowane – nowe narzędzie badawcze

10 październik
Dr Dariusz Banaś
Badanie procesów wielokrotnej jonizacji w zderzeniach jonów O, Si, S z atomami

17 październik
Dr hab. Stanisław Głazek
Instytut Fizyki Teoretycznej, Uniwersytet Warszawski
Kwantowa teoria odstępstw od zasady asymptotycznego dochodzenia do prawdy absolutnej

24 październik
Mgr Aldona Kubala-Kukuś
Badanie koncentracji pierwiastków śladowych metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej

21 listopad
Dr hab. Ryszard Kutner
Instytut Fizyki Doświadczanej, Uniwersytet Warszawski
Niegaussowskie procesy stochastyczne

5 grudzień
Mgr Janusz Krywult
Metody konstruowania katalogów na podstawie Digitized Sky Survey

12 grudzień
Dr hab. Marek Pajek
Czy rozkład normalny jest normalny?

Seminaria poza Instytutem

Dr hab. Z. Włodarczyk
Strangelets and Cosmic Rays
National Academy of Science, La Paz, Bolivia
sierpień

Dr hab. Z. Włodarczyk
Non-extensive Statistics
National Academy of Science, La Paz, Bolivia
sierpień

Dr hab. Z. Włodarczyk
Fractality and High Energy Interactions
National Academy of Science, La Paz, Bolivia
sierpień

Dr hab. A. Okopińska
Non-perturbative approximations to generating functionals in quantum field theory
Institute of Physics, Yonsei University, Seoul, Korea
wrzesień

Dr hab. A. Okopińska
Optimized expansion for the effective action
Institute of Physics, Yonsei University, Seoul, Korea
wrzesień

Dr hab. A. Okopińska
Optimized expansion for density matrix.
Institute of Physics, Yonsei University, Seoul, Korea
wrzesień

Dr hab. A. Okopińska
Optimized expansion for stochastic processes.
Institute of Physics, Yonsei University, Seoul, Korea
wrzesień

Prof. dr hab. St. Mrówczyński
Plazma kwarkowo-gluonowa
Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski
listopad

Prof. dr hab. St. Mrówczyński
Event-by-event p_T fluctuations
CERN, Geneva, Switzerland
czerwiec

Dr hab. E. Kwaśniewicz

Structure of Even and Odd-A $1p0f$ -Shell Nuclei in the Collective Pair Approximation

Dipartimento di Fisica, Università di Catania, Catania, Italy

październik

Dr J. Semaniak

Dysocjacja jonów molekularnych w zderzeniach z elektronami swobodnymi,

Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytet Warszawski, Warszawa

WYJAZDY ZAGRANICZNE (niekonferencyjne)

1. Dr hab. Z. Włodarczyk - National Academy of Science, Research and Advacement in Science and Technology Center, La Paz, Bolivia
10-23 sierpień
2. Dr hab. A. Okopińska - Instytut Fizyki, Rijksuniversitat w Gandawie, Belgia
25 - 28 styczeń
3. Dr hab. A. Okopińska - Instytut Fizyki Teoretycznej, Freie Universitat w Berlinie, Niemcy
1-30 lipiec
4. Dr hab. A. Okopińska - Instytut Fizyki Teoretycznej, Freie Universitat w Berlinie, Niemcy
17 październik -16 listopad
5. Dr hab. A. Okopińska - Instytut Fizyki Yonsei University w Seulu, Korea Pd.
18 wrzesień - 2 październik
6. Dr hab. Kwaśniewicz - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Catania, Italia
25 wrzesień - 25 październik
7. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
12 luty - 21 luty
7. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
12 luty - 21 luty
8. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
15 - 21 kwiecień
9. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
5 - 18 czerwiec
10. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
19 sierpień - 12 wrzesień
11. Dr J. Semaniak - Departament Fizyki Molekularnej, Uniwersytet Sztokholmski, Szwecja
9 - 16 grudzień
12. Mgr M. Czarnota - Instytut Paula Scherrera (PSI), Villigen, Szwajcaria
3 - 14 maj
13. Mgr M. Czarnota - Instytut Paula Scherrera (PSI), Villigen, Szwajcaria
3 - 11 sierpień
14. Mgr M. Czarnota - Uniwersytet we Fryburgu, Fryburg, Szwajcaria
11 sierpień - 7 wrzesień

15. Dr hab M. Pajek - Instytut Paula Scherrera (PSI), Villigen i Uniwersytet w Basel,
Szwajcaria
13 -20 styczeń
16. Dr hab M. Pajek - Instytut Paula Scherrera (PSI), Villigen i Uniwersytet w Basel,
Szwajcaria
2 -13 maj
17. Dr hab M. Pajek - Instytut Paula Scherrera (PSI), Villigen i Uniwersytet w Basel,
Szwajcaria
3 -11 sierpień
18. Dr hab.P. Flin - Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych, Dubna, Rosja
styczeń - lipiec

ADRESY ELEKTRONICZNE

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

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Banaś Dariusz | badan |
| Bojara Artur | bojara |
| Braziewicz Ewa | ebr |
| Braziewicz Janusz | braziew |
| Chojnacki Sławomir | schojn |
| Dąbrowski Edward | dab |
| Detka Marek | mdetka |
| Dworecki Kazimierz | dworecki |
| Robert Korus | korus |
| Flin Piotr | flin |
| Kargol Marian | kargol |
| Korus Robert | korus |
| Koszołowicz Tadeusz | tkoszt |
| Krywult Janusz | krywult |
| Kubala-Kukuś Aldona | akuku |
| Kwaśniewicz Edward | edkwa |
| Majewska Urszula | majewska |
| Markowski Adam | amar |
| Pajek Marek | pajek |
| Sarnot Katarzyna | sarnot |
| Semaniak Jacek | jacek |
| Sornat Wiesław | sornat |
| Suchanek Grażyna | suchaneg |
| Suchanek Roman | suchanek |
| Stefanek Grzegorz | stefanek |
| Włodarczyk Zbigniew | wlod |
| Wysocka-Kunisz Małgorzata | mkunisz |

Ponadto:

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Stanisław Mrówczyński | mrow@fuw.edu.pl |
| Anna Okopińska | okopin@fuw.edu.pl |