

# Centrum Fizyki Teoretycznej

Polskiej Akademii Nauk

02-668 Warszawa, Al. Lotników 32/46

REGON 000844815

---

tel: 847 09 20, tel/fax: 843 13 69

email: cft@cft.edu.pl

## SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ CENTRUM FIZYKI TEORETYCZNEJ PAN w 1998 roku

Centrum Fizyki Teoretycznej PAN prowadzi działalność naukową w czterech ważnych działach fizyki teoretycznej. Są to:

1. Klasyczna i kwantowa teoria pola,
2. Optyka kwantowa,
3. Klasyczny i kwantowy chaos,
4. Fizyka materii skondensowanej i fizyka statystyczna.

Ponadto rozwijane są zastosowania metod fizyki teoretycznej do nauk biologicznych, medycznych i społecznych oraz hydrodynamika fizyczna.

W 1998 roku Centrum zatrudniało w przeliczeniu na pełne etaty średniorocznie **12** pracowników, w tym **10** pracowników naukowych.

W 1998 roku pracownicy Centrum opublikowali **34** oryginalne prace naukowe (w tym pięć raportów konferencyjnych zamieszczonych w materiałach międzynarodowych konferencji), spośród których **5** artykułów w **Physical Review** i **5** artykułów w **Physical Review Letters**. Ponadto **11** prac jest wysłanych do publikacji lub znajduje się w druku.

Ważnym elementem współpracy naukowej z zagranicą jest udział pracowników Centrum w międzynarodowych sympozjach i konferencjach. W roku 1998 pracownicy Centrum wygłosili **14** referatów plenarnych na międzynarodowych konferencjach naukowych.

W ramach realizacji współpracy w 1998 r. pracownicy Centrum wyjechali na **15** krótkich zagranicznych pobytów naukowych oraz na **4** długoterminowe pobyty naukowych, z których **2** są kontynuowane w 1999 r. W 1998 roku Centrum odwiedziło **13** uczonych zagranicznych.

Bardzo ważnym elementem działalności naukowej Centrum jest udział w funkcjonowaniu Szkoły Nauk Ścisłych, niepaństwowej wyższej uczelni powstałej w **1993** roku z inicjatywy środowiska naukowego Instytutów Wydziału III Polskiej Akademii Nauk. Szkoła ta ma obecnie uprawnienia do nadawania stopnia magistra. Kadra naukowa Centrum prowadzi zajęcia dydaktyczne w tej Szkole, wszyscy profesorowie Centrum wchodzi w skład Senatu Szkoły, a pracownik Centrum Prof. Marek Kuś jest prorektorem Szkoły. Centrum udostępnia studentom Szkoły swoje sale, pracownie i sieci komputerowe, jak również pozwala na korzystanie z wyposażenia pomocniczego, jak biblioteka podręczna, kserograf itp.

Doktorant Centrum **Jarosław Bauer** uzyskał w 1998 roku stopień doktora. Tytuł rozprawy doktorskiej: Przybliżenie silnego pola dla dwuelektronowej jonizacji atomu helu.

### **Ważniejsze wyniki działalności naukowej CFT PAN w 1998 roku**

Działalność naukowa pracowników Centrum realizowana jest w ramach działalności statutowej, w ramach własnych projektów badawczych, finansowanych przez KBN (w **1998** roku funkcjonowało **6** takich projektów badawczych) oraz w ramach wspólnych z zagranicznymi ośrodkami badawczymi projektów badawczych.

Omówienie najważniejszego wyniku naukowego uzyskanego w roku sprawozdawczym:

## Odkrycie stabilizacji kondensatu Bosego-Einsteina poddanego drganiom pułapki

(R. Dum<sup>1,2</sup>, A. Sanpera<sup>1</sup>, K-A. Suominen<sup>3,4</sup>, M. Brewczyk<sup>5</sup>, **M. Kuś**,  
**K. Rzążewski**, M. Lewenstein<sup>1</sup>)

<sup>1</sup>Centre d'Etudes de Saclay, France

<sup>2</sup>Ecole Normale Supérieure, Paris

<sup>3</sup>Helsinki Institute of Physics, Finland

<sup>4</sup>University of Helsinki, Finland

<sup>5</sup>Uniwersytet Białostocki

W 1995 roku, w kilku laboratoriach w USA (JILA, MIT) udało się otrzymać zdegenerowany, kwantowy gaz bozonów zwany kondensatem Bosego-Einsteina. Wykorzystano do tego atomy alkaliczne ochłodzone laserowo i schwyte w pułapkę magnetyczną. Zwiększyło to zainteresowanie badaniem własności tego nowego, makroskopowego, a zarazem kwantowego stanu materii. Zbadano na przykład własności drgań własnych takiego układu w przypadku, gdy częstość pułapki ulega zmianie, a położenie jej centrum nie.

W wyróżnianej pracy rozważono inne zaburzenie polegające na oscylacji centrum pułapki. Jest oczywiste, że jeśli pułapka jest stosunkowo płytka, to takie potrząsanie powinno destabilizować kondensat podobnie, jak to się dzieje z klasycznym płynem w potrząsanym naczyniu. Tymczasem autorzy znali zjawisko stabilizacji atomów ze względu na jonizację bardzo silnym impulsem światła laserowego. Okazuje się, że jeśli częstość potrząsania jest dostatecznie duża, to dla odpowiednio dużej mocy światła, jonizacja ustaje. Jest bliskie pokrewieństwo równań opisujących te z pozoru odległe zjawiska. Wiedzeni tą analogią, autorzy wykazali, że także kondensat potrząsany z wielką częstością i z odpowiednio wielką amplitudą, nie wyleje się z pułapki.

Wydaje się, że przewidziane zjawisko powinno dać się zaobserwować doświadczalnie, ponieważ wszystkie parametry pułapek magnetycznych dają się zmieniać za pomocą zmiany natężenia stosowanych pól magnetycznych. Ponieważ w takiej pułapce istotną rolę odgrywa także pole grawitacyjne Ziemi, to także położenie równowagi pułapki daje się zmieniać.

Praca została opublikowana: R. Dum, A. Sanpera, K-A. Suominen, M. Brewczyk, **M. Kuś**, **K. Rzążewski**, and M. Lewenstein, Wave packet dynamics with Bose-Einstein condensates, **Phys. Rev. Lett.** 80, 3899 (1998).

### Ważniejsze zadania badawcze wykonywane w roku 1998:

#### a) *Lokalizacja fotonów*

Znaleziono stany fotonów maksymalnie zlokalizowanych. Wykazano, iż wbrew powszechnie przyjętym poglądom można skonstruować funkcje falowe opisujące mocno zlokalizowane stany fotonów. Stany te są scharakteryzowane przez malejącą wykładniczo (a nie potęgowo) gęstość prawdopodobieństwa (gęstość energii). Podano proste, jawne wzory opisujące takie funkcje falowe. Udowodniono dalej, że istnieje granica lokalizowalności związana z twierdzeniem Paley-Wienera o zaniku funkcji, której transformata Fouriera ma nośnik ograniczony do półosi rzeczywistej. Wykazano również, że stany wielofotonowe (na przykład stany koherentne pola) nie podlegają ograniczeniom lokalizowalności. Wyniki opublikowano: **I. Białynicki-Birula**, Exponential localization of photons, **Phys. Rev. Lett.** 80, 5247 (1998).

#### b) *Ściśnięte stany pola elektromagnetycznego*

Celem tego zadania było podanie opisu stanów ściśniętych pola elektromagnetycznego oparte na ogólnym, teorio-polowym formalizmie. Udało się przedstawić najogólniejsze stany ściśnięte pola bez dokonywania rozkładu pola elektromagnetycznego na niezależne oscylatory pola (mody pola). W schemacie tym podano nie tylko funkcję falową (funkcjonał pola), ale także funkcję Wignera pola. Przy użyciu tego nowego sformułowania zbadano propagację wielkości charakteryzujących stan ściśnięty pola elektromagnetycznego w czasoprzestrzeni. Wyniki opublikowano: **I. Białynicki-Birula**, Nonstandard introduction to squeezing of the electromagnetic field, *Acta Physica Polonica B* 29, 3569 (1998) oraz **I. Białynicki-Birula**, Propagation of squeezing of the electromagnetic field, in *Frontier Tests of QED and Physics of the Vacuum*, Eds. E.Zavattini, D.Bakalov, and C.Rizzo, Heron Press, Sofia, 1998, p.377.

#### c) *Sformułowanie kwantowej teorii pól z cechowaniem w języku fizycznych obserwabli*

Dla chromodynamiki jedno zapachowej całość funkcjonalną generującą kwantową dynamikę wyrażono w języku niezmienników cechowania teorii. Pojawiły się dwa typy niezmienników: bi-liniowe w polach kwarkowych-antykwarowych (mezony) oraz pewne pole wektorowe, bi-liniowe w polach kwarkowych oraz ich kowariantnych pochodnych. Pole to jest liniowe względem oryginalnego potencjału cechowania i może być traktowane jako pole gluonowe

“ubrane materia” w sposób niezmienniczy względem cechowania. W ten sposób otrzymano kompletną bosonizację teorii. Oddziaływania silne są opisane wysoce nieliniowym działaniem efektywnym, otrzymanym po wycalkowaniu pierwotnych pól kwarkowych i gluonowych w oryginalnej całce Feynmana. Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**, G. Rudolph and M. Rudolph; Effective Bosonic Degrees of Freedom for One-Flavour Chromodynamics, **Ann. Inst. H. Poincare** 68 (1998) 285.

Dla opublikowanego wcześniej przybliżenia dyskretnego (kratowego) elektrodynamiki kwantowej wykazano, że podalgebra algebry obserwabli generowana przez wyrażenia gauge-niezmiennicze wyrażenia biliniowe w polach Diraca jest izomorficzna algebrze obwiedniej algebry Liego  $sl(2N, \mathbb{C})$ , faktoryzowanej przez pewien ideał. Wynik ten polega zatem na znacznym uproszczeniu dowodu podstawowego twierdzenia poprzedniej pracy, opublikowanej w Commun. Math. Phys. w 1997 r. Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**, G. Rudolph and **C. Śliwa**; On the Structure of the Observable Algebra for QED on the Lattice, **Lett. Math. Phys.** 43 (1998) 299.

Skonstruowano przybliżenie sieciowe elektrodynamiki kwantowej na skończonej kratce trójwymiarowej (z ciągłym czasem). Reguły super-wyboru pojawiają się w tej teorii w sposób naturalny jako konsekwencja struktury algebry obserwabli. Znalezione sieciowy hamiltonian teorii i zaproponowano nową strategię rekonstrukcji teorii ciągłej z jej przybliżeń sieciowych. Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**, G. Rudolph; Lattice Approximation of Quantum Electrodynamics, w tomie “New Developments in Quantum Field Theory”, NATO ASI Series B, vol. 366, Editors: P. H. Damgaard, J. Jurkiewicz; Plenum Press, N. Y. and London (1998) 113.

Całka funkcjonalna dla bezmasowego modelu Schwingera w (1+1) wymiarach została wyrażona poprzez lokalne gauge-niezmienniki teorii. Podejście to prowadzi w naturalny sposób do pewnej “reguły bozonizacji” i daje interesujący wgląd w samo zjawisko bozonizacji. Jako zastosowanie pokazano jak łatwo wylicza się w tym podejściu anomalię chiralną teorii. Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**, G. Rudolph and M. Rudolph; Gauge Invariant Formulation and Bosonisation of the Schwinger Model, **Phys. Lett. B** 419 (1998) 285.

d) *Zrenormalizowana klasyczna teoria oddziaływań cząstek i pól*

Znaleziono mechanizm multipolowej polaryzacji naładowanej cząstki Borna - Infelda przez zewnętrzne pole elektromagnetyczne i obliczono współczynnik polaryzowalności. Przeprowadzono dyskusję implikacji fizycznych. Wyniki opublikowano: D. Chuściński, **J. Kijowski**, Generation of multipole moments by external field in Born-Infeld non-linear electrodynamics, **J. Phys. A: Math. Gen.** 31 (1998) 269.

Wychodząc od znalezionego wcześniej, gauge-niezmienniczego lagrangianu dla teorii naładowanej cząstki próbnej poruszającej się w polu elektromagnetycznym, skonstruowano jawnie niezależny formalizm kanoniczny. Odmiennie niż w sformułowaniu tradycyjnym, pęd kanoniczny cząstki w takim sformułowaniu jest jawnie niezależny od cechowania i ma prostą interpretację fizyczną. Wynik ten ilustruje nową metodę wyprowadzania równań ruchu z równań pola w fizyce klasycznej, zaproponowaną wcześniej. Wyniki opublikowano: D. Chruściński, **J. Kijowski**, A Gauge-invariant Hamiltonian Description of the Motion of Charged Test Particles, **Journal of Geometry and Physics** 27, (1998) 49.

Wykazano istnienie i jednoznaczność rozwiązania problemu początkowego dla zaproponowanej przez Prof. Kijowskiego kilka lat temu zrenormalizowanej teorii klasycznej układu złożonego z pola elektromagnetycznego i oddziałujących z nim cząstek punktowych. Twierdzenie to zostało opublikowane w pracy: H. P. Gittel, **J. Kijowski** and E. Zeidler, The relativistic dynamics of the combined particle-field system in nonlinear renormalized electrodynamics, **Comm. Math. Phys.** 198, 711 (1998).

#### *e) Hamiltonowski opis dynamiki pola grawitacyjnego*

Podano nowy opis wariacyjny i wynikający zeń opis kanoniczny układu fizycznego złożonego z pola grawitacyjnego oddziałującego z ośrodkiem ciągłym o charakterze płynu barotropowego. Najważniejszym wynikiem jest możliwość uwzględnienia sytuacji nieciągłych - gdy płyn zajmuje jedynie skończony obszar (z brzegiem) lub gdy wypełnia sobą podrozmaitość mniejszego wymiaru, jak to ma miejsce dla teorii "powłok" (membran) czy strun. Opis takich sytuacji wymagał uwzględnienia -- oprócz całek objętościowych - również nieznanych dotychczas członów powierzchniowych zarówno w Lagrangianie jak i w Hamiltonianie teorii. Wyniki opublikowano: P. Hajicek, **J. Kijowski**, Lagrangian and Hamiltonian Formalism for Discontinuous Fluid and Gravitational Field, **Phys. Rev. D** 57 (1998) 914.

Rozważano układ fizyczny złożony z pola grawitacyjnego oraz powłoki materii pyłowej ("dust shell"). Dla przypadku sferycznie symetrycznego przeprowadzono efektywną redukcję przestrzeni fazowej układu względem więzów Gaussa - Codazzi'ego i generowanych przez nie transformacji cechowania. Wyliczono całkowity hamiltonian układu (numerycznie równy tzw. masie A. D. M.) jako jawną funkcję na tej zredukowanej przestrzeni (tzn. funkcję "prawdziwych stopni

swobody" układu). Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**; "True degrees of freedom" of a spherically symmetric, self-gravitating dust shell, **Acta Phys. Polon. B** 29 (1998) 1001.

Podano nowy opis dynamiki pola grawitacyjnego oddziałującego z materia o własnościach termo-elastycznych. W opisie tym koduje się sześć stopni swobody układu w każdym punkcie (dwa grawitacyjne, trzy mechaniczne i jeden termiczny) wraz z ich sześcioma pędami kanonicznymi w postaci metryki przestrzennej  $q$  oraz tzw. pędu ADM  $P$ . W odróżnieniu od teorii czystej grawitacji, wielkości te nie podlegają żadnym więzom. Wykazano, że Hamiltonian tego układu jest numerycznie równy całkowitej entropii układu. Generuje on pełną dynamikę teorii jeśli zostanie explicite wyrażony w języku powyższych zmiennych kanonicznych. Wykazano, że uzyskana w ten sposób funkcja  $U(q,P)$  musi spełniać układ trzech równań cząstkowych pierwszego rzędu, typu Hamiltona - Jakobi'ego. Równania te są uniwersalne i nie zależą od własności opisywanego materiału termo-elastycznego: jego równanie stanu pojawia się jedynie jako warunek brzegowy dla tych równań. Wykazano, że ten problem brzegowy jest dobrze postawiony. Wreszcie udowodniono, że gdy gęstość materii dąży do zera, wartości funkcji  $U$  dążą do nieskończoności wszędzie poza więzami odpowiadającymi teorii próżniowej. Tak więc kanoniczna teoria czystej grawitacji (Hamiltonian równy zero na więzach) może być traktowana jako granica "głębokich studni potencjału" skoncentrowanych w pobliżu więzów, odpowiadających przypadkowi nieznikającej materii. Ten sposób eliminacji więzów może być użyteczny w rachunkach numerycznych (teoria klasyczna) lub w kanonicznym sformułowaniu teorii kwantowej. Wyniki opublikowano: **J. Kijowski**, G. Magli, Unconstrained hamiltonian formulation of General Relativity with thermo-elastic sources, **Class. Quantum Grav.** 15 (1988) 3891.

f) *Kanoniczne sformułowanie hydrodynamiki i zastosowanie teorii więzów Diraca*

Podjęto próbę zastosowania formalizmu nawiasów Diraca do opisu dynamiki cieczy nieściśliwej traktując warunek nieściśliwości jako więz. Prace są kontynuowane. Zastosowano formalizm Diraca do kilku prostszych przypadków dynamiki cząstki klasycznej z więzami. Zakończono prace nad symulacją przepływu cieczy bardzo lepkiej przez filtr wielootworowy. Prace te prowadzone były na zlecenie firmy zajmującej się produkcją filtrów i finansowały stypendium doktoranckie **Sonneta Nguyen**a. Zastosowano formalizm kanoniczny i metrplektyczny do konstrukcji modelu

dynamiki białek wzdłuż mikrotubul. Praca ta wykonana przez **Prof. Ł.A. Turskiego** wspólnie z Prof. J.A. Tuszyńskim z Emontonu była prezentowana na Konferencji w Strasburgu i będzie wysłana do druku.

g) *Rozpraszanie Aharonova-Bohma na dyslokacji śrubowej*

Sformułowano dynamikę cząstki kwantowej w polu defektów topologicznych. Przeprowadzono ścisłą analizę rozpraszania Aharonova-Bohma na dyslokacji śrubowej i wykazano istnienie różnic pomiędzy abelowym i nieabelowym zjawiskiem Aharonova-Bohma. Wyniki pracy zostały wysłane do druku: R. Bausch, R. Schmitz, **Ł.A. Turski**, Scattering of electrons on screw dislocations, **Phys. Rev. B**.

h) *Odwrotny efekt Zenona*

Dokonano odkrycia zjawiska przeciwnego do kwantowego efektu Zenona. Zwykle zjawisko Zenona polega na przedłużeniu czasu życia układu nietrwałego przez wykonywanie na nim pomiarów. Nasze, odwrotnie: pomiar przyspiesza rozpad. Dzieje się tak w dwóch przypadkach: fotoodszczepienia jonów ujemnych oraz spontanicznej emisji atomu w pobliżu granicy dozwolonego pasma fotonów w materiałach z pasmami fotonowymi. Wyniki pracy zostały wysłane do druku: M. Lewenstein, **K. Rządewski**, Quantum Anti-Zeno effect, **Phys. Rev. Lett**.

### *i) Fluktuacje kondensatu Bosego-Einsteina*

Rozwiązano zagadnienie fluktuacji kondensatu Bosego-Einsteina bez oddziaływań. Zajmowano się także fluktuacjami gazu słabo oddziałującego. Podano zbiór uproszczonych modeli, dla którego zagadnienie fluktuacji daje się rozwiązać do końca. Wykazano, że fluktuacje silnie zależą od wyboru modelu. Pierwsza praca została przesłana do druku: **Z. Idziaszek**, M. Gajda, P. Navez, M. Wilkens, **K. Rzążewski**, Fluctuations of the weakly interacting Bose-Einstein condensate, **Phys. Rev. Lett.** (wysłane do druku).

### *j) Rozpraszanie atomów na kondensacie Bosego-Einsteina*

Zbadano rozpraszanie obcego atomu na kondensacie Bosego-Einsteina w pierwszym przybliżeniu Borna. Zbadano skalowanie elastycznych i nieelastycznych przekrojów czynnych z liczbą atomów w kondensacie. Praca została przesłana do druku: **Z. Idziaszek**, **K. Rzążewski**, M. Wilkens, Scattering of atoms on the Bose-Einstein condensate, **J. Phys. B** (wysłane do druku).

### *k) Eksplozja kulombowska molekuł*

Rozwinięto dwuwymiarowe metody hydrodynamiczne do opisu eksplozji kulombowskiej molekuł. Pozwoliło to porównać eksplozję w impulsie spolaryzowanym liniowo i kołowo. W zgodzie z doświadczeniem, a w sprzeczności z sugestiami teoretycznymi, uzyskaliśmy niezależność przebiegu zjawiska od polaryzacji. Praca wysyłana do druku: M. Brewczyk, C. Clark, **K. Rzążewski**, Multielectron dissociative ionization of molecules by strong femtosecond pulses revisited, **Phys. Rev. Lett.** (wysłane do druku).

### *l) Teoria lasera nadpromieniującego*

Wspólnie z grupą Prof. F. Haake odkryto rozwiązania równań lasera nadpromieniującego, wykazujące własności samopulsowania. Praca w druku: C. Wiele, F. Haake, and **K. Rzążewski**, Superradiant laser: First-order phase transition and nonstationary regime, **The European Phys. Jour.** (w druku).

### *m) Transport w ośrodkach stochastycznych, chaotycznych i nieliniowych*

Podano ogólną teorię pozwalającą na znalezienie zależności między polem elektrycznym o dowolnym natężeniu (a więc nie tylko w obszarze liniowym słabych pól) i ruchliwością ładunków w ośrodkach stochastycznych. W zastosowaniu do ruchliwości fotoindukowanych ładunków w domieszkowanych polimerach pozwala to na wyjaśnienie nieliniowej zależności ruchliwości od natężenia pola. Wyniki pracy opublikowano: V.M. Kenkre, **M. Kuś**, D. H. Dunlap, P. E. Parris, Nonlinear field dependence of the mobility of a charge subjected to a superposition of dichotomous stochastic potentials, **Phys. Rev. E** 58, 99 (1998).

### *n) Chaotyczne układy kwantowe*

Kontynuowane były badania w dziedzinie teorii macierzy stochastycznych i ich

zastosowania do opisu własności widmowych kwantowych układów chaotycznych. Zdefiniowano i zbadano tzw. złożone zespoły unitarnych macierzy stochastycznych, których elementy są iloczynami dwóch (lub większej liczby) macierzy pochodzących z klasycznych zespołów macierzowych o różnych własnościach symetrii. Znaleziono zostały własności widmowe takich zespołów. Opisano ich zastosowanie do badania kwantowych, periodycznie wzbudzanych układów chaotycznych ze złamaną symetrią. Wyniki opublikowano: M. Poźniak, K. Życzkowski, **M. Kuś**, Composed ensembles of random unitary matrices, **J. Phys. A: Math. Gen.** 31, 1059 (1998).

Zbadano wpływ klasycznych struktur rezonansowych na przebieg jonizacji w konkretnym kwantowym układzie chaotycznym. Zbadano dynamikę klasyczną i kwantową wysoko wzbudzonych atomów wodoru jonizującego się pod wpływem liniowo spolaryzowanego promieniowanie mikrofalowego. W szczególności przebadano rolę struktur rezonansowych w klasycznej przestrzeni fazowej na kwantową efektywność jonizacji. Wyniki opublikowano: L. Sirko, **M. Kuś**, Microwave ionization of hydrogen atoms: quantum decay rates and classical phase-space structures, **J. Phys. B: At. Mol. Phys.** 31, 4581 (1998).

Kontynuowano badania kwantowych układów chaotycznych w skończone wymiarowych przestrzeniach Hilberta. Podano explicite konstrukcję stanów koherentnych dla grupy  $SU_3$  i przebadano szereg ich własności. Podana konstrukcja struktury symplektycznej na rozmaitości stanów koherentnych umożliwia badanie różnych granic klasycznych dla kwantowych układów dynamicznych charakteryzujących się symetrią  $SU_3$ , co znajduje zastosowanie w opisie takich np. układów fizycznych jak tzw. laser nadpromienisty. Wyniki opublikowano: S. Gnutzmann, **M. Kuś**, Coherent states and the classical limit on irreducible  $SU_3$  representations, **J. Phys. A: Mat. Gen.** 31, 9871 (1998). Zbadano metody linearyzacji kwantowych układów chaotycznych w skończone wymiarowych przestrzeniach Hilberta (na przykładzie tzw. impulsowo wzbudzanego rotatora), poprzez odpowiednie zanurzenia w przestrzeniach o większej liczbie wymiarów. Umożliwia to zdefiniowanie dualnej, czysto klasycznej dynamiki układu i odpowiednich granic klasycznych. Wyniki wysłano do druku: A. Okniński, M. Gajdek, **M. Kuś**, Quantum kicked top: Lie algebraic approach, **Physica D** (w druku).

### Wykaz projektów badawczych KBN realizowanych w CFT PAN w 1998 r.

Kierownik	Temat	Nr projektu
prof. Ł.A. Turski	Dynamika układów cząstek oddziałujących na powierzchniach rzeczywistych kryształów	2 P03B 117 12
mgr P. Kochański	Czasoprzestrzenna struktura stanów ściśniętych w fizyce atomowej i optyce	2 P03B 118 12
prof. M. Kuś	Komputery kwantowe: fizyczne i matematyczne aspekty dekoherencji	2 P03B 044 13
prof. I. Białynicki-Birula	Własności promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez układy kwantowe poddane rotacji	2 P03B 043 13
prof. K. Rzażewski	Własności bardzo zimnych atomów	2 P03B 057 15
prof. J. Kijowski	Problemy brzegowe elektrodynamiki i ogólnej teorii względności a związek równań ruchu z równaniami pola	2 P03A 047 15

### Krótką informacją o współpracy naukowej z zagranicą

Współpraca naukowa z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, które rozwijają tematykę naukową zbliżoną do tematyki realizowanej w Centrum, jest bardzo ważnym elementem działalności Centrum, umożliwiającym kontakt z najnowszymi osiągnięciami nauki światowej. Dzięki temu w Centrum podejmowane są prace badawcze o aktualnej i ciekawej tematyce.

Zarówno tematy badawcze z zakresu badań statutowych jak i poszczególnych projektów badawczych prowadzone są najczęściej przy współudziale uczonych z zagranicy. W **1998** roku ukazały się drukiem w międzynarodowych czasopismach naukowych **23** prace naukowe pracowników Centrum, zrealizowane wspólnie z uczonymi z zagranicznych placówek naukowych.

W Centrum realizowanych jest **8** międzynarodowych projektów badawczych, a wszystkie własne projekty badawcze również przebiegają we współpracy z wybranymi zagranicznymi instytutami naukowymi. W ramach tej współpracy pracownicy Centrum wyjeżdżają na staże naukowe, a do Centrum przyjeżdżają naukowcy z zagranicy.

W roku sprawozdawczym w ramach współpracy z zagranicą odbyło się **15** krótkich zagranicznych wyjazdów naukowo-badawczych. Na długich pobytach badawczych przebywało za granicą **4** pracowników Centrum (z tego **2** w USA, którzy kontynuują pobyt w 1999 r.; **1** w Anglii; **1** w Niemczech).

W **1998** roku Centrum odwiedziło **13** uczonych z zagranicy (**1** z Anglii, **1** z Białorusi, **1** z Danii, **1** z Indii, **5** z Niemiec, **1** z Norwegii, **1** ze Szwajcarii, **1** z Ukrainy, **1** z USA). Większość gości zagranicznych wygłosiła seminaria w Centrum oraz na Uniwersytecie Warszawskim lub Instytucie Fizyki PAN. Odbyły się dyskusje na tematy związane z uzyskiwanymi ostatnio wynikami naukowymi oraz omawiano plany współpracy na przyszłość.

Współpraca z zagranicą odbywa się w ramach umów Centrum z innymi placówkami zagranicznymi oraz w ramach współpracy naukowej nie objętej żadnymi umowami. W roku ubiegłym funkcjonowało w Centrum **8** umów z placówkami zagranicznymi, natomiast bez formalnych umów Centrum współpracuje z **22** zagranicznymi placówkami naukowymi.

Współpraca ta przynosi wiele korzyści i mogłaby zostać uzupełniona jeszcze możliwością kształcenia w Centrum fizyków z zagranicy na poziomie prac doktorskich oraz organizacją przez Centrum międzynarodowych spotkań naukowych.

### **Inne rodzaje działalności Centrum**

#### *a) działalność ogólnotechniczna*

Lista czasopism zagranicznych prenumerowanych przez Centrum obejmuje 7 tytułów.

W ramach działalności ogólnotechnicznej Centrum uzupełniano księgozbiór biblioteki podręcznej o najaktualniejsze pozycje naukowe z fizyki i informatyki.

Sporym nakładem finansowym wykonano modyfikację połączenia Centrum z internetem w celu obniżenia szybkości transmisji, aby nie płać horrendalnych opłat wyznaczonych przez nowy cennik NASK-u od 1 lipca 1998 roku za użytkowanie internetu.

*b) działalność na rzecz praktyki* nie była prowadzona w Centrum w 1998 roku,

#### *c) działalność na rzecz popularyzacji wiedzy*

Naukowi pracownicy Centrum biorą żywy udział w popularyzacji wiedzy fizycznej. Na szczególną uwagę zasługuje działalność prof. Ł.A. Turskiego, który w 1998 roku kontynuował ożywioną działalność publicystyczną i popularyzującą naukę. Opublikował kilkanaście artykułów w czasopismach oraz wygłosił wiele wykładów popularnonaukowych w radio.

Prof. Kuś wygłosił wykład pt. "Komputery kwantowe" dla laureatów Olimpiady Fizycznej oraz wykład pt. "Kryptografia kwantowa" na inauguracyjnym posiedzeniu Rady d.s. Kryptologii przy Instytucie Matematycznym PAN.

### **Nagrody i wyróżnienia**

Prof. Łukasz A. Turski został uhonorowany nagrodą im. Hugona Steinhausa przyznaną przez Towarzystwo Popierania i Krzewienia Nauk Polskiej Fundacji Upowszechniania Nauki za współorganizowanie w Warszawie tzw. Pikniku Naukowego, pierwszej tego typu imprezy popularno-naukowej w Polsce.

W listopadzie 1998 r. Prof. Rzążewski został mianowany zasłużonym członkiem (fellow) Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego.

Prof. Rzążewski otrzymał nagrodę Fundacji Humboldta.

### **Wykaz publikacji pracowników CFT PAN w 1998 roku**

Lp.	Autorzy	Tytuł	Wydawnictwo
1.	P. Hajicek, J. Kijowski	Lagrangian and Hamiltonian Formalism for Discontinuous Fluid and Gravitational Field	Phys. Rev. D57 (1998) p. 914 -- 935
2.	J. Kijowski, G. Rudolph and M. Rudolph	Effective Bosonic Degrees of Freedom for One-Flavour Chromodynamics	Ann. Inst. H. Poincare 68 (1998) p. 285 - 313
3.	D. Chuściński, J. Kijowski	Generation of multipole moments by external field in Born-Infeld non-linear electrodynamics	J. Phys. A: Math. Gen. 31 (1998) p. 269 - 276
4.	J. Kijowski, G. Rudolph and C. Śliwa	On the Structure of the Observable Algebra for QED on the Lattice	Lett. Math. Phys. 43 (1998) p. 299 - 308
5.	J. Kijowski, G. Rudolph	Lattice Approximation of Quantum Electrodynamics	w tomie "New Developments in Quantum Field Theory", NATO ASI Series B, vol. 366, Editors: P.H.Damgaard, J.Jurkiewicz; Plenum Press, N.Y. and London (1998) p. 113 - 126
6.	J. Kijowski	True degrees of freedom" of a spherically symmetric, self-gravitating dust shell	Acta Phys. Polon. B29 (1998) p. 1001 - 1013
7.	J. Kijowski, G. Rudolph and M. Rudolph	Gauge Invariant Formulation and Bosonisation of the Schwinger Model	Phys. Lett. B 419 (1998) p. 285 - 290
8.	D. Chuściński, J. Kijowski	A Gauge-invariant Hamiltonian Description of the Motion of Charged Test Particles	Journal of Geometry and Physics 27, (1998) p. 49 - 64
9.	J. Kijowski, G. Magli	Unconstrained hamiltonian formulation of General Relativity with thermo-elastic sources	Class. Quantum Grav. 15 (1998) p. 3891 - 3916
10.	H.-P. Gittel, J. Kijowski and E. Zeidler	The Relativistic Dynamics of the Combined Particle-Field System in Nonlinear Renormalized Electrodynamics	Comm. Math. Phys. 198 (1998) p. 711 - 736
11.	J. Kijowski, G. Rudolph	Gauge Invariants and Bosonization	w tomie "Particles, Fields and Gravitation", American Institute of Physics Conference Proceedings vol. 453, Editor: J.Rembielinski; Woodbury, N.Y. (1998) p. 382 - 393
12.	J. Kijowski, G. Rudolph	Charge superselection sectors for QED on the lattice	Proceedings of the 5th Wigner Symposium, eds. P. Kasperkovitz, D. Grau, World Scientific (1998) p. 216-218
13.	M. Poźniak, K. Życzkowski, M. Kuś	Composed ensembles of random unitary matrices	J. Phys. A: Math. Gen. 31, 1059 (1998)
14.	R. Dum, A. Sanpera, K.-A. Suominen, M. Brewczyk, M. Kuś, K. Rzażewski, M. Lewenstein	Wave packet dynamics with Bose-Einstein condensates	Phys. Rev. Lett. 80, 3899 (1998)

15.	V. M. Kenkre, M. Kuś, D. H. Dunlap, P. E. Parris	Nonlinear Field Dependence of the Mobility of a Charge Subjected to a Superposition of Dichotomous Stochastic Potentials	Phys. Rev. E 58, 99 (1998)
16.	L. Sirko, M. Kuś	Microwave ionization of hydrogen atoms: quantum decay rates and classical phase-space structures	J. Phys. B: At. Mol. Phys. 31, 4581 (1998)
17.	S. Gnutzmann, M. Kuś	Coherent states and the classical limit on irreducible SU3 representations	J. Phys. A: Mat. Gen. 31, 9871 (1998)
18.	P. Kočański, K. Wódkiewicz	Squeezed Quantum Trigonometry	"Proc. of the Fifth Intern. Conf. on Squeezed States and Uncertainty Relations", eds. D. Han, J. Jankowy, Y.S. Kim i V. I. Manko, National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland 20771, (1998) str. 109.
19.	I. Marzoli, I. Białynicki-Birula, F. Saif, O.M. Friesch, A.E. Kaplan, W.P. Schleich	Quantum Carpets made simple	Acta Physica Slovaca 48, 323 (1998)
20.	I. Białynicki-Birula	Exponential localization of photons	Phys. Rev. Lett. 80, 5247 (1998)
21.	I. Białynicki-Birula	Propagation of squeezing of the electromagnetic field	Frontier Tests of QED and Physics of the Vacuum, Eds. E.Zavattini, D.Bakalov, and C.Rizzo, Heron Press, Sofia, 1998, p.377.
22.	F. Saif, I. Białynicki-Birula, M. Fortunato, W. Schleich	The Fermi accelerator in atom optics	Phys. Rev. A 58, 4779 (1998)
23.	I. Białynicki-Birula	Nonstandard introduction to squeezing of the electromagnetic field	Acta Physica Polonica B 29, 3569 (1998)
24.	J. Tafel, D. Wójcik	Null Killing vectors and reductions of the self-duality equations	Nonlinearity 11 (1998) 835-844.
25.	T. Busch, B.G. Englert, K. Rzażewski, M. Wilkens	Two cold atoms in a harmonic trap	Foundations of Physics, 28, 549 (1998)
26.	M. Brewczyk, K. Rzażewski, and C. Clark	Strong-field driving of a dilute atomic Bose-Einstein condensate	Phys. Rev. A 57, 488-492 (1998)
27.	M. Brewczyk, K. Rzażewski, C. Clark, and M. Lewenstein	Stepwise explosion of atomic clusters in strong laser field	Phys. Rev. Lett.80, 1857 (1998)
28.	L. Roso, L. Plaja, L. Santos, L. Pumares, and K. Rzażewski	Stopped Reflection of an Atomic Wavepacket by a Laser Beam with an Evanescent profile	Optics Comm. 148, 376 (1998)
29.	M. Cirone, J. Mostowski, and K. Rzażewski	Effects of motional states of a trapped atom on its interaction with nonresonant light	Phys. Rev. A 57, 1202 (1998)

30.	L. Roso, L. Plaja, K. Rzażewski, and M. Lewenstein	Generation of attosecond pulse trains during the reflection of a very intense laser on a solid surface	JOSA B 15, 1904 (1998)
31.	R. Bausch, R. Schmitz, Ł.A. Turski	Single-particle quantum motion in a crystal with topological defects	Phys. Rev. Lett. 80, 2257 (1998)
32.	Ł.A. Turski	Diffusion	Arch of Mechanics 50, 629 (1998)
33.	L.S. Liebovitch, M. Żochowski	Significance of Updating Schemes in Computational Models: Dynamics of Neural Networks	J. Statistical Phys. 90 (1998) 253
34.	M. Cieplak, M. Henkel, J. Karbowski, J. R. Banavar	Master equation approach to protein folding and kinetic traps	Phys. Rev. Lett. 80, 3654 (1998)

#### **Wykaz prac wysłanych do druku w 1998 roku**

<b>Autorzy</b>	<b>Tytuł</b>	<b>Wydawnictwo</b>
A. Okniński, M. Gajdek, M. Kuś	Quantum kicked top: Lie algebraic approach	Physica D (w druku)
C. Wiele, F. Haake, and K. Rzażewski	Superradiant laser: First-order phase transition and nonstationary regime	The European Phys. Jour. (w druku)
E. Sobczak, N.N. Dorozhkin	Multiple scattering calculation calculations of Fe K EXAFS for Fe surfaces and nanocrystals	Journal of Alloys and Compounds (w druku)
I. Marzoli, I. Białynicki-Birula, O.M. Friesch, A.E.Kaplan, and W.P.Schleich	The particle in the box: Intermode traces of the propagator	(wysłane do druku)
J. Kijowski	Comment on the "arrival time" in quantum mechanics	Phys. Rev. A 59 (1999) p. 897 - 899
M. Brewczyk and K. Rzażewski	Over-the-barrier ionization of multielectron atoms by intense VUV free electron laser	J. Phys. B (w druku)
P. Kochański, K. Wódkiewicz	Operational Time of Arrival in Quantum Phase Space	Physical Review A (w druku)
R.Bausch, R. Schmitz, Ł.A. Turski	Quantum motion of electrons in topologically disordered crystals	Ann.der Physik (w druku)
R.Bausch, R. Schmitz, Ł.A. Turski	Scattering of electrons on screw dislocations	Phys. Rev. B (wysłane do druku)
Z. Idziaszek, K. Rzażewski, M. Wilkens	Scattering of atoms on the Bose-Einstein condensate	Journal of Physics B (wysłane do druku)
Z. Idziaszek, M. Gajda, P. Navez, M. Wilkens, K. Rzażewski	Fluctuations of the weakly interacting Bose-Einstein condensate	Physical Review Letters (wysłane do druku)

Uwaga: Uprzejmie informujemy, że pierwsze posiedzenie Rady Naukowej w 1999 roku odbędzie się prawdopodobnie w maju. W związku z tym opinię Rady Naukowej o rocznym sprawozdaniu placówki nadeślemy zaraz po odbyciu pierwszego posiedzenia Rady.