

# 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 1999 roku

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

1. Klasyczna i kwantowa teoria pola,
2. Fizyka atomowa i optyka kwantowa,
3. Klasyczny i kwantowy chaos,
4. Fizyka materii skondensowanej i fizyka statystyczna,
5. Fizyka sieci neuronowych.

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

Działalność naukowa pracowników Centrum realizowana jest w ramach działalności statutowej, oraz w ramach **6** projektów badawczych finansowanych przez **KBN**, **2** projektów badawczych finansowanych przez **Fundację Na Rzecz Nauki Polskiej**, a także w ramach wspólnych z zagranicznymi ośrodkami badawczymi tematów badawczych, z których jeden projekt badawczy jest finansowany przez **II Fundusz im. Marii Skłodowskiej-Curie**.

W **1999** roku Centrum zatrudniało w przeliczeniu na pełne etaty średniorocznie **15** pracowników, w tym **13** pracowników naukowych.

W **1999** roku pracownicy Centrum opublikowali **20** oryginalnych prac naukowych, spośród których **5** artykułów w **Physical Review** i **2** artykuły w **Physical Review Letters**. Ponadto **26** prac jest wysłanych do publikacji lub znajduje się w druku.

Ważnym elementem współpracy naukowej z zagranicą jest udział

pracowników Centrum w międzynarodowych sympoziach i konferencjach. W roku 1999 pracownicy Centrum wygłosili **10** referatów plenarnych na międzynarodowych konferencjach naukowych.

W ramach realizacji współpracy w 1999 r. pracownicy Centrum wyjechali na **35** krótkich zagranicznych pobytów naukowych i konferencyjnych oraz na **4** długoterminowe pobyty naukowe. W 1999 roku Centrum odwiedziło **10** 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, łącznie około **600** godzin w ciągu roku.

W roku sprawozdawczym nie uzyskano w Centrum stopni doktora i doktora habilitowanego. Centrum współuczestniczy w Międzynarodowym Studium Doktoranckim przy Instytucie Fizyki PAN. W **1999** roku spora grupa młodych fizyków (**6** asystentów i **1** doktorant) kontynuowała w Centrum pracę nad rozprawami doktorskimi. Wśród tej grupy doktorantów spodziewać się można pierwszej obrony rozprawy doktorskiej w 2000 roku.

## Omówienie najważniejszych wyników naukowych uzyskanych w 1999 r.

1. Wykonano systematyczną analizę wirów występujących w mechanice falowej opisywanej równaniem Schroedingera. Podano klasyfikację różnych typów wirów oraz wyznaczono w kilku konkretnych przypadkach ruch linii wirowych. Wyniki te rozszerzono także na przypadek relatywistyczny. Wyniki zostaną opublikowane w pracy: **I. Białynicki-Birula**, Z. Białynicka-Birula i **C. Śliwa**, *Motion of vortex lines in quantum mechanics*, **Phys. Rev. A**.

2. W dziedzinie fizyki atomowej i optyki kwantowej badano zjawiska związane z tzw. zimnymi atomami. Interesowano się wpływem słabych oddziaływań na fluktuacje kondensatu Bosego-Einsteina opisanego zespołami mikrokanonicznym i kanonicznym. Pokazano, że postawiony problem nie ma jednoznacznego rozwiązania i odpowiedź zależy od wyboru modelu kondensatu współistniejącego z gazem termicznym. Wyniki opublikowano w pracy: **Z. Idziaszek**, M. Gajda, P. Navez, M. Wilkens, and **K. Rzażewski**, *Fluctuations of the weakly interacting Bose-Einstein condensate*, **Phys. Rev. Lett.** 82, 4376 (1999). Pracę wykonano częściowo w projekcie KBN nr 2 P03B 057 15.

3. Sformułowano po raz pierwszy w literaturze praktyczne zastosowanie formalizmu więzów Diraca do opisu dynamiki cieczy nieściśliwej. W konwencjonalnej teorii turbulencji ciecz opisywana jest zawsze jako ciecz nieściśliwa w sposób uniemożliwiający uwzględnienie wpływu skończonej ściśliwości cieczy np. na widmo energetyczne turbulencji. Omawiana praca, będąca pierwszym praktycznym zastosowaniem formalizmu Diraca w hydrodynamice, pozwala na zbudowanie formalizmu kanonicznego umożliwiające formalnie opis turbulencji cieczy ściśliwej jako zaburzenie turbulencji cieczy nieściśliwej. Wyniki opublikowano w pracy: **Sonnet Nguyen**, **Ł.A. Turski**, *Canonical description of incompressible fluid - Dirac brackets approach*, **Physica A** 272, 48 (1999).

4. W dziedzinie klasycznej i kwantowej teorii pola znaleziono definicję “kowariantnego wyboru cechowania” dla szerokiej klasy modeli kowariantnej teorii pola. Taki wybór jest równoważny konstrukcji czasoprzestrzeni “backgroundu” w każdym sektorze topologicznym teorii. Pozwala on na jednoznaczny parametrystację rozmaitości więzów Ogólnej Teorii Względności poprzez iloczyn przestrzeni fizycznych stopni swobody oraz przestrzeni zanurzeń rozmaitości Cauchy'ego (na której podajemy dane początkowe dla pola Einsteina) w powyższą czasoprzestrzeń backgroundu. Wyniki zostaną opublikowane w pracy: P. Hajicek, **J. Kijowski**, *Covariant gauge fixing and Kuchar decomposition*, **Phys. Rev. D**.

5. Została pokazana fizyczna konstrukcja operatora czasu w mechanice kwantowej. Operator czasu został znaleziony dla prostego przypadku oddziaływania trzech cząstek. Wyniki opublikowano w pracy: **P. Kochański**, K. Wódkiewicz, *Operational time of arrival in quantum phase space*, **Phys. Rev. A** vol. 60, no. 4, p. 2689 (1999) (pracę wykonano częściowo w projekcie KBN nr 2 P03B 118 12).

6. We współpracy z zagranicą z grupą z Hanoweru wykonano modelowanie doświadczenia, w którym kondensat Bosego-Einsteina wyzwolony z pułapki magnetycznej odbija się od zwierciadła utworzonego przez strumień światła laserowego i interferuje wykazując kwantową spójność. Wyniki opublikowano w pracy: K. Bongs, S. Burger, G. Birkl, K. Sengstock, W. Ertmer, **K. Rzażewski**, A. Sanpera, and M. Lewenstein, *Coherent evolution of bouncing Bose-Einstein condensates*, **Phys. Rev. Lett.** 83, 3577 (1999).

7. We współpracy z grupą prof. Bauscha z Düsseldorfu zbadano ruch pojedynczej cząstki kwantowej w obecności defektów topologicznych typu dyslokacji. Pokazano jak należy sformułować (wyprowadzić z pierwszych zasad) równanie Schrödingera opisujące dynamikę cząstki na rozmaitości o niezerowym skręceniu. Wyprowadzono ścisły wzór na różniczkowy przekrój czynny na rozproszenie na dyslokacji śrubowej i przeanalizowano analog efektu Aharonova-Bohma dla takiego defektu. Wykazano liczne błędy w analizie tego

zjawiska popelnione w literaturze przedmiotu. Wyniki opublikowano w pracach: R. Bausch, R. Schmitz, **Ł. A. Turski**, *Quantum motion of electrons in topologically distorted crystals*, **Ann. Physik** 8, 181 (1999); R. Bausch, R. Schmitz, **Ł. A. Turski**, *Scattering of electrons on screw dislocations*, **Phys. Rev. B** 59, 13491 (1999).

8. We współpracy z grupą prof. F. Haake z Uniwersytetu w Essen badano zjawiska z dziedziny klasycznego i kwantowego chaosu. Zbadano układy dynamiczne związane z grupą  $SU_3$ . Układy takie charakteryzują się zwartą przestrzenią fazową na poziomie klasycznym oraz skończenie-wymiarową przestrzenią Hilberta stanów na poziomie kwantowym. Wykazano, że chaos na poziomie kwantowym, scharakteryzowany za pomocą własności spektralnych układu, zależy od sposobu przechodzenia do granicy klasycznej (w ramach współpracy z zagranicą). Wyniki opublikowano w pracy: S. Gnutzmann, F. Haake, **M. Kuś**, *Quantum chaos of  $SU_3$  observables*, **J. Phys. A: Mat. Gen.** 33, 143 (2000).

## Inne zadania badawcze wykonane w roku 1999:

### *a) Klasyczna i kwantowa teoria cząstek o masie spoczynkowej równej zero*

Sformułowano klasyczną mechanikę cząstek o masie spoczynkowej równej zero i skwantowano tę teorię. Badania wykazały, że można uzyskać kwantową teorię cząstek o masie zero (fotonów, neutrin, itd.) przy użyciu procedury kwantowania kanonicznego analogicznej do tej, którą stosuje się do otrzymania kwantowej teorii cząstek obdarzonych masą. Zamiast kwantowania kanonicznego można także zastosować metodę Feynmana całek po wszystkich drogach. Praca zawierająca opis tych wyników jest w przygotowaniu (**I. Białynicki-Birula**).

### *b) Konstrukcja operatora "czasu przejścia przez bramkę" w mechanice kwantowej*

Prof. Kijowski opublikował pracę, która zawiera omówienie zaproponowanej przez niego w 1974 roku konstrukcji operatora "czasu przejścia przez bramkę" w mechanice kwantowej oraz wyprowadzenie zasady nieoznaczoności między energią a tak rozumianym czasem. Zawiera również polemikę z pracami kilku zespołów badawczych (m. in. Grot-Rovelli-Tate oraz Delgado-Muga), którzy ostatnio zaproponowali konstrukcje całkowicie równoważne teorii Kijowskiego (po części jednak zawierające karygodne błędy) zupełnie nie zauważając, że w tym co poprawne kopiują dosłownie wyniki Kijowskiego sprzed 25 lat. Pracę opublikowano: **J. Kijowski**, *Comment on the "arrival time" in quantum mechanics*, **Phys. Rev. A** 59 (1999) 897.

### *c) Równania ruchu naładowanych cząstek punktowych*

Pokazano w jaki sposób można wyprowadzić równania ruchu naładowanych cząstek punktowych w elektrodynamice klasycznej z równań pola. Jako rezultat znaleziono nowy (niezmienniczy względem cechowania) Lagrangian dla teorii cząstek próbnych. Różni się on o człony brzegowe od standardowego Lagrangianu, zależnego od cechowania, a zatem implikuje on te same co w zwykłym opisie równania ruchu. Jednak fizyczny obraz leżący u podstaw nowego opisu jest całkowicie różny od standardowego: cząstka czuje pole zewnętrzne

wyłącznie przy pomocy swego własnego pola Coulomba, które w standardowym opisie jest zupełnie pomijane (w sprzeczności z prawem Gaussa). Ewentualne implikacje takiego obrazu dla fizyki kwantowej są dyskutowane. Praca w druku: **J. Kijowski**, D. Chruściński, *Head or tail: the dilemma of electrodynamics*, w tomie Proceedings of the International Symposium "Quantum Theory and Symmetries" (Goslar, 18-22 July 1999); Editors H.-D. Doebner, V.K. Dobrev, J.-D. Hennig and W. Luecke; World Scientific.

#### *d) Całka funkcjonalna w elektrodynamice kwantowej*

Znaleziono procedurę redukcji całki funkcjonalnej w elektrodynamice kwantowej do pewnej całki po bosonowych stopniach swobody oraz zaproponowano pewną procedurę regularyzacyjną dla tej całki. Wyniki te zastosowano do obliczenia nową metodą propagatora prąd -- prąd oraz anomalii chiralnej. Rezultaty te stanowią część programu przeformułowania kwantowych teorii pola z cechowaniem w języku fizycznych obserwabli, tzn. wielkości niezależnych od cechowania. Wyniki pracy zostały wysłane do druku: **J. Kijowski**, G. Rudolph, M. Rudolph, *Towards an Effective Field Theory of QED*, **Acta Physica Polonica B**.

#### *e) Zimne atomy*

Zbadano nieelastyczne rozpraszania atomów na kondensacie Bosego-Einsteina. Znaleziono przekroje czynne na takie rozpraszanie w pierwszym przybliżeniu Borna. Wyniki opublikowano w pracy: **Z. Idziaszek**, **K. Rzążewski**, M. Wilkens, *Scattering of atoms on the Bose-Einstein condensate*, **J. Phys. B**, 32, L205 (1999).

Zbadano ograniczenia tak zwanych samopodobnych rozwiązań równania Grossa-Pitaevskiego. Wyniki opublikowano w pracy: M. Brewczyk, C.W. Clark, M. Lewenstein, **K. Rzążewski**, *Non self-similar modes of vibration of the Bose-Einstein condensate*, **J. Phys. B** 32, L271(1999).

Podano statystykę zliczeń atomów w zjawisku atomowego mieszania czterech fal, które zostało odkryte doświadczalnie w grupie Phillipsa (NIST, USA) w 1998 roku. Wyniki opublikowano w pracy: **K. Rzążewski**, M. Trippenbach, M. Singer, Y. Band, *Statistics of atomic populations in output-coupled wave packets from Bose-Einstein condensate: four wave mixing*, **Phys. Rev. A** 61, 013606 (2000).

Zaproponowano operacyjny sposób badania fluktuacji statystycznych kondensatu za pomocą rozpraszania światła. Zaproponowano rozpraszanie ciągu słabych, nierezonansowych, krótkich impulsów światła na kondensacie. Badając statystykę liczby fotonów rozproszonych pod danym kątem można uzyskać informacje o fluktuacjach. W szczególności można tym sposobem rozróżnić fluktuacje mikrokanoniczne od fluktuacji Poissona typowych dla stanów koherentnych. Wyniki zostaną opublikowane w pracy: **Z. Idziaszek**, **K. Rzążewski**, M. Lewenstein, *Probing the*

*statistical properties of Bose-Einstein condensates with light*, **Phys. Rev. A** (w druku).

Zbadano wpływ oddziaływań dipol-dipol na stabilność i strukturę kondensatu Bosego-Einsteina. Wyniki wysłano do publikacji: **K. Góral, K. Rzążewski**, and T. Pfau, *Bose-Einstein condensate with magnetic dipole-dipole forces*, **Phys. Rev. Lett.**

#### f) *Silne pola*

Kontynuowano zastosowania hydrodynamicznych metod opartych na zależnym od czasu modelu Thomasa-Fermiego do opisu jonizacji atomów, cząsteczek oraz gron atomowych impulsami silnego światła laserowego. Zbadano zależność zjawiska ucieczki ponad barierą w wielokrotnej jonizacji atomów od częstości jonizującego impulsu. Zbadanie zjawiska w obszarze dalekiego nadfioletu staje się ważne w związku z budową w DESY w Hamburgu potężnego lasera na swobodnych elektronach. Wyniki opublikowano w pracy: **Z. Idziaszek**, M. Gajda, P. Navez, M. Wilkens, and **K. Rzążewski**, *Fluctuations of the weakly interacting Bose-Einstein condensate*, **Phys. Rev. Lett.**, 82, 4376 (1999).

Szczegółowo przedyskutowano jednowymiarowy model i rozwinięto model dwuwymiarowy w zastosowaniu do kulombowskiej eksplozji cząsteczek dwuatomowych. Potwierdzono wcześniejszą hipotezę dotyczącą natury tak zwanego defektu energii kinetycznej oraz otrzymano wyniki zgodne jakościowo z doświadczeniem dla eksplozji w polu fali spolaryzowanej kołowo. Wyniki opublikowano w pracach: M. Brewczyk, **K. Rzążewski**, *One dimensional Thomas-Fermi model of atoms, molecules and clusters*, **Phys. Rev. A** 60, 2285 (1999); M. Brewczyk, **K. Rzążewski**, *Multielectron dissociative ionization of molecules by strong femtosecond pulses*, **Phys. Rev. A** 61, 023412 (2000).

#### g) *Optyka kwantowa*

Ukazała się praca opisana w sprawozdaniu z 1998 roku na temat samopulsujących rozwiązań trójpoziomowego lasera nadpromienistego: C. Wiele, F. Haake, **K. Rzążewski**, *Superradiant laser: First-order phase transition and nonstationary regime*, **European J. Phys. D** 5, 405 (1999).

Badając zjawisko spontanicznej generacji fotonów przy zmianie geometrii lub własności ośrodka rozwiązano zagadnienie ewolucji próżni pola elektromagnetycznego we wnęce rezonansowej przecinanej bardzo cienkim lustrem. Pokazano też, że proces ten może służyć do splecenia stanów pola elektromagnetycznego bez bezpośredniego oddziaływania. Wyniki opublikowano w pracy: M. Cirone, **K. Rzążewski**, *Electromagnetic radiation in a cavity with time-dependent mirror*, **Phys. Rev. A** 60, 886-892 (1999).

Pokazano, że w układach rozpadających się w pobliżu progu można oczekiwać przyspieszenia ewolucji kwantowej w wyniku powtarzających się pomiarów. Rezultaty opublikowano w pracy: M. Lewenstein, **K. Rzążewski**, *Quantum Anti-Zeno Effect*, **Phys. Rev. A** 61, 022105 (2000).



#### *h) Klasyczny i kwantowy chaos*

Opracowano metody obliczania entropii dynamicznej wybranych układów klasycznych i kwantowych za pomocą techniki iterowanych układów odwzorowań oraz skonstruowano entropię dynamiczną dla układów klasycznych z zaburzeniem stochastycznym. Wyniki wysłano do publikacji: W. Słomczyński, J. Kwapien, **K. Życzkowski**, *Entropy computing via integration over fractal measures*, CHAOS, 2000; A. Ostruszka, P. Pakoński, W. Słomczyński, **K. Życzkowski**, *Dynamical entropy for systems with stochastic perturbation*, **Phys. Rev. E**.

Sformułowano i udowodniono twierdzenia wiążące uogólnione wymiary Renyiego podukładów z wymiarem całego układu i wymiarem części całego układu odpowiedzialnej za oddziaływanie między układami. Rozwiązano w ten sposób podstawowy problem rozróżnienia układów oddziałujących od nieoddziałujących na podstawie analizy wymiarów otrzymanych z rekonstrukcji dynamiki układów z szeregów czasowych oraz zastosowano powyższą metodę do analizy sprzężonych układów Henona i sprzężonych map logistycznych. Wyniki są przygotowywane do publikacji (**D. Wójcik**, **M. Kuś** i inni).

#### *i) Dyfuzja w niejednorodnym, oddziałującym gazie sieciowym*

Przeprowadzono symulację numeryczną zjawiska dyfuzji w niejednorodnym przestrzennie, oddziałującym gazie sieciowym na realistycznej z punktu widzenia doświadczalnego sieci heksagonalnej. W pracy pokazano, jak symulacje numeryczne Monte Carlo mogą być zastosowane do mezoskopowego opisu zjawiska dyfuzji w oddziałującym gazie sieciowym. Pokazano także, jak można zbadać rozptywanie się "fali gęstości" adsorbentu i jak z analizy ewolucji czasowej takiej fali można odczytać zależność współczynnika dyfuzji od gęstości w zakresie całego diagramu fazowego danego układu. Praca ta stanowi też punkt wyjścia do badania współczynnika dyfuzji poprzez analizę sytuacji dalekich od równowagi. Sytuacje takie są, jak się wydaje, bardziej realistyczne dla doświadczenia. Wyniki opublikowano w pracy: **Ł. A. Turski**, M. Załuska-Kotur, St. Krukowski, *Collective diffusion on hexagonal lattices repulsive interactions*, **Surface Science** 441,320 (1999).

#### *j) Znaczenie warunków brzegowych w kondensacji Bosego-Einsteina*

Wykazano, że zjawisko kondensacji Bosego-Einsteina jest nadczułe na warunki brzegowe nałożone na funkcje falowe cząstek. Badanie zjawiska kondensacji Bosego-Einsteina nabrało znaczenia w związku z licznymi doświadczeniami nad otrzymywaniem takiego kondensatu i jego własnościami w pułapkach atomowych. Omawiana tutaj praca bada zależność kondensacji od warunków brzegowych zbiornika, w szczególności zaś uwzględnia tzw. zamrożony nieporządek w wymiarach przestrzennych takiego zbiornika. Pokazano, że nieporządek ten prowadzi do obniżenia temperatury przemiany co może uniemożliwić kondensację. Pokazano na ile zjawisko to jest uniwersalne (tj. niezależne od typu nieporządku) i zależne od kształtu zbiornika. Wyniki zostaną opublikowane w pracy: **J. Karbowski**, **Ł. A. Turski**, *The Bose-Einstein Condensation in random box*, **Physica A** (w druku).

*k) Fizyka sieci neuronowych*

Były prowadzone badania nad dynamiką neuronowych sieci atraktorowo-repelerowych, oraz nad basenami przyciągania w takich sieciach. Wyniki badań przedstawiają dwie prace licencjackie pana Bruno Devosa ze Szkoły Nauk Ścisłych pt. "Dynamika sieci atraktorowo-repelerowych" i "Programowanie sekwencji czasowych w ANN" wykonane pod opieką mgra **P. Kochańskiego**.

Badano problemy przetwarzania informacji w sieciach neuronowych, a w szczególności wpływ takich czynników, jak szum, dynamika synaps i korelacje między neuronami na dokładność kodowania informacji. Wyniki wysłano do publikacji: **J. Karbowski**, *Fisher information for correlated spiking neurons with stochastic dynamics*, **Phys. Rev. E**.

Badano też problem koherentnych rytmów w układzie nerwowym, a w szczególności stabilność tzw. rytmu gamma w części mózgu zwanej hippocampusem. Wyniki wysłano do publikacji: **J. Karbowski**, N. Kopell, *Multispikes and synchronization in a large neural network with temporal dynamics*, **Neural Computation**.

**Wykaz projektów badawczych KBN realizowanych w CFT PAN w 1999 r.**

Kierownik	Temat	Nr projektu	Okres od-do
mgr P. Kochański	Czasoprzestrzenna struktura stanów ściśniętych w fizyce atomowej i optyce	2 P03B 118 12	1997-1999
prof. M. Kuś	Komputery kwantowe: fizyczne i matematyczne aspekty dekoherencji	2 P03B 044 13	1997-1999
prof. I. Białynicki-Birula	Własności promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez układy kwantowe poddane rotacji	2 P03B 043 13	1997-2000
mgr D. Wójcik	Niskowymiarowe oddziałujące układy dynamiczne	2 P03B 036 16	1999-1999
prof. K. Rzążewski	Własności bardzo zimnych atomów	2 P03B 057 15	1998-2000
prof. J. Kijowski	Problemy brzegowe elektrodynamiki i ogólnej teorii względności a związek równań ruchu z równaniami pola	2 P03A 047 15	1998-2001

**Wykaz projektów badawczych "Subsydia dla Uczonych" Fundacji Na Rzecz Nauki Polskiej realizowanych w CFT PAN w 1999 r.**

Kierownik	Temat	Okres od-do
prof. J. Kijowski	Teorie podstawowych oddziaływań materii i ich aparat matematyczny	1999-2002
prof. K. Rzążewski	Optyka kwantowa i optyka atomów	1999-2002

**Wykaz zagranicznych projektów badawczych realizowanych w CFT PAN w 1999 r.**

Kierownik	Temat	Nr projektu	Okres od-do
prof. K. Rzążewski	Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej	PAN/NIST-98-340	1999-2001

### Krótką informacja 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 **1999** roku ukazało się drukiem w międzynarodowych czasopismach naukowych **10** prac naukowych pracowników Centrum, zrealizowanych wspólnie z uczonymi z zagranicznych placówek naukowych.

Centrum realizuje **1** zagraniczny polsko-amerykański projekt badawczy finansowany przez II Fundusz im. Marii Skłodowskiej-Curie oraz **9** umów o naukowej współpracy bezpośredniej, zawartych przez placówkę z instytutami zagranicznymi. 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 **35** krótkich zagranicznych wyjazdów naukowo-badawczych i konferencyjnych. Na długich pobytach badawczych przebywało za granicą **4** pracowników Centrum (z tego **2** w USA, **1** w Holandii, **1** w Niemczech), którzy kontynuują pobyt w 2000 r.

W **1999** roku Centrum odwiedziło **10** uczonych z zagranicy (**1** z Belgii, **5** z Niemiec, **1** z Norwegii, **1** z Uzbekistanu, **1** z Węgier, **1** z Włoch). 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 **1999** funkcjonowało w Centrum **9** umów

z placówkami zagranicznymi, natomiast bez formalnych umów Centrum współpracuje z **21** 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) *Prenumerata czasopism zagranicznych i zakupy książek*

Lista czasopism zagranicznych prenumerowanych przez Centrum obejmuje 7 tytułów. Zakupów najbardziej potrzebnych książek do biblioteki Centrum dokonuje się niemal wyłącznie ze środków zdobytych w ramach projektów badawczych.

#### b) *Sieć komputerowa i internet*

Centrum posiada lokalną sieć komputerową i dostęp do internetu, co znakomicie ułatwia pracę naukową. Baza komputerowa jest w dużym stopniu przestarzała. Ograniczone zakupy nowego sprzętu komputerowego i modernizacje istniejącego dokonuje się wyłącznie ze środków zdobytych w ramach projektów badawczych. Centrum wystąpiło w 1999 roku z wnioskiem inwestycyjnym do KBN o zakup stacji roboczej w roku 2000.

c) *Działalność na rzecz praktyki nie była prowadzona w Centrum w 1999 roku.*

#### d) *Działalność dydaktyczna*

Kadra naukowa Centrum prowadzi zajęcia dydaktyczne w **Szkole 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. W 1999 roku było to łącznie około **600** godzin. 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.

#### e) *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 1999 roku kontynuował ożywioną działalność publicystyczną i popularyzującą naukę. Opublikował kilkanaście artykułów w czasopismach oraz wygłosił wiele wykładów popularnonaukowych w radio.

Centrum Fizyki Teoretycznej PAN współuczestniczy w organizacji IV

Naukowego Pikniku Polskiego Radia BIS, który odbędzie się w Warszawie 10 czerwca 2000 roku, a Prof. **Łukasz A. Turski** jest Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego.

#### Nagrody i wyróżnienia

W roku 1999 dwóch pracowników Centrum Fizyki Teoretycznej PAN zostało laureatami SUBSYDIÓW DLA UCZONYCH Fundacji Na Rzecz Nauki Polskiej:

1. Prof. dr hab. **Jerzy Kijowski** otrzymał subsydlum dla prowadzenia badań własnych na temat *“Teorie podstawowych oddziaływań materii i ich aparat matematyczny”*.
2. Prof. dr hab. **Kazimierz Rzażewski** otrzymał subsydlum dla prowadzenia badań własnych na temat *“Optyka kwantowa i optyka atomów”*.

W 1999 roku Prof. Rzażewski został mianowany zasłużonym członkiem (Fellow IOP) Brytyjskiego Towarzystwa Fizycznego.

**Wykaz publikacji pracowników CFT PAN w 1999 roku**

<b>Lp.</b>	<b>Autorzy</b>	<b>Tytuł</b>	<b>Wydawnictwo</b>
1	I. Białynicki-Birula	Born-Infeld nonlinear electrodynamics	Acta Physica Polonica B 30, 2875 (1999)
2	R.Bausch, R. Schmitz, Ł.A. Turski	Quantum motion of electrons in topologically disordered crystals	Ann.der Physik 8, 181 (1999)
3	C. Wiele, F. Haake, and K. Rzażewski	Superradiant laser: First-order phase transition and nonstationary regime	European J. Phys. D 5, 405 (1999)
4	M. Brewczyk and K. Rzażewski	Over-the-barrier ionization of multielectron atoms by intense VUV free electron laser	J. Phys. B 32, L1 (1999)
5	Z. Idziaszek, K. Rzażewski, M. Wilkens	Scattering of atoms on the Bose-Einstein condensate	J. Phys. B 32, L205 (1999)
6	M. Brewczyk, C. W. Clark, M. Lewenstein, K. Rzażewski	Non-self-similar modes of vibration of the Bose-Einstein condensate	J. Phys. B 32, L271 (1999)
7	Y. Swilem, E. Sobczak, R. Nietubyć, P. Dłużewski, A. Ślawska-Waniewska	EXAFS analysis of grain boundaries in nanocrystalline Fe <sub>85</sub> Zr <sub>7</sub> B <sub>6</sub> Cu <sub>2</sub> alloys	Journal of Alloys and Compounds 286 (1999) 103
8	E. Sobczak, N.N. Dorozhkin	Multiple scattering calculations of Fe K EXAFS for Fe surfaces and nanocrystals	Journal of Alloys and Compounds 286 (1999) 108
9	R. Nietubyć, E. Sobczak, O. Sipr, J. Vackar, A. Simunek	Electronic structure of silicon nitride	Journal of Alloys and Compounds 286 (1999) 148
10	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	Nonlinear Dynamics and Computational Physics, Ed. V.B. Sheorey, Narosa Publishing House, New Delhi, 1999, p. 135
11	J. Kijowski	Comment on the "arrival time" in quantum mechanics	Phys. Rev. A 59 (1999) p. 897 - 899
12	M. Brewczyk, K. Rzażewski	One dimensional Thomas-Fermi model of atoms, molecules and clusters	Phys. Rev. A 60, 2285 (1999)
13	P. Kocharński, K. Wódkiewicz	Operational Time of Arrival in Quantum Phase Space	Phys. Rev. A 60, 2689 (1999)
14	M. Cirone, K. Rzażewski	Electromagnetic radiation in a cavity with time-dependent mirror	Phys. Rev. A 60, 886 (1999)
15	R.Bausch, R. Schmitz, Ł.A. Turski	Scattering of electrons on screw dislocations	Phys. Rev. B 59, 13491 (1999)
16	Z. Idziaszek, M. Gajda, P. Navez, M. Wilkens, K. Rzażewski	Fluctuations of the weakly interacting Bose-Einstein condensate	Phys. Rev. Lett. 82, 4376 (1999)
17	K. Bongs, S. Burger, G. Birkl, K. Sengstock, W. Ertmer, K. Rzażewski, A. Sanpera, M. Lewenstein	Coherent evolution of bouncing Bose-Einstein condensates	Phys. Rev. Lett. 83, 3577 (1999)



18	Sonnet Nguyen, Ł. A. Turski	Canonical description of incompressible fluid: Dirac brackets approach	Physica A 272, 48 (1999)
19	A. Strasburger, A. Orłowski, M. Kuś	An integral construction of tensor operators for compact groups	Proceedings of the XXII International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physica, Hobart, July 13-17, 1998, International Press, (1999), p.335
20	Ł. A. Turski, M. Załuska-Kotur, St. Krukowski	Collective diffusion on hexagonal lattices - repulsive interactions	Surf. Science 441, 320 (1999)

### Wykaz prac wysłanych do druku w 1999 roku

Lp.	Autorzy	Tytuł	Wydawnictwo
1	P. Ashwin, X.-C. Fu, T. Nishikawa, K. Życzkowski	Invariant sets for discontinuous parabolic area-preserving torus maps	Nonlinearity
2	J. Bauer, M. Brewczyk, K. Rzążewski	Classical simulations for atoms and molecules in intense laser fields	Laser Phys. 10, 1 (2000)
3	I. Białynicki-Birula, Z. Białynicka-Birula, C. Śliwa	Motion of vortex lines in quantum mechanics	Phys. Rev. A
4	I. Białynicki-Birula	The Wigner functional of the electromagnetic field	Optics Communications
5	M. Brewczyk, K. Rzążewski	Multielectron dissociative ionization of molecules by strong femtosecond pulses	Phys. Rev. A 61, 023412 (2000)
6	S. Gnutzmann, F. Haake, M. Kuś	Quantum chaos of SU3 observables	J. Phys. A: Math. Gen. 33, 143 (2000)
7	K. Góral, K. Rzążewski, T. Pfau	Bose-Einstein condensate with magnetic dipole-dipole forces	Phys. Rev. Lett.
8	P. Hajicek, J. Kijowski	Covariant gauge fixing and Kuchar decomposition	Phys. Rev. D w druku
9	A. Huckleberry, D. Zaitsev, M. Kuś, F. Haake	A symplectic context for level dynamics	J. Geom.Phys.
10	Z. Idziaszek, K. Rzążewski, M. Lewenstein	Probing the statistical properties of Bose-Einstein condensates with light	Phys. Rev. A w druku
11	J. Karbowski	Fischer information for correlated spiking neurons with stochastic dynamics	Phys. Rev. E w druku
12	J. Karbowski, N. Kopell	Multispikes and synchronization in a large neural network with temporal dynamics	Neural Computation w druku
13	J. Karbowski, Ł. A. Turski	The Bose-Einstein condensation in random box	Physica A 276-277 (2000) w druku
14	J. Kijowski, D. Chruściński	Head or tail: the dilemma of electrodynamics	Proc.of the International Symposium "Quantum Theory and Symmetries" (Goslar, 18-22 July 1999), eds. H.-D.Doebner, V.K.

			Dobrev, J.-D.Hennig and W. Luecke, World Scientific, w druku
15	J. Kijowski, G. Rudolph, M. Rudolph	Towards an effective field theory of QED	Acta Physica Polon. B
16	M. Lewenstein, K. Rzążewski	Quantum Anti-Zeno effect	Phys. Rev. A 61, 022105 (2000)
17	A Orłowski, M. Kuś	Note on Wehrl's entropy and generalized coherent states	Phys. Lett. A
18	A. Ostruszka, P. Pakoński, W. Słomczyński, K. Życzkowski	Dynamical entropy for systems with stochastic perturbation	Phys. Rev. E
19	L. Roso, L. Plaja, K. Rzążewski, D. von der Linde	Beyond the moving mirror model: Attosecond pulses from relativistically moving plasma	Laser and Particle Beams (w druku)
20	K. Rzążewski, M. Trippenbach, M. Singer, Y. Band	Statistics of atomic populations in output-coupled wave packets from Bose-Einstein condensate: four wave mixing	Phys. Rev. A 61, 013606 (2000)
21	W. Słomczyński, J. Kwapien, K. Życzkowski	Entropy computing via integration over fractal measures	CHAOS, 2000 w druku
22	E. Sobczak, N.N. Dorozhkin	Fe K edge XANES for Fe metal and Fe <sub>3</sub> Si compound	Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Warszawskiego
23	Sonnet Nguyen, Ł. A. Turski	A simple example of the Dirac brackets approach to dynamics of systems with constraints	Am. J. Phys.
24	L.A. Turski, M. Załuska-Kotur, St. Krukowski, Z. Romanowski	Spreading of a step - like density profiles in interacting lattice gas on hexagonal lattice	wysłane do druku
25	K. Życzkowski	Localization of eigenstates and mean Wehrl entropy	Physica E
26	K. Życzkowski, H-J. Sommers	Truncations of random unitary matrices	J. Phys. A

Wykaz konferencji,  
w których uczestniczyli pracownicy CFT PAN w 1999 roku

1. **“Algebraic and Geometric Methods in Quantum Theory and Statistical Physics”, 20-26 lutego 1999, MPI Leipzig, Niemcy**  
Udział: prof. J. Kijowski  
Referat zaproszony
2. **5<sup>th</sup> Workshop on Atom Optics and Atom Interferometry, 8-11 March 1999, Westerland, Sylt, Niemcy**  
Udział: prof. K. Rzążewski  
Referat zaproszony pt. *Four Wave Mixing of BEC and its statistical properties*
3. **5 Krajowe Sympozjum Użytkowników Promieniowania Synchrotronowego, 31 maja - 1 czerwca 1999, Warszawa**  
Udział: doc. E. Sobczak  
Referat pt. *Fe K edge XANES for Fe metal and Fe<sub>3</sub>Si compound*
4. **Dynamics Days 99, 18-25 czerwca 1999, Como, Włochy**  
Udział: mgr D. Wójcik  
Referat pt. *Extracting dynamics of interaction*
5. **Modern Trends in Quantum Optics, 28-30 czerwca 1999, Garching, Niemcy**  
Udział: prof. I. Białynicki-Birula  
Przewodniczenie sesji
6. **Warsztaty "Quantum Gases and Quantum Liquids", 4-24 czerwca 1999, Benasque Center for Science, Hiszpania**  
Udział: mgr K. Góral  
Wykład (z K. Rzążewskim, T. Pfau) pt. *Bose-Einstein condensation with magnetic dipole-dipole forces*
7. **Warsztaty "Quantum Gases and Quantum Liquids", 4-24 czerwca 1999, Benasque Center for Science, Hiszpania**  
Udział: mgr Z. Idziaszek
8. **Warsztaty "Quantum Gases and Quantum Liquids", 4-24 czerwca 1999, Benasque Center for Science, Hiszpania**  
Udział: prof. K. Rzążewski  
Wykład zaproszony pt. *Fluktuacje kondensatu Bosego-Einsteina*

9. **Workshop on Quantum Information, 5-15 lipca 1999, Cambridge, Anglia**  
Udział: doc. K. Życzkowski  
Referat pt. *Quantum Entanglement: generic or unusual property*  
Poster pt. *Monge distance between Quantum States*
10. **International Symposium "Quantum Theory and Symmetries", 18 – 22 lipca 1999, Goslar, Niemcy**  
Udział: prof. J. Kijowski  
Referat zaproszony
11. **Konferencja "Computational Neuroscience", 20-25 lipca 1999, Pittsburgh, USA**  
Udział: dr J. Karbowski  
Referat pt. *Multispikes and synchronization in a large neural network with temporal delays*
12. **Workshop " Methods in Computational Neuroscience ", 2-28 sierpnia 1999, Pittsburgh, USA**  
Udział: dr J. Karbowski
13. **Non-Hermiticity and Disorder, 23-26 sierpnia 1999, Trieste, Włochy**  
Udział: prof. M. Kuś  
Referat zaproszony pt. *Level dynamics of complex matrices*
14. **6-th International Workshop on Atomic Interactions in Laser Fields, 1-3 września 1999, Toruń**  
Udział: mgr K. Góral
15. **6-th International Workshop on Atomic Interactions in Laser Fields, 1-3 września 1999, Toruń**  
Udział: prof. K. Rzążewski  
Wykład zaproszony pt. *Fluktuacje kondensatu Bosego-Einsteina*
16. **Spotkanie Sekcji Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optyki FAMO'99, 3 września 1999, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu**  
Udział: mgr K. Góral i prof. K. Rzążewski  
Poster (z T. Pfau) pt. *Bose-Einstein condensation with magnetic dipole-dipole forces*

17. **Konferencja "EPS-11: Trends in Physics" - 11th General Conference of the European Physical Society, 6-10 września 1999, Church House Conference Centre, Londyn, Wielka Brytania**  
Udział: mgr Z. Idziaszek  
Poster pt. *Fluctuations of the Bose-Einstein condensate*
18. **Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, 6-11 września 1999, Zakopane**  
Udział: doc. K. Życzkowski  
Referat pt. *Topological Entropy & Integration over Fractal Measures*
19. **"XXXV Zjazd Fizyków Polskich", 20-23 września 1999 r., Białystok**  
Udział: mgr Z. Idziaszek
20. **"XXXV Zjazd Fizyków Polskich", 20-23 września 1999 r., Białystok**  
Udział: prof. M. Kuś  
Referat zaproszony pt. *Komputery kwantowe*
21. **"XXXV Zjazd Fizyków Polskich", 20-23 września 1999 r., Białystok**  
Udział: prof. K. Rzążewski  
Referat zaproszony pt. *Kondensacja Bosego-Einsteina*
22. **International Conference on New Applications of Multisymplectic Field Theory, 20-24 września 1999, University of Salamanca, Hiszpania**  
Udział: prof. J. Kijowski
23. **SFB Tagung, 27-30 września 1999, Bad Honeff, Niemcy**  
Udział: doc. K. Życzkowski  
Referat pt. *Truncations of Unitary Matrices*
24. **ICOMP VIII, 3-8 października 1999, Monterey, Kalifornia, USA**  
Udział: prof. K. Rzążewski  
Referat zaproszony (z M. Brewczykiem) pt. *Kulombowska eksplozja cząsteczek*
25. **International Workshop on Complex Systems, 14-17 października 1999, Kazimierz Dolny**  
Udział: doc. K. Życzkowski  
Referat pt. *Hedging and Option Pricing: Black-Sholes Model and beyond*

**26. Workshop on Prospects of Cold Molecules, 8 - 10 listopada 1999,  
International Science Forum of the University of Heidelberg, Heidelberg,  
Niemcy**

Udział: mgr K. Góral

Poster (z K. Rzażewskim i T. Pfau) pt. *Bose-Einstein condensation with magnetic dipole-dipole forces*

**27. Saclay, 19-20 listopada 1999, Francja**

Udział: prof. K. Rzażewski

Referat zaproszony pt. *Testowanie modelu oscylującego lustra*