



Centrum Fizyki Teoretycznej  
Polskiej Akademii Nauk

02-668 Warszawa, Al. Lotników 32/46

REGON 000844815

tel: (+48 22) 847 09 20, tel/fax: (+48 22) 843 13 69

email: [cft@cft.edu.pl](mailto:cft@cft.edu.pl)

[www.cft.edu.pl](http://www.cft.edu.pl)

**SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ**  
**CENTRUM FIZYKI TEORETYCZNEJ PAN**  
**w 2009 roku**

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

1. Klasyczna i kwantowa teoria pola
2. Klasyczny i kwantowy chaos
3. Fizyczne podstawy przetwarzania informacji
4. Inżynieria kwantowa zimnych gazów atomowych i molekularnych
5. Fizyka materii skondensowanej i fizyka statystyczna
6. Zjawiska kosmiczne

Działalność naukowa pracowników Centrum w 2009 roku realizowana była głównie w ramach działalności statutowej i **8** projektów badawczych krajowych finansowanych przez **MNiSW** oraz **1** zagranicznego projektu badawczego.

W 2009 roku Centrum zatrudniało w przeliczeniu na pełne etaty średniorocznie **16** pracowników, w tym **14** pracowników naukowych.

W 2009 roku pracownicy Centrum opublikowali **25** prac naukowych, w tym **19** prac w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, a wśród nich **4** artykuły w **Physical Review**. Na międzynarodowych konferencjach naukowych w roku 2009 pracownicy Centrum wygłosili **25** wykładów.

**Współpraca z zagranicznymi instytutami naukowymi** odgrywa w Centrum znaczącą rolę. W 2009 roku ukazało się drukiem w międzynarodowych czasopismach naukowych 7 prac naukowych pracowników Centrum, zrealizowanych wspólnie z uczonymi z zagranicznych placówek naukowych. W ramach realizacji współpracy z zagranicą w 2009 r. pracownicy Centrum wyjechali na **41** krótkich zagranicznych pobytów naukowych, w tym **31** wyjazdów konferencyjnych. Kolejny rok nie było długoterminowych pobytów naukowych za granicą. W 2009 roku Centrum odwiedziło **3** gości zagranicznych.

Zakupów najbardziej potrzebnych książek do biblioteki podręcznej Centrum dokonuje się najczęściej ze środków zdobytych w ramach projektów badawczych. Lista **drukowanych czasopism zagranicznych** prenumerowanych w 2009 roku przez Centrum obejmowała **4** tytuły. Dostęp przez internet do dużych baz czasopism naukowych w wersji elektronicznej zapewniony był dzięki uczestnictwie Centrum w **konsorcjach**. Centrum posiada lokalną **sieć komputerową** i dostęp do **internetu**, co znakomicie ułatwia pracę naukową. Baza komputerowa jest systematycznie odnawiana i unowocześniana.

Bardzo ważnym elementem działalności edukacyjnej Centrum jest udział w funkcjonowaniu **Szkoły Nauk Ścisłych**, wyższej uczelni powstałej w 1993 roku z inicjatywy środowiska naukowego Instytutów Wydziału III Polskiej Akademii Nauk. Począwszy od roku akademickiego 2001/2002 Szkoła Nauk Ścisłych została włączona do **Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego**. Szkoła ta ma od kilku lat uprawnienia do nadawania stopnia magistra. Centrum Fizyki Teoretycznej PAN (wraz z Instytutem Fizyki PAN i Instytutem Chemii Fizycznej PAN), na mocy porozumienia zawartego z Uniwersytetem Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, uczestniczy w prowadzeniu studiów licencjackich na makrokierunku Matematyka, Fizyka i Chemia oraz

uzupełniających studiach magisterskich z fizyki i chemii. Studia te prowadzone są w ramach Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Szkoły Nauk Ścisłych Uniwersytetu. Kadra naukowa Centrum prowadzi zajęcia dydaktyczne w tej Szkole, łącznie ponad **1000** godzin w ciągu roku.

W 2009 roku kontynuowano w Centrum nabór na 1-3 miesięczne staże naukowe dla uzdolnionych studentów kierunków ścisłych. Spośród 14 stażystów, 6 osób kontynuuje pracę naukową w Centrum w ramach umowy o pracę.

W 2009 roku spora **grupa młodych fizyków (6 asystentów)** pracowała w Centrum nad rozprawami doktorskimi. W roku sprawozdawczym w Centrum obroniło doktorat dwóch młodych pracowników: **dr Roman Werpachowski i dr Mirosław Hardej.**

**Prof. Karol Życzkowski** referował w różnych gremiach na temat statystyki cytowań i indeksów bibliometrycznych oraz opublikował wspólnie z **prof. Markiem Kusiem** i **doc. dr. hab. Lechem Mankiewiczem** artykuł pt. *"Jak porównywać indeksy Hirscha uczonych i instytucji naukowych?"*, Sprawy Nauki 3/114, str. 30-33 (marzec 2009).

Pracownicy CFT PAN są członkami wielu rad naukowych, komitetów i innych organizacji naukowych. Na przykład, **Prof. Marek Kuś** jest członkiem Rad Naukowych Instytutu Fizyki PAN, Instytutu Studiów Społecznych UW, Instytutu Fizyki Teoretycznej UW, przewodniczącym Rady Naukowej Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku, członkiem Prezydium Komitetu Fizyki PAN, przewodniczącym Komisji Rewizyjnej Towarzystwa Popierania i Krzewienia Nauki oraz członkiem komitetu redakcyjnego czasopism **Reports on Mathematical Physics, Journal of Physics B** oraz **Open Systems and Information Dynamics**. Prof. **Iwo Białynicki-Birula** jest członkiem komitetów redakcyjnych czasopism **Physical Review A, Journal of Physics** oraz **Optics Communications**. Prof. **Karol Życzkowski** jest członkiem komitetów redakcyjnych czasopism **Journal of Physics A** oraz **Open Systems and Information Dynamics**. Prof. **Kazimierz Rzażewski** jest członkiem (fellow) Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego (APS) i Brytyjskiego Towarzystwa Fizycznego (IOP). **Dr Tomasz Sowiński** jest kierownikiem organizacyjnym **Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej**.

Naukowi pracownicy Centrum brali żywy udział w **popularyzacji wiedzy fizycznej**. Sporo informacji o dotychczasowych inicjatywach edukacyjnych i popularyzacyjnych Centrum znajduje się na stronie internetowej <http://www.cft.edu.pl/edu/>.

**Dr Tomasz Sowiński** kontynuował współpracę z najstarszym polskim miesięcznikiem popularnonaukowym „Młody Technik”. W roku sprawozdawczym opublikował 12 autorskich artykułów, w których prezentował historie odkryć naukowych. **Dr Tomasz Sowiński** został nominowany do głównej nagrody w piątej edycji konkursu „Popularyzator Nauki”.

Fizycy z naszego Centrum aktywnie uczestniczyli w **13 Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik „Nauka wśród gwiazd”** dnia 30 maja 2009 r. na Podzamczu i Rynku Nowego Miasta w Warszawie. Rok 2009 został ogłoszony przez Zgromadzenie Ogólne ONZ rokiem astronomii na cześć 400 rocznicy pierwszych obserwacji astronomicznych wykonanych przez włoskiego uczonego Galileo Galilei.

W ramach **XIII Festiwalu Nauki** w Warszawie pracownicy CFT PAN zorganizowali 26 września 2009 r. sesję naukową pt. „Fizyk lepszy niż wróżka?”.

**Dr Tomasz Sowiński** sprawował merytoryczną opiekę nad XXXIII Wojewódzkimi Zawodami Fizycznymi województwa lubuskiego, które odbyły się w Gorzowie Wielkopolskim.

**Prof. Łukasz A. Turski i dr Tomasz Sowiński** przygotowali kilka wykładów z fizyki dla najmłodszych w ramach nowopowstałego **Uniwersytetu Dzieci**.

**Doc. Lech Mankiewicz** jest krajowym koordynatorem programu „Wszechświat – własnymi rękami”, koordynatorem zadania „Galileoskop” w ramach Międzynarodowego Roku Astronomii, koordynatorem Społecznościowego Projektu Naukowego „Galaktyczne Zoo” w Polsce, redaktorem portalu EUHOU - PL <http://www.pl.euhou.net> , koordynatorem Edukacyjnego Programu Obserwacji Gwiazd Supernowych <http://www.euhou.net/supernovae> .

Pracownicy naukowcy Centrum występowali publicznie w mediach, udzielali wywiadów w prasie, radio i telewizji (więcej informacji na stronie internetowej Centrum <http://www.cft.edu.pl/media.php> ). Na szczególną uwagę zasługuje działalność **prof. Łukasza A. Turskiego**, który w 2009 roku kontynuował ożywioną działalność publicystyczną w prasie codziennej, w radio i telewizji. **Prof. Łukasz A. Turski**, jako przewodniczący Komitetu Programowego współorganizował **XIII Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik 30.05.2008** na Starym Mieście w Warszawie, największą tego typu imprezę naukową w Europie. **Prof. Łukasz A. Turski** przewodniczy komitetowi programowemu **Centrum Nauki „Kopernik”**, warszawskiego eksploratorium w budowie.

## Omówienie najważniejszych wyników naukowych

1. Przeprowadzono systematyczną analizę badanego od wielu lat problemu lokalizacji fotonów. W wyniku tej analizy okazało się, że należy wprowadzić dwie charakterystyki lokalizacji: elektryczną i magnetyczną, różniące się charakterem dokonywanych pomiarów. Jeżeli dokonujemy pomiarów pola elektrycznego (magnetycznego) możemy stwierdzić, czy foton jest zlokalizowany ze względu na swoje własności elektryczne (magnetyczne). Wyniki badań zostały opublikowane: **I. Białynicki-Birula** and **Z. Białynicka-Birula**, *Why photons cannot be sharply localized*, **Physical Review A** 79, 032112 (2009).
2. Zaproponowano geometryczny i teoriogrupowy opis korelacji kwantowych, komplementarny w stosunku do powszechnie stosowanego. Umożliwiło to konstrukcję efektywnych miar korelacji kwantowych za pomocą wartości oczekiwanych obserwabli. Zaproponowane podejście jest stosowalne dla dowolnej liczby podukładów oraz dla dowolnych symetrii wynikających z nieodróżnialności cząstek tworzących układ. Wyniki opublikowano: **M. Kuś**, **I. Bengtsson**, *“Classical” quantum states*, **Physical Review A** 80, 022319 (2009).
3. Badano zjawisko dekoherencji w kondensacie Bosego-Einsteina. Gaz kwantowy w rzeczywistych eksperymentach podlega zewnętrznym czynnikom niszcącym. Zbadano teoretycznie wpływ strat na funkcje korelacji w kondensacie i opisano skutki rozpraszania atomów podczas zderzenia dwóch kondensatów Bosego-Einsteina. Wyniki opublikowano: **K. Pawłowski**, **K. Rządewski**, *Decoherence in the collision of two Bose-Einstein condensates*, **Physical Review A** 79, 043628 (2009).

## Opis merytoryczny realizowanych prac wg planu zadaniowo-finansowego

### ZADANIE BADAWCZE Nr 1. Klasyczna i kwantowa teoria pola

#### *a) Kryterium lokalizowalności fotonów*

Przeprowadzono systematyczną analizę badanego od wielu lat problemu lokalizacji fotonów. W wyniku tej analizy okazało się, że należy wprowadzić dwie charakterystyki lokalizacji: elektryczną i magnetyczną, różniące się charakterem dokonywanych pomiarów. Jeżeli dokonujemy pomiarów pola elektrycznego (magnetycznego) możemy stwierdzić, czy foton jest zlokalizowany ze względu na swoje własności elektryczne (magnetyczne). Wyniki badań zostały opublikowane: **I. Bialynicki-Birula** and Z. Bialynicka-Birula, *Why photons cannot be sharply localized*, **Physical Review A** 79, 032112 (2009).

#### *b) Stany atomowe samorzutnie zdeformowane*

Stworzono model atomów wieloelektronowych, z którego wynika, że w atomach mogą istnieć stany samorzutnie zdeformowane, podobne do takich stanów jąder atomowych. Wyniki tych badań zostały przedstawione a pracy : **I. Bialynicki-Birula**, Z. Bialynicka-Birula, *Simple model of self-supported deformed states of isolated atoms*, która jest w druku w **Physical Review A**.

#### *c) Produkcja fotonów przez przyspieszany ośrodek*

Opisano proces produkcji fotonów przez przyspieszany ośrodek. Część tych badań została umieszczona w pracy magisterskiej Łukasza Rudnickiego. **Ł. Rudnicki and I. Bialynicki-Birula**, *Dynamical Casimir effect in uniformly accelerated media*, **Optics Communications** 283, 644 (2010).

*d) Dynamika pola bezmasowego*

Zbadano dynamikę pola bezmasowego w zerowej nieskończoności czasoprzestrzennej, czyli na tej części brzegu czasoprzestrzeni (tzw. brzegu Penrose'a), którą nazywamy „Scri”. Znalaziono Hamiltonian generujący tę dynamikę oraz zbadano strukturę kanoniczną danych pola na „Scri”. Pokazano, że można konstruować kwantową teorię pola w języku tych danych. Wyniki opublikowano: **W. Chmielowiec, J. Kijowski**, *Hamiltonian description of radiation phenomena: Trautman-Bondi energy and corner conditions*, **Rep. Math. Phys.** **64** (2009) str. 223 – 240.

## **ZADANIE BADAWCZE Nr 2. Klasyczny i kwantowy chaos**

### ***a) Nowy opis korelacji kwantowych***

Zaproponowano geometryczny i teoriogrupowy opis korelacji kwantowych, komplementarny w stosunku do powszechnie stosowanego. Umożliwiło to konstrukcję efektywnych miar korelacji kwantowych za pomocą wartości oczekiwanych obserwabli. Zaproponowane podejście jest stosowalne dla dowolnej liczby podukładów oraz dla dowolnych symetrii wynikających z nieodróżnialności cząstek tworzących układ. Wyniki opublikowano: **M. Kuś**, I. Bengtsson, “*Classical*” quantum states, **Physical Review A** 80, 022319 (2009).

### ***b) Losowe macierze bistochastyczne***

Podano konstrukcję algorytmu generowania losowych macierzy bistochastycznych wedle zadanej miary na wielościanie Birkhoffa. Wyniki opublikowano: V. Cappellini, H.-J. Sommers, W. Bruzda and **K. Życzkowski**, *Random bistochastic matrices*, **J. Phys. A** 42, 365209 (2009).



### **ZADANIE BADAWCZE Nr 3. Fizyczne podstawy przetwarzania informacji**

#### ***a) Klasyfikacja stożków odwzorowań***

Podano klasyfikację stożków odwzorowań dodatnich oraz stożków dualnych. Wyniki opublikowano: Ł. Skowronek, E. Stormer, and **K. Życzkowski**, *Cones of positive maps and their duality relations*, **J. Math. Phys.** **50**, 062106 (2009).

#### ***b) Własności zbioru świadków splątania***

Zbadano własności zbioru świadków splątania za pomocą wielomianów dodatnich. Wyniki opublikowano: Ł. Skowronek and **K. Życzkowski**, *Positive maps, positive polynomials and entanglement witnesses*, **J. Phys. A** **42**, 325302 (2009).

## ZADANIE BADAWCZE Nr 4. Inżynieria kwantowa zimnych gazów atomowych i molekularnych

### *a) Zderzenie dwóch kondensatów Bosego-Einsteina*

Badano zjawisko dekoherencji w kondensacie Bosego-Einsteina. Gaz kwantowy w rzeczywistych eksperymentach podlega zewnętrznym czynnikom niszczącym. Zbadano teoretycznie wpływ strat na funkcje korelacji w kondensacie i opisano skutki rozpraszania atomów podczas zderzenia dwóch kondensatów Bosego-Einsteina. Wyniki opublikowano: **K. Pawłowski, K. Rzązewski**, *Decoherence in the collision of two Bose-Einstein condensates*, **Physical Review A** 79 , 043628 (2009).

### *b) Statystyka doskonałego gazu Bosego*

Wykazano, że poprawną statystykę doskonałego gazu Bosego można odtworzyć za pomocą pól klasycznych odpowiednio dobierając parametr obcięcia. Korzystając z tej obserwacji opisano statystykę słabo oddziałującego gazu Bosego w pudle z okresowymi warunkami brzegowymi. Wykorzystano do tego celu klasyczny algorytm Metropolis'a pozwalający efektywnie generować klasyczne rozkłady kanoniczne. Wyniki opublikowano: E. Witkowska, M. Gajda, and **K. Rzązewski**, *Bose statistics and classical fields*, **Phys. Rev. A** 79, 033631 (2009); Witkowska, M. Gajda, and **K. Rzązewski**, *Monte Carlo method, classical fields and Bose statistics*, **Opt. Comm.** (w druku).

### *c) Drgania kwadrupolowe kondensatu Bosego-Einsteina*

Rozwijaną od wielu lat metodę pól klasycznych zastosowaliśmy do klasycznego i trudnego do opisu teoretycznego doświadczenia E. Cornella, w którym zbadano zależność od temperatury częstości drgań kwadrupolowych kondensatu. Przy sposobności podaliśmy precyzyjną receptę na generowanie stanu kondensatu o zadanej liczbie cząstek i zadanej temperaturze. uzyskaliśmy dobrą zgodność z doświadczeniem. Wyniki opublikowano: T. Karpiuk, M. Brewczyk, M. Gajda, and **K. Rzązewski**, *Constructing classical field for a Bose-Einstein condensate in arbitrary trapping potential; quadrupole oscillations at nonzero temperatures*, **Phys. Rev. A** (w druku).

#### *d) Zjawiska dekoherencji*

Zjawiska dekoherencji stanowią największe wyzwanie dla rozwijającej się inżynierii kwantowej. Zbadano wpływ atomów tła na spójność atomów sieci optycznej. Narzędziem jest tu odpowiednie równanie master. Korzystając z analitycznego rozwiązania zbadano zarówno dekoherencję stanu izolatora Mott, jak i stanu nadciekłego. Przedstawiono krytyczną ocenę użycia stanów koherentnych do opisu stanu nadciekłego. Wyniki wysłano do publikacji: **K. Pawłowski** and **K. Rzązewski**, *Background atoms and decoherence in optical lattices*, **Phys. Rev. A** (w druku).

## **ZADANIE BADAWCZE Nr 5. Wybrane zagadnienia fizyki materii skondensowanej**

### ***a) Zastosowania nawiasów Diraca***

Dokonano dalszych rozwinięć techniki symplektycznych i dysypatywnych (metryplektycznych) nawiasów Diraca w rozmaitych zastosowaniach: od dynamiki układów kilku punktów materialnych z więzami po długie łańcuchy typu polimerów ze sztywnymi łańcuchami szkieletu. Zbadano nowe sformułowanie implementacji obliczania nawiasów Diraca w dynamice układów fizycznych z więzami. Wyniki opublikowano: Sonnet Hung Q. Nguyen, **Ł. A. Turski**, *Recursive properties of Dirac and metriplectic Dirac brackets with applications*, **Physica A 388**, 91 (2009).

### ***b) Oddziaływanie fal spinowych z defektami***

Zbadano zjawiska oddziaływania fal spinowych w ośrodkach ferromagnetycznych z defektami topologicznymi, w szczególności dyslokacjami. Wyniki opublikowano: **Ł. A. Turski, M. Mińkowski**, *Spin Wave Interaction with Topological Defects*, **Journal of Physics: Condensed Matter 21**, 376001 (2009).

## **ZADANIE BADAWCZE Nr 6. Badania zjawisk kosmicznych w różnych skalach czasowych**

### ***a) Obserwacje błysków detektorem „Pi of the Sky”***

W roku 2009 roku kontynuowano badania błysków kosmicznych przy użyciu zautomatyzowanego prototypowego detektora „Pi of the Sky” umiejscowionego w Las Campanas Observatory w Chile. Dzięki dofinansowaniu z Sieci Naukowej PSAC jedna z kamer detektora w Chile została wyposażona w filtr R. Opracowano najefektywniejsze algorytmy pozwalające na wyszukiwanie gwiazd nowych oraz zmiennych na zdjęciach pochodzących z nocnych i porannych skanów nieba. Badano stabilność fotometryczną rejestrowanych obiektów oraz poszukiwano metod pozwalających na jej poprawę. Kontynuowano prace nad budową nowego znacznie większego detektora „Pi of the Sky”.

### ***b) Obserwacje w dalekiej podczerwieni z satelity AKARI***

W ramach współpracy polsko-japońskiej analizowano obiekty kosmiczne na podstawie obserwacji nieba w podczerwieni pochodzących z japońskiego satelity AKARI. Zidentyfikowano szereg jasnych źródeł punktowych zaobserwowanych w rzadko dotychczas obserwowanych pasmach dalekiej podczerwieni w polu AKARI Deep Field South nazwanym skrótowo ADF-S. Zbudowano katalog 1000 najjaśniejszych obiektów, spośród których zidentyfikowano i scharakteryzowano ponad połowę za pomocą modelowania widm tzw. Spectral Energy Distributions w skrócie SEDs. Okazało się, że katalog ADF-S zawiera populację bliskich galaktyk o różnym składzie uwzględniając proporcje gazu i pyłu, a także o bardzo zróżnicowanej aktywności gwiazdotwórczej. Jest to pierwsza analiza odkrywająca na taką skalę naturę źródeł obserwowanych w dalekiej podczerwieni. Wyniki zostały przygotowane do druku w specjalnym numerze **Astronomy&Astrophysics**, poświęconym projektowi AKARI: **K. Malek**, A. Pollo, M. Shirahata, S. Matsuura, M. Kawada, T.T. Takeuchi, „*Identifications and SEDs of the detected sources from the AKARI Deep Field South*”, arXiv:0903.3987v2; **K. Malek**, A. Pollo, T. T. Takeuchi, **P. Bienias**, M. Shirahata, S. Matsuura, M. Kawada, „*Star forming galaxies in the AKARI Deep Field South: identifications and SEDs*”, arXiv:0911.5598v1.

***c) Obserwacje spektroskopowe obiektów teleskopem VLT ESO***

W ramach międzynarodowego projektu VIPERS wykonano optyczne badania przeglądowe nieba na teleskopie VLT ESO za pomocą spektrografu VIMOS we współpracy z Istituto Nazionale di Astrofisica w Mediolanie. Wykonano kilkanaście masek do multispektroskopu oraz zmierzono przesunięcie ku czerwieni (redshift) dla ponad tysiąca zaobserwowanych obiektów.

**Wykaz projektów badawczych realizowanych w CFT PAN w 2009 r.**

**Wykaz krajowych projektów badawczych**

<b>Kierownik</b>	<b>Temat</b>	<b>Nr projektu</b>	<b>Okres od-do</b>
prof. K. Rzążewski	Kwantowo zdegenerowane gazy atomowe i molekularne	ESF/77/2006	2006-2009
prof. M. Kuś	Uniwersalność w układach mezoskopowych II	DFG-SFB/38/2007	2007-2010
dr Z. Idziaszek	Metody funkcjonału gęstości do opisu zimnych gazów Fermiego oraz zimne zderzenia atomów oddziałujących siłami typu dipol-dipol	N N202 1435 33	2007-2009
prof. I. Białynicki-Birula	Elektrodynamika kwantowa kubitów i kuditów	N N202 2811 34	2008-2010
doc. L. Mankiewicz	Wykorzystanie prototypowego detektora "Pi of the Sky" do poszukiwań pierwotnej emisji optycznej z rozbłysków gamma oraz innych szybkozmiennych zjawisk astronomicznych kosmicznego pochodzenia w różnych zakresach widma	N N202 125036	2009-2011
prof. K. Rzążewski	Dekoherencja kondensatu Bosego-Einsteina	N N202 126536	2009-2011
doc. L. Mankiewicz	Krajowa sieć naukowa pt. „Polska Sieć Astrofizyki Cząstek”	brak	2008-2009
prof. K. Rzążewski	Krajowa sieć naukowa pt. „Laboratorium Fizycznych Podstaw Przetwarzania Informacji”	brak	2008-2009

**Wykaz zagranicznych projektów badawczych**

<b>Kierownik</b>	<b>Temat</b>	<b>Nr projektu</b>	<b>Okres od-do</b>
prof. M. Kuś	Symmetries and Universality in mesoscopic systems II	projekt DFG nr SFB/TR-12	2007-2011

## Najważniejsze wyniki projektów badawczych zakończonych w 2009 r.

### 1. Projekt badawczy nr N N202 1435 33

**pt. " Metody funkcjonału gęstości do opisu zimnych gazów Fermiego oraz zimne zderzenia atomów oddziałujących siłami typu dipol-dipol",**

**kierownik dr Zbigniew Idziaszek**

**okres realizacji: 2007.10.15– 2009.10.14**

W ramach projektu badane były metody funkcjonału gęstości w zastosowaniu do zimnych gazów Fermiego oraz zderzenia zimnych atomów oraz polarnych molekuł posiadających niezerowy moment dipolowy.

W zakresie zadania dotyczącego zimnych zderzeń, najpierw zbadaliśmy oddziaływania atomów w wyższych falach parcjalnych istotnych dla oddziaływań dipolowych. W tym celu znaleźliśmy nowe reprezentacje dla pseudopotencjałów opisujących oddziaływania w dowolnej fali parcjalej, które są przydatne zarówno do potencjałów sferycznie symetrycznych jak i anizotropowych typu dipol-dipol. Znalezione pseudopotencjały można stosować do opisu rezonansów Feshbacha, co pozwoliło zbadać rezonanse Feshbacha w wyższych falach parcjalnych w przypadku atomów umieszczonych w ciasnych pułapkach. Opracowane metody analityczne posłużyły też do zbadania tzw. kontrolowanych zderzeń, w których proces zderzenia kontrolowany jest przez zmiany położenia ciasnych pułapek utrzymujących atomy. Dla tego przypadku znaleźliśmy rozwiązania analityczne na dynamikę atomów, które zostały zastosowane do opracowania nowego schematu bramki kwantowej dla rozseparowanych zimnych atomów, sterowanej zewnętrznym polem magnetycznym.

Następnie zbadaliśmy własności rozpraszania oraz stanów związanych cząstek oddziałujących siłami dipol-dipol w przestrzeni swobodnej. W naszym opisie zastosowaliśmy metodę defektu kwantowego, zakładając, że na małych odległościach oddziaływanie międzyatomowe jest zdominowane siłami krótkozasięgowymi typu van der Waalsa. Zauważyliśmy, że obecność potencjału dipolowego renormalizuje długość rozpraszania w fali  $s$ , a przez to prowadzi do wystąpienia rezonansów dla skończonej wartości długości rozpraszania, podobnie jak ma to miejsce w obecności ciasnych pułapek. Potencjał dipolowy wpływa także na własności stanów związanych powodując, że płytkie stany związane występują także dla ujemnych wartości długości rozpraszania



Metoda defektu kwantowego została uogólniona na przypadek zderzeń zimnych polarnych molekuł, które charakteryzuje obecność dużych strat na skutek reakcji chemicznych pomiędzy molekułami na małych odległościach. Pokazaliśmy, że w przypadku dużego prawdopodobieństwa reakcji, rozpraszanie molekuł wykazuje własności uniwersalne, zależne tylko od części długozasięgowej potencjału oddziaływania. Wyznaczone przez nas szybkości zderzeń elastycznych i strat oparte o obliczone metodami *ab initio* potencjały długozasięgowe, bardzo dobrze zgadzają się z najnowszymi pomiarami dla molekuł KRb wykonanymi w laboratoriach JILA (USA).

W zadaniu dotyczącym badania silnie oddziałującego zimnego gazu fermionów przy pomocy metod funkcjonału gęstości, zastosowaliśmy rozwinięcie funkcjonału gęstości zawierające człony zależne od gradientu gęstości, oraz od wyższych pochodnych, które pozwalają opisać efekty wykraczające poza przybliżenie lokalnej gęstości. Współczynniki stojące przy poszczególnych członach zostały znalezione metoda wariacyjną, oraz zweryfikowane poprzez porównanie ze ścisłymi wynikami analitycznymi i numerycznymi, dla odpowiednio, układów dwu- i trzy-atomowych. Znalezione funkcjonały gęstości zastosowaliśmy do zbadania podstawowych własności termodynamicznych zimnego gazu Fermiego w reżimie unitarnym.

## Współpraca z zagranicą

Współpraca z zagranicznymi instytutami naukowymi odgrywa w Centrum zasadniczą rolę w realizacji ustanowionego na dany rok programu naukowego. Zarówno tematy badawcze z zakresu badań statutowych, jak i poszczególnych projektów badawczych, prowadzone są często przy współudziale uczonych z zagranicy

W 2009 roku Centrum realizowało 1 umowę o naukowej współpracy bezpośredniej zawartą z grupą placówek niemieckich koordynowaną przez Institut für Theoretische Physik Universität zu Köln w ramach projektu badawczego DFG nr SFB/TR-12.

Centrum Fizyki Teoretycznej współpracuje bez podpisania formalnej umowy z następującymi placówkami naukowymi:

- 1) Oxford University, Oxford, Anglia;
- 2) Uniwersytet Wiedeński, Austria;
- 3) Universite Marseille-Luminy, Department de Physique, Marseille, Francja;
- 4) Universite M. et P. Curie (Paris VI), Francja;
- 5) Institute of Photonic Sciences, Barcelona, Hiszpania;
- 6) Perimeter Institute for Theoret. Physics, Waterloo, Kanada;
- 7) Laboratorium Synchrotronowe HASYLAB przy Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg, Niemcy;
- 8) Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme, Drezno, Niemcy;
- 9) Max-Planck-Institut für Mathematik in Naturwissenschaften, Lipsk, Niemcy;
- 10) Uniwersytet w Lipsku, Niemcy;
- 11) Universität Ulm, Abteilung für Quantenphysik, Ulm, Niemcy;
- 12) Universität Bern, Bern, Szwajcaria;
- 13) Instytut Fizyki Uniwersytetu w Sztokholmie, KSzAN, Szwecja;
- 14) International Center for Mathematical Modeling, Växjö University, Szwecja;
- 15) NIST, Gaithersburg, MD, USA;
- 16) University of New Mexico, Department of Physics and Astronomy, Albuquerque, USA;
- 17) University of Arizona, USA;
- 18) CNR-INFM, BEC Center, Uniwersytet w Trydencie, Włochy;
- 19) Politecnico di Milano, Dipartimento di Matematica Applicata, Mediolan, Włochy;

20) Università degli Studi di Milano, Istituto di Fisica, Istituto di Matematica, Mediolan, Włochy;

21) Uniwersytet w Pawii, Pawia, Włochy;

22) Uniwersytet w Neapolu, Włochy.

Współpraca Centrum z zagranicznymi ośrodkami naukowymi jest jednym z najważniejszych elementów działalności Centrum. Wynikiem tej współpracy są przede wszystkim wykonane wspólnie z kolegami z zagranicy prace naukowe.

Krótkie wyjazdy badawcze zagraniczne pracowników Centrum odgrywają ważną rolę w realizacji zadań naukowych naszej placówki oraz w utrzymaniu wysokiego poziomu osiągnięć naukowych placówki na tle nauki światowej. Przyjazdy fizyków z zagranicznych ośrodków naukowych umożliwiają przeprowadzenie wnikliwych dyskusji naukowych, a wygłaszane przez gości seminaria mają za słuchaczy nie tylko pracowników Centrum, ale też pracowników innych instytutów naukowych oraz Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Warszawskiej.

Uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach naukowych służy prezentacji wyników naukowych Centrum na forum międzynarodowym.

## Wykaz publikacji pracowników CFT PAN

Lp.	Autorzy	Tytuł	Wydawnictwo	Punkty
1	Iwo Białynicki-Birula, Zofia Białynicka-Birula	Why photons cannot be sharply localized	Phys. Rev. A 79, 032112 (2009) [8 pages]	24
2	A. Drelinkiewicz, J.W. Sobczak, E. Sobczak, M. Krawczyk, A. Zięba and A. Waksmundzka-Góra	Physicochemical and catalytic properties of Pt-poly(4-vinylpyridine) composites	Materials Chemistry and Physics 114, 2009, pp. 763-773	24
3	Z. Idziaszek, Ł. Zawitkowski, M. Gajda and K. Rzażewski	Fluctuations of a weakly interacting Bose-Einstein condensate	EPL (Europhysics Letters) 86 (2009) 10002 [5 pages]	24
4	Tomasz Karpiuk, Mirosław Brewczyk, Mariusz Gajda and Kazimierz Rzażewski	Decay of multiply charged vortices at nonzero temperatures	Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics 42 (2009) 095301 (6pp)	24
5	Marek Kuś and Ingemar Bengtsson	"Classical" quantum states	Phys. Rev. A 80, 022319 (2009) [13 pages]	24
6	Krzysztof Pawłowski and Kazimierz Rzażewski	Decoherence in the collision of two Bose-Einstein condensates	Phys. Rev. A 79, 043628 (2009) [8 pages]	24
7	L. A. Turski and M. Mińkowski	Spin wave interaction with topological defects	Journal of Physics: Condensed Matter 21 (2009) 376001 (4pp)	24
8	Emilia Witkowska, Mariusz Gajda, and Kazimierz Rzażewski	Bose statistics and classical fields	Phys. Rev. A 79, 033631 (2009) [4 pages]	24
9	Wojciech Bruzda, Valerio Cappellini, Hans-Jürgen Sommers, Karol Życzkowski	Random quantum operations	Physics Letters A 373 (2009) pp: 320-324	20
10	Valerio Cappellini, Hans-Jürgen Sommers, Wojciech Bruzda and Karol Życzkowski	Random bistochastic matrices	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 42 (2009) 365209 (23 pp)	20
11	Janusz Grabowski, Marek Kuś and Giuseppe Marmo	Wigner's theorem and the geometry of extreme positive maps	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 42 (2009) 345301 (20pp)	20
12	J. Kijowski, G. Magli and D. Malafarina	The general exact solution for relativistic spherical shells	International Journal of Modern Physics D 18 (2009) 1801-1808	20
13	Jerzy Kijowski, Piotr Podleś	A geometric analysis of the Maxwell field in a vicinity of a multipole particle and a new family of special functions	Journal of Geometry and Physics 59 (2009) 693-709	20
14	Sonnet Hung Q. Nguyen, Ł. A. Turski	Recursive properties of Dirac and metriplectic Dirac brackets with applications	Physica A 388, 91-103 (2009)	20
15	Łukasz Skowronek and Karol Życzkowski	Positive maps, positive polynomials and entanglement witnesses	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 42 (2009) 325302 (14pp)	20

16	Łukasz Skowronek, Erling Størmer, and Karol Życzkowski	Cones of positive maps and their duality relations	J. Math. Phys. 50, 062106 (2009)	15
17	Witold Chmielowiec and Jerzy Kijowski	Hamiltonian description of radiation phenomena: Trautman-Bondi energy and corner conditions	Reports on Mathematical Physics 64 (2009) 223-240	10
18	J. Kijowski, G. Magli and D. Malafarina	Hamiltonian formulation of spherical shell's dynamics from first principles	Reports on Mathematical Physics 64 (2009) 241-247	10
19	T. Sowiński	Two-Level Atom at Finite Temperature	Acta Physica Polonica A 116 (2009) 994-1005	10
20	A. Majcher, T. Batsch, M. Cwiok, W. Dominik, G. Kasprowicz, A. Majczyna, K. Malek, L. Mankiewicz, Kr. Nawrocki, R. Pietrzak, L. W. Piotrowski, M. Ptasinska, M. Siudek, M. Sokolowski, J. Uzycki, P. Wawer, R. Wawrzaszek, G. Wrochna, M. Zaremba, and A. F. Żarnecki	Gamma-ray bursts and GRB080319B	Proc. SPIE Vol. 7502, 75020G (Aug. 5, 2009)	brak
21	A. Majczyna, M. Nalezyty, M. Siudek, K. Malek, A. Barnacka, L. Mankiewicz, and A. F. Żarnecki	Variable stars classification based on photometric data from the "Pi of the Sky" Project	Proc. SPIE Vol. 7502, 75020H (Aug. 5, 2009)	brak
22	K. Malek, T. Batsch, M. Cwiok, W. Dominik, G. Kasprowicz, A. Majcher, A. Majczyna, L. Mankiewicz, K. Nawrocki, R. Pietrzak, L. W. Piotrowski, M. Ptasinska, M. Siudek, M. Sokolowski, J. Uzycki, P. Wawer, R. Wawrzaszek, G. Wrochna, M. Zaremba, and A. F. Żarnecki	General overview of the "Pi of the Sky" system	Proc. SPIE Vol. 7502, 75020D (Aug. 5, 2009)	brak
23	Sokolowski, M. Cwiok, W. Dominik, J. Juchniewicz, G. Kasprowicz, A. Majcher, A. Majczyna, K. Malek, L. Mankiewicz, K. Nawrocki, R. Pietrzak, L. W. Piotrowski, D. Rybka, J. Uzycki, R. Wawrzaszek, G. Wrochna, M. Zaremba, and A. F. Żarnecki	Prompt optical observations of GRBs with "Pi of the Sky" system	AIP Conf. Proc. -- May 25, 2009 - Volume 1133, pp. 306-311	brak
24	M. Sokolowski, K. Malek, L. W. Piotrowski, and G. Wrochna	Detection of short optical transients of astrophysical origin in real time	Proc. SPIE Vol. 7502, 75020F (Aug. 5, 2009)	brak
25	R. Wawrzaszek, P. Wawer, M. Sokolowski, K. Nawrocki, R. Pietrzak, K. Malek, M. Zaremba, and L. W. Piotrowski	Possible use of the 'Pi of the Sky' system in a space situational awareness program	Proc. SPIE Vol. 7502, 75020J (Aug. 5, 2009)	brak

### Publikacje popularno-naukowe

Lp.	Autorzy	Tytuł	Wydawnictwo
1	M. Kuś, L. Mankiewicz, K. Życzkowski	Porównywanie indeksów Hirscha uczonych i instytucji naukowych	Sprawy Nauki 3 (2009), str. 30-33

2	T. Sowiński	Demon Maxwella	Młody Technik 01/2009, str. 44-47
3	T. Sowiński	Prawa termodynamiki	Młody Technik 02/2009, str. 44-47
4	T. Sowiński	Ta niesamowita fizyka	Młody Technik 03/2009, str. 54-57
5	T. Sowiński	Czy to koniec ery Gutenberga?	Młody Technik 04/2009, str. 24-26
6	T. Sowiński	Tajemnice lasera cz. 1	Młody Technik 04/2009, str. 52-55
7	T. Sowiński	Tajemnice lasera cz. 2	Młody Technik 05/2009, str. 50-53
8	T. Sowiński	Paradoks na kawałku szkła	Młody Technik 06/2009, str. 52-55
9	T. Sowiński	O ruchu, którego nie sposób poznać	Młody Technik 07/2009, str. 54-57
10	T. Sowiński	Tajemne zdolności fotonu cz. 1	Młody Technik 08/2009 str. 52-56
11	T. Sowiński	Tajemne zdolności fotonu cz. 2	Młody Technik 09/2009 str. 44-48
12	T. Sowiński	Foton ze strzałką na plecach cz. 1	Młody Technik 10/2009 str. 44-47
13	T. Sowiński	Foton ze strzałką na plecach cz. 2	Młody Technik 11/2009 str. 50-53
14	T. Sowiński	Foton ze strzałką na plecach cz. 3	Młody Technik 12/2009 str. 52-55
15	T. Sowiński	Racja obserwacji	Charaktery 5/2009, str. 76-79
16	Ł.A. Turski	Pożyteczność twórczości Richarda Dawkinsa	Studia Bobolanum 2 (2009) str.5
17	K. Życzkowski	Czy naukowcy z Polski mają szanse na granty European Research Council?	Forum Akademickie 4 (2009), str. 22-26
18	K. Życzkowski	Nagroda FNP 2008 dla Ryszarda Horodeckiego	Postępy Fizyki 60, 47-49 (2009)
19	K. Życzkowski	How to get an Advanced Grant of the European Research Council?	Europhysics News, nr 40/4 (2009), p. 7-8

20	K. Życzkowski	Czy i jak reformować naukę polską?	Forum Akademickie nr 11 (2009), str. 22-23
----	---------------	------------------------------------	--

Referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych i w placówkach zagranicznych

Lp.	Autor	Tytuł wykładu	Nazwa konferencji lub placówki
1	prof. I. Białyński-Birula	Deformed states of atoms	Quantum Challenges, 12.06.2009, Zakopane
2	prof. J. Kijowski	A consistent theory of interacting particles and fields	II-gi Instytut Fizyki Uniwersytetu w Hamburgu
3	prof. J. Kijowski	Gravitational energy	Non-perturbative Gravity and Quantum Chromodynamics", Zakopane, 31 maja - 10 czerwca 2009
4	prof. J. Kijowski	Gravitation: field of inertial frames	„41st Symposium on Mathematical Physics”, Toruń, 5-7 czerwca 2009
5	prof. J. Kijowski	Kähler structures, symplectic geometry and asymptotic degrees of freedom	“Current Geometry 2009”, Vietri, 24-27 czerwca 2009
6	prof. J. Kijowski	Fractional Fourier transform, reproducing kernels and geometric quantization	„Quantum and Combinatorics”, Zakopane, 11-15 listopada 2009
7	prof. M. Kuś	Nonintegrability in Hamiltonian Systems	Symmetries and Universality in Mesoscopic Systems, 8-12.02.2009, Langeoog
8	prof. M. Kuś	Separability and entanglement of identical particles	XXIV International Workshop on Differential Geometric Methods in Theoretical Physics, 24-30.08.2009, Levico
9	prof. M. Kuś	Geometry of the set of “classical” states	Geometry of Quantum Entanglement, 6-12.12.2009, Oberwolfach
10	mgr K. Małek	„Pi of the Sky” detektor	Workshop on Robotic Autonomous Observatories, Málaga, Spain, 18-21 May 2009
11	mgr K. Małek	Prompt optical observations of GRB 080319B with “Pi of the Sky” detector	The International Conference of Young Astronomers, 7-13.09.2009, Krakow
12	prof. K. Rzażewski	Bose statistics and classical fields	Finite Temperature Nonequilibrium Superfluid Systems, Durham, 14-17 września 2009
13	prof. K. Rzażewski	Bose statistics and classical fields	Uniwersytet w Stuttgarcie

14	prof. K. Życzkowski	Random density matrices and random operations	Universita Autonoma Barcelona
15	prof. K. Życzkowski	Local numerical Range - a versatile tool for quantum information	6-Central European Quantum Information Procesing workshop, Jindrichuv Hradec
16	prof. K. Życzkowski	Chaos in Interacting Quantum Systems	Nonlinear Dynamics in Quantum Systems, Krasnojarsk
17	prof. K. Życzkowski	Product numerical range: a versatile tool in the theory of quantum information	Workshop on Mathematics and Quantum Information Theory, Institute of Quantum Information, Waterloo
18	prof. K. Życzkowski	On complex Hadamard matrices and their applications	12th Workshop: Non-commutative Harmonic Analysis, Bedlewo
19	prof. K. Życzkowski	Product numerical range: an algebraic tool for quantum theory of composed systems	Symmetry and Structural Properties of Condensed Matter 2009, Myczkowce
20	prof. K. Życzkowski	On statistics of scientific citations and performance indices	Smoluchowski Symposium on Statistical Physics, Zakopane
21	prof. K. Życzkowski	Numerical range as a tool in quantum theory	Universality and symmetries in mesoscopic systems, Gdansk
22	prof. K. Życzkowski	Square root voting system of Penrose, optimal quota and pi	Statistische Woche Wuppertal 2009
23	prof. K. Życzkowski	Complex Hadamard Matrices	Workshop "Combinatorial Physics", Zakopane
24	prof. K. Życzkowski	Universality of spectra of interacting quantum systems	Symposium on Quantum Chaos, Buenos Aires

Uwaga: Uprzejmie informujemy, że pierwsze posiedzenie Rady Naukowej CFT PAN w bieżącym roku odbędzie się 5 marca 2010 roku. W związku z tym opinię Rady Naukowej o rocznym sprawozdaniu placówki nadeślemy zaraz po posiedzeniu Rady.

Warszawa, 22 lutego 2010 r.