

Szczegółowy plan zadaniowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN na 2016 r.

Temat 1. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI I ASTROFIZYKI CZĄSTEK

BADANIA EKSPERYMENTALNE

zadanie 1. Eksperyment Belle na akceleratorze KEKB i eksperyment Belle II na SuperKEKB (Japonia) (Maria Różańska)

cel realizacji zadania

Badanie rzadkich rozpadów mezonów B.

1. Udział w analizach danych Belle (Maria Różańska)
2. Udział w przygotowaniu do Belle II na SuperKEKB (Andrzej Bożek)
3. Projektowanie i prototypowanie układów ASIC i detektorów mozaikowych w technologiach SOI, DEPFET oraz budowa systemów detektora wierzchołka (Piotr Kapusta)

Na program badawczy eksperymentu Belle, przeprowadzonego w latach 1999-2010 na zderzaczu KEKB w instytucie KEK, składają się przede wszystkim szczegółowe testy modelu standardowego w części dotyczącej fizyki zapachu, połączone z poszukiwaniem efektów wykraczających poza teorię oddziaływań elektroslabych. Program ten jest realizowany w sektorze mezonów pięknych i powabnych oraz ciężkich leptonów τ , dla których eksperyment zarejestrował rekordowe próbki danych, sięgające blisko miliarda przypadków. Kontynuacją tego przedsięwzięcia jest przygotowywany obecnie eksperyment nowej generacji, Belle II na zderzaczu SuperKEKB. W związku z budową spektrometru Belle II rozwijane są nowe technologie, zwłaszcza w dziedzinie monolitycznych detektorów mozaikowych.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prowadzonych prac będą precyzyjne pomiary obserwabli czułych na efekty spoza Modelu Standardowego w rozpadach mezonów B, B_s, D, D_s i leptonów τ w oparciu o największą obecnie dostępną próbkę danych, zebraną w warunkach fabryki B oraz publikacje otrzymanych wyników w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.

Monolityczne detektory mozaikowe, rozwijane dla eksperymentów fizyki wysokich energii, mogą w przyszłości znaleźć zastosowanie w obrazowaniu medycznym i w radiobiologii.

zadanie 2. Eksperymenty promieniowania kosmicznego: AUGER i CREDO (Henryk Wilczyński)

cel realizacji zadania

- 1) Analiza procesu detekcji wielkich pęków atmosferycznych, akwizycja i analiza danych w Obserwatorium Pierre Auger (Henryk Wilczyński)

Celem eksperymentu Pierre Auger jest badanie promieni kosmicznych o skrajnie wysokich energiach, powyżej 10¹⁸eV. Pochodzenie tych cząstek nie jest znane – jego wyjaśnienie jest jednym z najważniejszych problemów współczesnej astrofizyki. Obserwatorium Pierre Auger jest wyposażone w tzw. hybrydowy układ detekcji wielkich pęków atmosferycznych, który umożliwia pomiary wielkich pęków z bezprecedensową dokładnością. Aby wykorzystać te możliwości, potrzebna jest szczegółowa analiza procesów rozwoju wielkiego pęku i jego rejestracji w detektorach, a także uściślenie wielu stosowanych do tej pory

przybliżeń. Prace prowadzone w IFJ PAN koncentrują się na tych właśnie zagadnieniach. Poza tym prowadzone są dyżury w Obserwatorium w celu akwizycji danych eksperymentalnych oraz analiza fizyczna tych danych. Prowadzone są też prace zmierzające do rozbudowy detektorów i zwiększenia możliwości eksperymentalnych Obserwatorium.

2) Globalna analiza danych dotyczących promieniowania kosmicznego w ramach Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO) (Piotr Homola)

Celem międzynarodowej Współpracy CREDO jest wykonanie zbiorczej analizy danych dotyczących promieniowania kosmicznego, rejestrowanych przez detektory działające dotąd niezależnie. Analiza obejmuje dostępne dane w pełnym zakresie widma energii. Zostaną wykorzystane możliwości zarówno dużych obserwatoriów (np. Obserwatorium Pierre Auger, Baikal-GVD) jak i sieci detektorów edukacyjnych (np. HiSPARC, Showers of Knowledge) oraz sieci smartfonów wyposażonych w aplikacje umożliwiające rejestrację cząstek (np. DECO).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prowadzonych prac będzie przede wszystkim wyznaczenie widma energii promieni kosmicznych skrajnie wysokich energii oraz ich składu masowego, a także rozkładu kierunków ich przylotu do Ziemi. Wyniki te umożliwią testowanie modeli pochodzenia promieni kosmicznych i – prawdopodobnie – wyjaśnienie pochodzenia cząstek o skrajnie wysokich energiach.

Efektom przeprowadzenia globalnej analizy danych w ramach CREDO będzie potwierdzenie istnienia bądź wyznaczenie górnych ograniczeń na występowanie w przyrodzie wielkich kaskad cząstek o pochodzeniu pozaatmosferycznym.

zadanie 3. Eksperymenty neutrinowe i poszukiwanie cząstek Ciemnej Materii (Agnieszka Zalewska)

cel realizacji zadania

Badanie oddziaływań neutrin akceleratorowych, atmosferycznych, słonecznych i z wybuchu Supernowej, poszukiwanie rozpadu protonu oraz poszukiwanie cząstek Ciemnej Materii.

1. Udział w analizie danych z eksperymentu neutrinowego ICARUS T600. (Agnieszka Zalewska)
2. Udział w akceleratorowym eksperymencie neutrinowym T2K w Japonii. (Anna Dąbrowska)
3. Prace dla projektu polskiego, podziemnego laboratorium SUNLAB1. (Agnieszka Zalewska)
4. Prace przygotowawcze dla programu badań neutrin w laboratorium Fermilab z uwzględnieniem europejskiej platformy neutrinowej w CERN (Tomasz Wąchała)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prac prowadzonych w eksperymentach T2K, ICARUS i dla programu badań neutrin w laboratorium Fermilab będzie lepsze poznanie oscylacji i oddziaływań neutrin. T2K dostarcza dokładnego pomiaru dwu z sześciu parametrów oscylacji neutrin i jako pierwszy wskazał na możliwą niezerową wartość parametru δ_{CP} związanego z symetrią CP. Pomiar δ_{CP} jest priorytetem T2K na następne lata. W T2K grupa krakowska zajmuje się pomiarami przekrojów czynnych dla oddziaływań neutrin mionowych w bliskim detektorze ND280 oraz rozwijaniem programu rekonstrukcji i analizy. Eksperyment ICARUS zakończył zbieranie danych, ale wciąż trwa analiza tych danych. Grupa krakowska zajmuje się selekcją i analizą oddziaływań neutrin atmosferycznych oraz tłem od mionów kosmicznych. Detektor eksperymentu ICARUS przechodzi przebudowę w CERN pod kątem zastosowania w

programie badań neutrin w laboratorium w Fermilabie. Grupa krakowska włącza się w te prace poprzez CERN i w Fermilabie (eksperyment LArIAT).

Prace dla niskotłowego podziemnego laboratorium SUNLAB1 w ZG Polkowice-Sieroszowice w pokładach soli o bardzo niskim poziomie naturalnej promieniotwórczości obejmują pomiary oraz symulacje tego tła. Laboratorium powinno łączyć funkcje czysto badawcze z zastosowaniami. Ponadto bliskie publikacji są wyniki symulacji oscylacji neutrin dla hipotezy wiązki neutrin z CERN-u i wielkiego detektora ciekło-argonowego w ZG Polkowice-Sieroszowice.

Wszystkie zakończone analizy zostaną opublikowane.

zadanie 4. Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC w CERN (Barbara Wosiek)

cel realizacji zadania

Badania oddziaływań proton-proton i ciężkich jonów przy energiach LHC.

1. Analiza danych doświadczalnych w celu zwiększenia zdolności rozdzielczej detektora oraz rozwój i testowanie pakietów oprogramowania (Paweł Brückman de Renstrom)
2. Udział w analizie danych proton-proton (Anna Kaczmarek)
3. Udział w analizie danych ołów-ołów i proton-ołów (Adam Trzupek)
4. Udział w pracach nad detektorami dla fizyki do przodu (Janusz Chwastowski)
5. Obsługa spektrometru ATLAS w trakcie naświetlań (Krzysztof Woźniak)
6. Prace inżynierskie przy modyfikacji, wymianie lub naprawie aparatury (Ewa Stanecka)
7. Zarządzanie systemem kontroli detektora TRT (Jolanta Olszowska)
8. Udział w pracach badawczo-rozwojowych dla Super(HL)-LHC (Marcin Wolter)
9. Rozwój infrastruktury komputerowej typu Grid dla eksperymentów LHC, w tym udział w zarządzaniu i rozbudowie gridowego klastra komputerowego Tier-3 w IFJ PAN (Andrzej Olszewski)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prowadzone prace kontynuują badania szeregu szczegółowych przewidywań Modelu Standardowego oraz pozwolą wykryć lub wykluczyć istnienie bozonów pola Higgs'a oraz ewentualnie badać ich własności korzystając z licznych możliwych kanałów rozpadu. Wśród szerokiego programu naukowego eksperymentu należy wyróżnić analizy prowadzące do potwierdzenia przewidywań modeli supersymetrycznych. Prowadzone przez nas analizy przyczynią się do wykrycia lub istotnego przesunięcia granic obserwowalności efektów spoza Modelu Standardowego

Istotnymi efektami naukowymi będą wyniki badań oddziaływań ciężkich jonów, które pozwolą na dalsze poznanie własności nowego stanu materii – plazmy kwarkowo-gluonowej. Do efektów praktycznych będą należeć liczne publikacje w renomowanych czasopismach naukowych oraz wystąpienia na ważnych międzynarodowych konferencjach. Prowadzone przez nas doktoraty oraz prace dyplomowe na współpracujących z nami uczelniach (UJ, PK, AGH), praktyki i staże studenckie przyczyniają się do podniesienia poziomu wiedzy i kwalifikacji młodych naukowców oraz studentów fizyki, informatyki i elektroniki.

zadanie 5. Eksperyment LHC-b na akceleratorze LHC w CERN (Mariusz Witek)

cel realizacji zadania

Badania nad niezachowaniem parzystości kombinowanej CP w rozpadach mezonów B, badanie rzadkich rozpadów mezonów B oraz poszukiwanie efektów spoza Modelu Standardowego.

1. Udział w obsłudze eksperymentu LHCb i jego przygotowaniach do pracy przy zwiększonej świetlności wiązki (Mariusz Witek).

2. Rozwój i obsługa oprogramowania centralnego eksperymentu LHCb (Marcin Kucharczyk)
3. Analiza danych eksperymentu LHCb (Marcin Kucharczyk).
4. Rozbudowa lokalnej infrastruktury obliczeniowej i rozwój narzędzi do analizy danych eksperymentalnych w systemach rozproszonych typu Grid i systemach typu „Cloud Computing” (Mariusz Witek).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prowadzone prace związane są z badaniami, w które zaangażowana jest grupa z IFJ PAN w ramach współpracy eksperymentu LHCb. Głównymi efektami, oprócz wypełnienia obowiązków obsługi i modernizacji detektora oraz rozwoju oprogramowania i infrastruktury obliczeniowej, będą wyniki prowadzonych analiz prezentowane na ważnych konferencjach naukowych i publikowane w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.

Grupa LHCb z IFJ PAN jest zaangażowana w różnorodne analizy fizyczne. Prowadzone są badania łamania symetrii CP. Poszukiwane są procesy z łamaniem liczby leptonowej i barionowej oraz procesy produkcji inflatonu. Badane są rozkłady kątowe w rzadkich rozpadach mezonów pięknych pozwalające odkryć efekty Nowej Fizyki. Analizowane są procesy produkcji dżetów kwarków pięknych zarówno w ramach Modelu Standardowego jak i w jego rozszerzeniach. W szczególności poszukiwany jest rozpad bozonu Higgsa na dżety kwarkowe. Prowadzona jest także analiza korelacji Bosego-Einsteina. W ramach prowadzonych badań realizowane są prace doktorskie, prace magisterskie oraz praktyki studenckie.

zadanie 6. Projekt zderzaczy elektron-pozyton (linowych ILC i CLIC oraz kołowego FCC), badanie ich potencjału fizycznego oraz udział w budowie detektora świetlności LumiCal (Tadeusz Lesiak)

cel realizacji zadania

Liniowy zderzacz (ILC) wykorzystujący zderzenia elektron-pozyton wielkiej energii rzędu 1 TeV w środku masy może zostać uruchomiony do końca trzeciej dekady naszego wieku. Równocześnie w ośrodku CERN rozwijany jest projekt liniowego zderzacza CLIC, o większej energii zderzeń (do 3 TeV), wykorzystującego nowatorską technologię przyspieszania oraz projekt zderzacza kołowego o bardzo wysokiej świetlności o nazwie FCC (Future Circular Collider).

Realizacja programu fizycznego każdego z tych zderzaczy wymaga precyzyjnego pomiaru świetlności. Do tego celu zaprojektowano, przy aktywnym udziale grupy IFJ PAN, detektor LumiCal zawierający dwa elektromagnetyczne kalorymetry. Trwają prace nad zastosowaniem programowalnych układów logicznych FPGA do nowej struktury elektroniki oraz systemu akwizycji danych. Przeprowadzenie dedykowanych symulacji Monte Carlo z udziałem detektora LumiCal pozwoli na oszacowanie czułości eksperymentalnej pomiaru wybranych obserwabli modelu standardowego. Prace wykonywane są w ramach międzynarodowych współprac FCAL, ILD, CLICdp oraz FCC-ee (TLEP).

Zadania:

1. Udział w badaniach procesów fizycznych na ILC/CLIC/FCC:
 - Symulacje fizyczne zmierzające do oszacowania czułości eksperymentalnej pomiaru asymetrii przód-tył dla stanów końcowych zawierających parę kwark piękny-antykwarik piękny (Paweł Sopicki).
 - Symulacje fizyczne zmierzające do oszacowania czułości eksperymentalnej poszukiwań łamania liczby leptonowej w rozpadach bozonu Z i leptonu τ (Marcin Chrzęszcz).
 - Symulacje fizyczne zmierzające do oszacowania pomiaru funkcji struktury fotonu (Leszek Zawiejski).

2. Prace nad przygotowaniem projektu detektora do pomiaru świetlności (LumiCal) dla przyszłych akceleratorów ILC, CLIC oraz FCC:
 - Udział w pracach nad systemem DAQ detektora świetlności, prowadzonych w ramach programu Unii Europejskiej AIDA-2020, bazującym na układach FPGA oraz systemem przesyłania danych (Leszek Zawiejski).
 - Udział w pomiarach prototypu detektora LumiCal zbudowanego w ramach AIDA-2020 na elektronowych wiązках w ośrodkach DESY i CERN (Leszek Zawiejski).
3. Prace nad oprogramowaniem detektora świetlności i innych detektorów współpracy FCAL (Bogdan Pawlik).
4. Uruchomienie na lokalnych zasobach obliczeniowych w IFJ PAN oficjalnego oprogramowania współprac związanych z wyżej wymienionymi zderzaczami (Cloud Computing, Grid) (Tomasz Wojtoń).
5. Udział w organizowaniu i tworzeniu europejskiej infrastruktury badawczej w dziedzinie akceleratorów cząstek (Piotr Malecki).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac będą zamieszczane w raportach związanych z liniowym zderzaczem, prezentowane na konferencjach w ramach współpracy FCAL, ILD, CLICdp oraz FCC-ee i będą stanowiły bazę dla przyszłych publikacji.

zadanie 7. Badania w zakresie astronomii gamma (Jacek Niemiec)

cel realizacji zadania

1. Udział w eksperymencie H.E.S.S. (High-Energy Stereoscopic System)
 - akwizycja i analiza danych obserwacyjnych, w szczególności dotyczących pozostałości po supernowych oraz aktywnych jąder galaktyk
 - przygotowywanie projektów obserwacyjnych
 - przygotowywanie publikacji naukowych współpracy H.E.S.S.
2. Udział w fazie projektowej obserwatorium CTA (Cherenkov Telescope Array)
 - przygotowywanie podstaw naukowych projektu
 - prowadzenie i koordynowanie prac prototypowych nad strukturą mechaniczną teleskopu Czerenkowa SST-1M (Single-mirror Small-Size Telescope) dla CTA
 - konstrukcja zwierciadeł kompozytowych dla średnich teleskopów sieci CTA
3. Badanie nietermicznej emisji Dysku Galaktycznego (Sabrina Casanova)
 - modelowanie procesów transportu promieniowania kosmicznego oraz emisji promieniowania gamma obiektów rozciągniętych w Galaktyce, porównanie przewidywań modelowych z danymi obserwacyjnymi projektów Fermi-LAT, H.E.S.S. i HAWC.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- publikacje prac naukowych
- określenie celów naukowych obserwatorium CTA
- dokończenie budowy oraz testów prototypu struktury mechanicznej teleskopu SST-1M
- produkcja oraz testy zwierciadeł kompozytowych dla średniego teleskopu CTA.

zadanie 8. Eksperyment STAR na akceleratorze RHIC w Brookhaven National Laboratory (Bogdan Pawlik)

cel realizacji zadania

Badanie zderzeń spolaryzowanych protonów przy energii 200 GeV w układzie środka masy.

1. Przygotowanie publikacji z analizy danych dyfrakcyjnych przy energii 200 GeV z 2009 roku.
2. Udział w obsłudze naboru danych dla eksperymentu STAR.
3. Analiza danych dyfrakcyjnych i fotoprodukcyjnych z naboru danych w 2015 roku.

4. Udział w przygotowaniu publikacji współpracy STAR.
planowane efekty naukowe i praktyczne

- Pomiary procesów dyfrakcyjnych i fotoprodukcyjnych w zderzeniach spolaryzowanych wiązek protonów przy energii 200 GeV (przewidywane publikacje w latach 2016, 2017).
- Poszerzenie wiedzy na temat nieperturbacyjnych aspektów produkcji mezonów poprzez analizę centralnej produkcji mezonów w procesach podwójnej dyfrakcji oraz fotoprodukcji w nowym obszarze kinematycznym.

BADANIA TEORETYCZNE

zadanie 9. Teoria i fenomenologia oddziaływań fundamentalnych z uwzględnieniem eksperymentów fizyki cząstek elementarnych (Maciej Skrzypek)

cel realizacji zadania

Prowadzenie obliczeń teoretycznych, numerycznych i symulacji Monte Carlo dla potrzeb eksperymentów prowadzonych przy działających i planowanych zderzaczach cząstek (LHC, fabryki B, fabryki mezonów, ILC, CLIC, FCC-ee i inne)

Obliczenia są niezbędne dla analizy danych eksperymentalnych uzyskanych z powyższych urządzeń badawczych. Precyzja obliczeń teoretycznych jest istotnym parametrem i musi być wyższa niż precyzja pomiarów aby nie pogarszać ostatecznej dokładności wyniku. Obliczenia prowadzone są w oparciu o kwantową teorię pola i obejmują cztery fundamentalne oddziaływania przyrody: elektromagnetyczne, słabe, silne oraz grawitacyjne.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Planowane efekty naukowe:

1. Publikacje prac naukowych: w formie artykułów wysłanych do archiwów internetowych ogólnodostępnych oraz międzynarodowych czasopism recenzowanych.
2. Wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i krajowych.
3. Seminaria i wykłady, zarówno w macierzystej instytucji – IFJ PAN, jak i zagranicznych oraz krajowych ośrodkach naukowych.
4. Prezentacje popularno-naukowe do szerokiego kręgu odbiorców.
5. Uzyskanie cytacji z prac eksperymentalnych posługujących się programami i obliczeniami opracowanymi w ramach zadania.

Planowane efekty praktyczne:

1. Konstrukcja i rozwój oprogramowania dla potrzeb analizy danych w detektorach cząstek.
2. Konstrukcja oprogramowania numerycznego ogólnego zastosowania.

zadanie 10. Nietermiczne procesy w plazmie kosmicznej (Jacek Niemiec)

cel realizacji zadania

1. Modelowanie plazmy kosmicznej: fale uderzeniowe, przyspieszanie cząstek, turbulencja elektromagnetyczna, emisja promieniowania.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- publikacje prac naukowych,
- rozwój oprogramowania oraz metod symulacji numerycznych techniką „Particle-In-Cell”.

zadanie 11. Wybrane problemy fizyki matematycznej i astrofizyki (Andrzej Horzela)

cel realizacji zadania

1. Opracowanie i zastosowanie metod algebraicznych, rachunku prawdopodobieństwa oraz matematyki dyskretnej do opisu zjawisk fizyki kwantowej. Budowa i analiza własności modeli układów kwantowych bazujących na opisie kombinatorycznym (Paweł Błasiak)
2. Konstrukcja uogólnionych stanów koherentnych w oparciu o własność reprodukowania. Konstrukcja i analiza uogólnień schematu Bargmanna. Analiza własności metod kwantowania bazujących na uogólnionych stanach koherentnych (współpraca z Uniwersytetem Paris VI i XIII, Francja, Uniwersytetem Concordia w Montrealu, Kanada oraz Instytutem Matematyki UJ) (Andrzej Horzela)
3. Badanie klasycznych i kwantowych własności geometrycznych modeli cząstek (tzw. układów fundamentalnych) i ich oddziaływania z polami (Łukasz Bratek)
4. Wykorzystanie jawnych postaci rozkładów Levy'ego oraz tzw. metod operacyjnych do rozwiązywania równań ewolucji, w tym równań z pochodnymi frakcyjnymi. Zastosowanie modeli anomalnego transportu do efektywnego opisu procesów relaksacyjnych oraz dyfuzji anomalnej. (współpraca z Uniwersytetem Paris VI, ośrodkiem ENEA Frascati, Włochy oraz Uniwersytetem Case Western Reserve w Cleveland, Ohio, USA) (Andrzej Horzela, Katarzyna Górka)
5. Zastosowanie metodologii Haaga (algebraicznej kwantowej teorii pola) do badań własności teorio-polowych rozwinięć perturbacyjnych, w tym do określenia warunków ich zbieżności (Jarosław Wawrzycki)
6. Modelowanie opisu galaktyk spiralnych bez ciemnej materii. Badania mechanizmów powstawania, budowy i obserwowalnych własności galaktyk spiralnych. (Joanna Jałocha-Bratek)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacja wyników czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach naukowych, prezentacja wyników.

Temat 2. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI JĄDROWEJ I ODDZIAŁYWAŃ SILNYCH

BADANIA EKSPERYMENTALNE

Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze niskich i pośrednich energii

zadanie 1. Mechanizm reakcji jądrowych i produkcja mezonów w zderzeniach hadronów (Adam Kozela, Antoni Szczurek)

A. Mechanizm reakcji jądrowych

cel realizacji zadania

1. Badanie mechanizmu reakcji w zderzeniach ciężkich jonów:
 - 1.1 analiza danych z eksperymentów ciężkojonowych (eksperymenty: INDRA w GSI, ALADIN w GSI) (Piotr Pawłowski).
 - 1.2 badanie reakcji spalacji tarcz C, N, O, Fe, Au, Hg wywołanej protonami (analiza danych z eksperymentu PISA w FZ Jülich) (Krzysztof Pysz).

- 1.3 badanie zależności energii symetrii od gęstości (*współpraca ASY-EOS w GSI, Darmstadt oraz współpraca z ośrodkami w RIKEN, Japonia i MSU w USA*) (Jerzy Łukasik, Piotr Pawłowski).
2. Badanie struktury jądra i mechanizmu reakcji w zderzeniach lekkich jąder z powłoki p :
- 2.1 badania mechanizmów reakcji jądrowych przy energiach pośrednich oraz struktury jąder egzotycznych (*eksperyment ACCULINA w ZIBJ*) (Grzegorz Kamiński, Roman Wolski).
- 2.2 eksperymentalne badanie widm lekkich jąder egzotycznych (*wspólnie z ZIBJ- Dubna, GANIL- Caen*) (Roman Wolski).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Analiza danych eksperymentalnych, opracowanie modeli procesów jądrowych, opracowanie nowych metod analizy danych, publikacje naukowe.

B. produkcja mezonów w zderzeniach hadronów

cel realizacji zadania

1. Produkcja mezonów w zderzeniach jądrowych; pomiary poświęcone strukturze i oddziaływaniu mezonów (*eksperymenty: GEM w FZ Jülich, eksperyment WASA na synchrotronie COSY w FZ Jülich, Niemcy, współpraca z IF UJ*) (Krzysztof Pysz).
2. Poszukiwanie efektów łamania symetrii odwrócenia czasu w rozpadzie swobodnych neutronów (*współpraca w Instytucie Paula Scherrera PSI*) (Adam Kozela).
3. Poszukiwanie efektów działania siły 3-ciałowej w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)X$. (*eksperyment w KVI, Groningen w Holandii*) (Adam Kozela, Izabela Ciepał).
4. Poszukiwanie łamania liczby barionowej poprzez pomiar oscylacji neutron-antyneutron na Europejskim Źródle Spalacyjnym ESS w Lund. (Adam Kozela, Krzysztof Pysz).

Prace aparaturowe

5. Rozwój metod identyfikacyjnych w oparciu o analizę cyfrowego kształtu impulsu, opracowanie oprogramowania do akwizycji i analizy danych (współprace: ASY-EOS w GSI oraz R3B@FAIR) (Jerzy Łukasik, Piotr Pawłowski).
6. Budowa i testy detektorów oraz rozwój systemów zbierania danych opartych o cyfrową analizę sygnałów dla układu pomiarowego PANDA na akceleratorze FAIR (Krzysztof Pysz).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe, budowa aparatury do kilku eksperymentów, opracowanie nowych systemów pomiarowych i systemów analizy danych.

zadanie 2. Ewolucja własności jąder w funkcji temperatury, spinu i izospinu (Piotr Bednarczyk)

cel realizacji zadania

1. Badanie wysokospinowych stanów wzbudzonych w izotopach Sc i Ca, związanych ze wzbudzeniem rdzenia ^{48}Ca i identyfikacja nowych izomerów w izotopach ołowiu w pobliżu podwójnie magicznego jądra ^{208}Pb (Rafał Broda).
2. Badanie statystycznych własności w rozpadzie stanu izomerycznego $49/2^+$ w jądrze ^{147}Gd (Rafał Broda).
3. Pomiary spektroskopowe struktury egzotycznych jąder atomowych na wiązkach relatywistycznych fragmentów w GANIL (Francja) i RIKEN (Japonia), jak i z wiązkami wtórnymi typu ISOL w GANIL, IPN Orsay (Francja) oraz CERN-ISOLDE (Szwajcaria) (Piotr Bednarczyk).

4. Badanie własności gorących jąder atomowych z różnych obszarów masowych metodami dyskretnej spektroskopii gamma oraz poprzez rejestrację rozpadu gamma gigantycznych rezonansów i emisji cząstek naładowanych (Maria Kmieciak).
5. Spektroskopowe badania efektów kolektywnych przy wysokich spinach w jądrach z różnych obszarów masowych przy użyciu spektrometrów promieniowania gamma oraz krakowskiego detektora jąder odrzutu RFD (Piotr Bednarczyk).
6. Badania eksperymentalne stanów wzbudzonych w jądrach z obszaru podwójnie magicznych rdzeni ^{132}Sn i ^{208}Pb oraz w jądrach z okolicy $N=60$, produkowanych w rozszczepieniu indukowanym zimnymi neutronami, w procesach transferu wielu nukleonów i w reakcji transferu trytonu indukowanego przez wiązki radioaktywne na tarczy ^7Li . Rozwój opisu teoretycznego tych wzbudzeń w oparciu o realistyczne oddziaływania nukleon-nukleon (Bogdan Fornal).
7. Przygotowanie programu badań z zakresu fizyki jądrowej dla planowanego ośrodka badań materiałowych IFMIF/DONES. (Wojciech Królas).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Publikacje wyników w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.
 2. Wystąpienia i prezentacje na konferencjach międzynarodowych w formie referatów na zaproszenie, referatów zgłoszonych oraz posterów.
 3. Wykłady i seminaria w naukowych instytucjach zagranicznych i krajowych.
- Uzyskane wyniki będą stanowiły materiał do przygotowania dwóch prac doktorskich i jednej pracy magisterskiej.

zadanie 3. Prace badawczo-rozwojowe nowych technik detekcji dla fizyki jądrowej (Piotr Bednarczyk)

cel realizacji zadania

1. Projektowanie i budowa układu do detekcji wysokoenergetycznego promieniowania gamma – PARIS, testy prototypowych detektorów scyntylacyjnych (Adam Maj).
2. Instalacja pomocniczych detektorów cząstek (m.in. detektor jąder odrzutu RFD) w połączeniu ze spektrometrami promieni gamma (AGATA, PARIS, GALILEO, EAGLE) dla eksperymentów na wiązkach jonów (współpraca z GANIL Caen, IPN Orsay i LNL Legnaro, SLCJ Warszawa) (Piotr Bednarczyk).
3. Prototypowanie elektroniki dla nowych detektorów scyntylacyjnych (LaBr_3) oraz detektorów diamentowych czułych na pozycję; rozwój zintegrowanych systemów detekcyjnych (współpraca z GSI, GANIL, Uniwersytetem w Mediolanie, Uniwersytetem w Huelvie i Uniwersytetem w Valencii) (Marcin Jastrząb).
4. Projektowanie i budowa segmentowanego detektora scyntylacyjnego do monitoringu wiązek radioaktywnych o wysokim natężeniu (współpraca z GSI-FAIR, Darmstadt) (Piotr Bednarczyk).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Wykonanie pomiarów i analiza danych z testów detektorów LaBr_3 na wiązce (IFJ PAN, Kraków, TANDEM-ALTO, Orsay, RIBF-BIGRIPS, RIKEN, Japonia) pozwoli na konfrontację wyników eksperymentalnych z symulacjami i opracowanie algorytmów do rekonstrukcji pełnej energii rejestrowanego promieniowania.
2. Modyfikacja detektora RFD i innych detektorów pomocniczych pozwoli na ich użycie w planowanych eksperymentach spektroskopii gamma.
3. Opracowane algorytmy analizy kształtu impulsu pozwolą na rozwikłanie złożonych sygnałów generowanych w układzie scyntylatorów typu foswich: $\text{LaBr}_3\text{-NaI}$. Zostanie wykonany i przetestowany prototyp cyfryzatora do odczytu szybkich detektorów scyntylacyjnych. Opracowane zostaną metody analizy czasowej szybkich sygnałów z

detektorów diamentowych. Opracowany zostanie prototyp programowalnego układu FPGA do integracji cyfrowych i analogowych systemów akwizycji danych w laboratoriach GANIL i FAIR.

zadanie 4. Badania z fizyki jądrowej na wiązce protonów cyklotronu Proteus C-235 (Adam Maj)

cel realizacji zadania

1. Poszukiwanie efektów działania siły 3-ciałowej w rozpraszaniu elastycznym i w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)X$ i ${}^3\text{He}(p,pd)X$, z wykorzystaniem detektora BINA (Adam Kozela).
2. Badanie kolektywnych wibracji jądra atomowego, wzbudzanych w reakcjach z wiązką protonów, metodami spektroskopii gamma z zastosowaniem układu scyntylatorów HECTOR (Maria Kmiecik).
3. Przeprowadzenie eksperymentów dyskretnej spektroskopii gamma (Piotr Bednarczyk).
4. Badanie głęboko położonych jądrowych stanów jednocząstkowych w jądrze ${}^{11}\text{B}$ oraz struktury klastrowej stanu podstawowego jądra ${}^{12}\text{C}$ za pomocą reakcji $(p,2p)$ i $(p,p\alpha)$ (Bogdan Fornal).
5. Opracowanie projektu separatora egzotycznych fragmentów produkowanych w reakcjach rozszczepienia i spallacji w oparciu o zasadę separacji jonów Gas-filled Magnet w połączeniu z rejestracją fragmentów (Wojciech Królas, Łukasz Iskra).
6. Prowadzenie testów różnych układów detekcyjnych na wiązce (Michał Ciemała).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Określony zostanie udział sił trójciałowych w układach złożonych z trzech nukleonów w szerokim zakresie energii reakcji.
2. Zmierzone zostaną charakterystyki gigantycznych rezonansów jądrowych przy niskim kręcie w funkcji energii wzbudzenia jądra.
3. Zbudowany będzie system detekcyjny do dyskretnej spektroskopii gamma; opracowana zostanie metoda prowadzenia identyfikacji dyskretnych przejść w produktach reakcji indukowanych protonami o wysokich energiach.
4. Zmierzone zostaną charakterystyki rozpadu głęboko leżących dziurowych stanów jednocząstkowych w lekkich jądrach.
5. Zmierzone zostaną funkcje odpowiedzi różnych detektorów na protony w szerokim zakresie energii oraz na wysokoenergetyczne kwanty gamma; wyniki będą stanowiły podstawę planowania pomiarów na wiązce z użyciem testowanych detektorów.

Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze wysokich energii

zadanie 5. Oddziaływania relatywistycznych jonów przy energiach SPS i LHC - eksperymenty NA49 i ALICE (Marek Kowalski)

cel realizacji zadania

Celem zadania jest badanie zderzeń relatywistycznych jąder ołowiu i protonów przy energiach SPS i LHC, prowadzące do uzyskania informacji o gęstej i gorącej materii jądrowej.

1. Eksperyment NA49 na akceleratorze SPS w CERN:
 - a. badanie efektów elektromagnetycznych w zderzeniach jąder ołowiu przy energiach SPS (Andrzej Rybicki),
 - b. badanie zderzeń hadronów z protonami i jądrami przy podobnych energiach, kontynuacja analizy danych. (Andrzej Rybicki, Marek Kowalski).
2. Eksperyment ALICE na akceleratorze LHC w CERN:

- a) zbieranie danych w eksperymencie ALICE (Marek Kowalski, Jan Figiel),
- b) badanie zderzeń ultraperyferycznych i dyfrakcyjnych (Jan Figiel, Lidia Gerlich, Christoph Mayer),
- c) badania korelacji w zderzeniach Pb+Pb (Andrzej Rybicki),
- d) badania produkcji neutralnych mezonów η (Adam Matyja),
- e) badanie charakterystyk cząstek produkowanych w zderzeniach jądro-jądro (Jacek Otwinowski),
- f) prace przy modernizacji (upgrade) eksperymentu (Adam Matyja, Marek Kowalski),
- g) kontrola jakości danych (Quality Assurance) w eksperymencie ALICE (Jihyun Bhom, Marek Kowalski, Jacek Otwinowski).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efekty zadania to publikacje naukowe w renomowanych czasopismach i prezentacje na prestiżowych konferencjach i warsztatach. Efektem prac modernizacyjnych powinno być otrzymanie wyników symulacji i testów, a także przygotowanie dokumentów dotyczących przebudowy detektora TPC w latach 2018-2019, do przedstawienia przed LHCC (LHC Experiments Committee).

BADANIA TEORETYCZNE

zadanie 6. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał (Antoni Szczurek)

A. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka jądrowa

cel realizacji zadania

1. Model powłokowy ze sprzężeniem do kontinuum: zastosowania do opisu struktury jądra i reakcji jądrowych (*we współpracy z GANIL*) (Jacek Okołowicz).
2. Badanie atomów i molekuł egzotycznych (Andrzej Adamczak).
3. Procesy stochastyczne, dyfuzja i zjawiska nieliniowe (Tomasz Srokowski).
4. Produkcja mezonów, cząstek elementarnych oraz par leptonów i mezonów w zderzeniach ultrarelatywistycznych ciężkich jonów (Wolfgang Schäfer, Mariola Kłusek).
5. Badanie reakcji fuzji i rozszczepienia przy pomocy równań Langevina (Katarzyna Mazurek).
6. Badanie i optymalizacja parametryzacji uniwersalnego modelu struktury jądra atomowego opartego na „Nuclear Energy Density Functionals” (Bartłomiej Szpak)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe w renomowanych czasopismach, wystąpienia na renomowanych konferencjach.

B. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka hadronów

cel realizacji zadania

1. Badanie mechanizmów produkcji cząstek w zderzeniach elementarnych hadronów i w zderzeniach nukleon – jądro atomowe (Wolfgang Schäfer, Rafał Maciuła).
2. Ekskluzywna produkcja mezonów lub par mezonów w zderzeniach proton-proton (Wolfgang Schäfer, Piotr Lebedowicz).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe w renomowanych czasopismach, wystąpienia na renomowanych konferencjach.

zadanie 7. Badania teoretyczne struktury materii w powiązaniu z obecnymi i przyszłymi eksperymentami (Robert Kamiński)

cel realizacji zadania

Celem prac jest poznanie własności oddziaływań silnych i słabych oraz cząstek elementarnych im podlegających. Badane będzie powiązanie przewidywań teoretycznych z danymi doświadczalnymi. Przeprowadzona będzie interpretacja i analiza obserwowanych zjawisk, np. łamania symetrii CP w oddziaływaniach słabych, czy korelacji w oddziaływaniach ciężkich jonów. Badane będzie zastosowanie modeli hydrodynamicznych do opisu zderzeń jądrowych o najwyższych energiach na akceleratorach RHIC i LHC poprzez opis fluktuacji w modelu hydrodynamiki relatywistycznej z lepkością i przez analizę mechanizmu termalizacji na wczesnym etapie zderzenia. Nowe wyniki eksperymentalne z KEK i Jefferson Laboratory posłużą do analizy efektów wielokanałowych oddziaływań w stanach końcowych dla hadronów z, odpowiednio, rozpadów D i z procesów fotoprodukcji. Badane będą pierwsze dane z detektora GlueX w celu znalezienia cząstek egzotycznych. Produkcja ciężkich kwarków i bozonów pośredniczących w zderzeniach proton-proton na LHC zostanie wykorzystana jako test modeli produkcji dyfrakcyjnej. W powiązaniu z planowanymi eksperymentami z użyciem lasera na swobodnych elektronach przebadane zostaną procesy wielokrotnej jonizacji w silnych polach elektromagnetycznych. Rozszerzona będzie analiza oddziaływań lekkich mezonów za pomocą relacji dyspersyjnych z wbudowaną symetrią skrzyżowania w kanałach sprzężonych.. Planowane współprace zagraniczne: z ZIBJ Dubna, Uniwersytetem w Hamburgu i DESY, z Uniwersytetem w Grenadzie, z Uniwersytetem w Bańskiej Bystrzycy, z LPNHE Uniwersytetu P. i M. Curie w Paryżu (w ramach umowy z IN2P3), Instytutem Badań Jądrowych w Rež koło Pragi i Uniwersytetem w Genewie.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac zostaną opublikowane w wiodących czasopismach i przedstawione na wielu konferencjach międzynarodowych. W ramach badań będzie rozwijane specjalistyczne oprogramowanie. Otrzymywane wyniki będą popularyzowane poprzez audycje radiowe.

Temat 3. BADANIA FAZY SKONDENSOWANEJ MATERII

zadanie 1. Badania strukturalnych i dynamicznych własności materiałów naturalnych i syntetycznych w różnych skalach wielkości i czasu (Piotr Zieliński)

cel realizacji zadania

1. Modele struktury i dynamiki układów z powierzchniami i złączami oraz układów niskowymiarowych (Piotr Zieliński)
Modelowanie wpływu powierzchni i złączy materiałów na ich strukturę i wzbudzenia elementarne ze szczególnym uwzględnieniem fal i rezonansów powierzchniowych. Projektowanie eksperymentów na takich układach w różnych skalach wielkości.
2. Kwantowo-mechaniczne obliczenia własności materiałów i nanomateriałów (Zbigniew Łodziana)
Obliczenia mechanizmu transportu jonów metali alkalicznych w wybranych borowodorkach i boranach. Badania struktury i nano-struktury substancji magazynujących wodór metodami mechaniki kwantowej we współpracy z ośrodkami doświadczalnymi.
3. Badanie przemian fazowych i zjawisk pokrewnych, w tym amorfizacji, tekstur domenowych, morfologii i ruchów molekularnych w materiałach modelowych oraz istotnych dla zastosowań technicznych: m.in. w mezogenach i ferroikach (Miroslaw Gałązka)
Interpretacja i wyjaśnienie doświadczalnych zależności wielkości fizycznych (takich jak polaryzacja, gęstość, lepkość, odkształcenie, podatność i przenikalność elektryczna, ciepło

właściwe, entropia) jako funkcji temperatury, ciśnienia, pola elektrycznego na gruncie analiz teoretycznych opartych na modelach fenomenologicznych.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Dostarczanie wyników, metod i przewidywań teoretycznych do wykorzystania w badaniach podstawowych i stosowanych.
- Prezentowanie wyników na krajowych i międzynarodowych konferencjach specjalistycznych oraz publikowanie ich w czasopiśmie o wysokim współczynniku wpływu („impact factor”).
- Planowanie eksperymentów z udziałem podmiotów i jednostek współpracujących.

zadanie 2. Badania fazy skondensowanej metodą spektroskopii jądrowej; anihilacja pozytonów (Jerzy Dryzek)

cel realizacji zadania

1. Badania defektów sieci krystalicznej w metalach i stopach. Zakres prac będzie obejmował: badania warstw wierzchnich w Zr, Ti, Ag i stopie CuAg. Celem jest określenie wpływu różnych czynników na zasięg i rodzaje defektów powstałych podczas jej tworzenia w procesie tarcia ślizgowego. Prowadzone będą także badania nad ustalenie wpływu temperatury na utworzoną w tym procesie warstwy wierzchniej. Zasadniczym celem będzie poznanie mechanizmu w jaki tworzona jest warstwa wierzchnia. Do badań wykorzystane będą techniki pomiarów czasów życia pozytonów, spektroskopia poszerzenia dopplerowskiego, koincydencyjnego poszerzenia dopplerowskiego, mikrotwardości, XRD, a także wiązki powolnych pozytonów. (Jerzy Dryzek)
2. Badania obszaru zdefektowanego tuż pod powierzchnią z użyciem techniki wiązki powolnych pozytonów dla metali takich jak Pd, Nb, Zr poddanych naświetlaniu wysokoenergetycznymi jonami w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej w Rosji. Celem będzie określenie przydatności techniki powolnych pozytonów w badaniach uszkodzeń radiacyjnych ciężkimi jonami. Kontynuowane także będą badania stali austenitycznej wysokomanganowej poddanej odkształceniu, a następnie odpuszczanej w celu detekcji defektów, które towarzyszą przemianom fazowym. (Paweł Horodek)
3. Planowane jest stworzenie kodu komputerowego do opracowania zależności parametru kształtu linii anihilacyjnej od energii pozytonów, jakie otrzymujemy z badań na wiązkach powolnych pozytonów. Zastosujemy w nim analityczne rozwiązania równania dyfuzji pozytonów. (Krzysztof Siemek)
4. Pomiar objętości swobodnych w materiałach molekularnych i polimerach metodą anihilacji pozytonów Opis lokalnych właściwości mikroskopowych dla wysoko uporządkowanych faz ciekłokrystalicznych wybranych materiałów (Ewa Dryzek).
Do badań wykorzystane będą techniki pomiarów czasów życia pozytonów, spektroskopia poszerzenia dopplerowskiego, koincydencyjnego poszerzenia dopplerowskiego.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacja wyników badań w międzynarodowych czasopiśmie naukowych, prezentacja wyników na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, sfinalizowanie pracy doktorskiej wykonywanej w pracowni anihilacji pozytonów.

zadanie 3. Badania właściwości magnetycznych materiałów objętościowych i nanostrukturalnych (Maria Bałanda)

cel realizacji zadania:

1. Badania właściwości magneto-termodynamicznych materiałów molekularnych techniką stało- i zmiennoprądową w szerokim zakresie temperatury.

2. Poszukiwanie funkcjonalności nowych materiałów magnetycznych.
3. Badanie efektu magnetokalorycznego w nanowymiarowych klastrach molekularnych.
4. Analiza teoretyczna oraz symulacje kwantowe właściwości magnetycznych układów molekularnych o różnej wymiarowości.
5. Badania właściwości magnetycznych związków międzymetalicznych, ferroików tlenkowych i układów hybrydowych.
6. Badania dynamiki cząsteczek i ich oddziaływań metodami deuteronowej spektroskopii rezonansu magnetycznego w ważnych technologicznie materiałach.

planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Dostarczenie informacji na temat wartości momentów magnetycznych, relaksacji, energii oddziaływania, rodzaju uporządkowania magnetycznego, magnetycznych przejść fazowych, zachowania krytycznego oraz właściwości magnetokalorycznych w badanych materiałach.
- Zbadanie wpływu ciśnienia zewnętrznego, naświetlania, pola magnetycznego lub modyfikacji chemicznych (hydratacja, dehydratacja, absorpcja molekuł obcych) na magnetyzm materiałów molekularnych na bazie policyjanometalanów.
- Wyznaczenie efektu magnetokalorycznego w grupie wysokospinowych klastrów molekularnych oraz jego dyskusja w powiązaniu z anizotropią i czasem relaksacji.
- Przeprowadzenie analizy teoretycznej i numerycznej wyników magnetometrycznych oraz kalorymetrycznych (uzyskanych w ramach współpracy), z wykorzystaniem istniejących modeli, a także tworzenie nowych modeli.
- Charakterystyka właściwości magnetycznych nowych materiałów o potencjalnym znaczeniu aplikacyjnym.
- Optymalizacja parametrów nowych katalizatorów, opartych na zeolitach, materiałach mezoporowatych i minerałach warstwowych.
- Publikacja wyników w czasopismach recenzowanych, prezentacje na konferencjach międzynarodowych oraz gromadzenie materiału dla dwóch prac doktorskich i jednej habilitacji.

zadanie 4. Prace nad poznaniem struktury i dynamiki materii miękkiej i materiałów funkcjonalnych przy pomocy komplementarnych metod doświadczalnych i obliczeniowych (Wojciech Zając)

cel realizacji zadania

1. Badanie polimorfizmu i dynamiki w substancjach organicznych o różnym stopniu uporządkowania (*we współpracy z Uniwersytetem w Pizie i Uniwersytetem w Tsukubie oraz z Laboratorium Fizyki Neutronowej im. Franka w ZIBJ w Dubnej, Rosja*) (Maria Massalska-Arodź).
2. Badanie nowych materiałów funkcjonalnych i nowych mezogenów zawierających substancje pochodzenia naturalnego. (Wojciech Zając)
3. Badania spektroskopowe wybranych faz rotacyjnych i ciekłokrystalicznych (Ewa Juszyńska-Gałązka)
4. Badanie zmian własności fizykochemicznych nowych materiałów pod wpływem wodoru, pod kątem ich zastosowania do magazynowania wodoru. (Andrzej Budziak)
5. Badania własności cieplnych i parametrów krytycznych materiałów o budowie molekularnej. Rozbudowa aparatury badawczej w laboratorium kalorymetrii. (Piotr M. Zieliński)
6. Badanie wpływu ograniczeń przestrzennych w układach molekularnych (Małgorzata Jasiurkowska-Delaporte)

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Ustalenie relacji struktura-dynamika dla wybranych glassformersów. Badania zeszklenia i krystalizacji.
- Dalsze prace nad zrozumieniem mechanizmu zmian elastycznych własności elastomerów magnetoreologicznych wywołanych polem magnetycznym.
- Uzyskanie informacji o wpływie budowy molekuł i oddziaływań międzymolekularnych na polimorfizm fazowy oraz dynamikę w poszczególnych fazach nowych mezogenów. Określenie parametrów uporządkowania molekuł i dynamiki grup molekularnych.
- Lepsze i pełniejsze zrozumienie zjawisk fizycznych (w szczególności strukturalnych, magnetycznych i kalorymetrycznych) zachodzących w związkach metalicznych oraz nowych formach węglowych (np. nanorożkach) pod wpływem wodoru. Wyniki tych badań mogą się przyczynić do zawężenia obszaru poszukiwań wydajnych materiałów do magazynowania wodoru.
- Przebadanie ciepła właściwego hybrydowych związków metaloorganicznych o budowie opartej o bloki $[M(CN)_8]$ ($M=W^V, Nb^{IV}$) oraz jony metali przejściowych grupy 3d lub pierwiastki ziem rzadkich.
- Publikacja wyników w ważnych czasopismach specjalistycznych, prezentacje na konferencjach międzynarodowych oraz gromadzenie materiału dla dwóch prac habilitacyjnych.

zadanie 5: Syntezy oraz badania mikroskopowe nowych katalizatorów do ogniw paliwowych. (Magdalena Parlińska-Wojtan)

cel realizacji zadania

1. Syntezy chemiczne (metodą polyol i cytrynianową) nanocząstek katalitycznych SnO_2 , PtRh i PtRe do utleniania etanolu. Określenie wielkości nanocząstek techniką Spektroskopii Korelacji Fotonów (Elżbieta Roga)
2. Syntezy chemiczne trójwymiarowych nanocząstek $PtNi_3$ oraz wymiana Ni na SnO_2 (Grzegorz Gruzeł)
3. Utworzenie agregatów PtRh na SnO_2 i PtRe na SnO_2 z nanocząstek zsyntezowanych w punkcie 1. Osadzenie nanokatalizatorów PtRh/ SnO_2 i PtRe/ SnO_2 na aktywnym węglu ze stosunkiem ilości nanocząstek do węgla aktywnego: 10%, 20%, 30%, i możliwie 40%. (Joanna Depciuch)
4. Analiza mikroskopowa kształtu i rozmiaru cząsteczek nanokatalizatorów PtRe, PtRh i SnO_2 oraz ich podwójnych kombinacji. (Magdalena Parlińska-Wojtan, Grzegorz Gruzeł)

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Głównym efektem naukowym będzie pełniejsze zrozumienie mechanizmu elektrotleniania etanolu i zrywania wiązania C – C. Ponadto, jeżeli nanocząsteczki PtRe/ SnO_2 wykażą równie dobre właściwości katalityczne jak PtRh/ SnO_2 możliwym będzie zastąpienie rodu znacznie tańszym renem, który jest ubocznym produktem wytwarzania miedzi, jakie odbywa się w Polsce na dużą skalę.
2. Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach. Przyczynią się do realizacji 2 prac doktorskich:

zadanie 6. Badania komputerowe struktury i dynamiki materiałów krystalicznych i nanomateriałów (Przemysław Piekarz)

cel realizacji zadania

1. Wyznaczenie struktury i własności dynamicznych nadprzewodzącej warstwy FeSe, swobodnej oraz umieszczonej na podłożu $SrTiO_3$ (Małgorzata Sternik)

2. Zbadanie anharmonicznych składowych drgań sieci krystalicznej w dwutlenku tytanu i materiałach podobnych (Paweł Jochym)
3. Badania nad własnościami termodynamicznymi nanocząstek FePt (Paweł Jochym)
4. Badanie zależności energetycznych w stopach wieloskładnikowych metali przejściowych (Paweł Jochym)
5. Badanie własności fizycznych cienkich warstw indukowanych złączem typu Pb/GaAs (Andrzej Ptok)
6. Zbadanie struktury i wyliczenie widm fononowych w tlenkach i nanostrukturach ziem rzadkich (Przemysław Piekarczyk)
7. Zbadanie własności strukturalnych i dynamicznych chalkopirytów metodami obliczeniowymi z pierwszych zasad (Jan Łażewski)

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Głównym efektem naukowym przeprowadzonych badań będzie poszerzenie wiedzy na temat własności strukturalnych, elektronowych i dynamicznych układów metalicznych, półprzewodnikowych oraz tlenków ziem rzadkich i ich nanostruktur.
2. Wyznaczenie struktury i własności dynamicznych nadprzewodzącej warstwy FeSe, swobodnej oraz umieszczonej na podłożu SrTiO₃.
3. Wyliczenie fononowych gęstości stanów dla nanostruktur i tlenków ziem rzadkich umożliwi zrozumienie dynamiki sieci w tych układach oraz interpretację wyników pomiarowych dla cienkich warstw metodą nieelastycznego rozpraszania promieni X i nieelastycznego rozpraszania jądrowego.
4. Zbadanie wpływu podłoża na własności strukturalne, dynamiczne i elektronowe warstwy FeSe.
5. Budowa rozszerzonej teorii anharmonicznych drgań kryształów.
6. Wyznaczenie parametrów topnienia nanocząstek FePt.
7. Wybór obiecujących pod względem praktycznym wariantów stopów wieloskładnikowych – ze względu na ich stabilność i własności mechaniczne.
8. Wyznaczona zostanie struktura krystaliczna i elektronowa złącza Pb/GaAs oraz zbadana zostanie stabilność dynamiczna tego układu metodami obliczeniowymi ab initio oraz pola średniego.
9. Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopiśmie naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach.

Temat 4. BADANIA INTERDYSCYPLINARNE I STOSOWANE.

zadanie 1. Interdyscyplinarne aspekty fizyki układów złożonych (Stanisław Drożdż)

cel realizacji zadania

1. Identyfikacja uniwersalnych charakterystyk złożoności:
 - krzyżowe korelacje multifraktalne w procesach stochastycznych,
 - struktura i dynamika sieci społecznych w relacji do teorii sieci złożonych,
 - korelacje wieloskalowe w dynamice zmienności liczby plam na Słońcu,
 - zjawiska krytyczne i efekty synchronizacji w dynamice finansów,
 - modele oddziałujących agentów,
 - zagadnienia lingwistyki ilościowej,
 - wieloskalowa organizacja utworów muzycznych
2. Dynamika nieliniowa i chaos klasyczny.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Identyfikacja empirycznych własności światowej sieci współautorstwa artykułów naukowych jako przykładu sieci społecznej oraz zaproponowanie takiego wariantu teoretycznego modelu sieci złożonej, który w sposób optymalny odzwierciedla mechanizm powstawania i ewolucji takich sieci oraz obserwowane charakterystyki empiryczne.
- Rozwój algorytmu ilościowego ujmowania krzyżowych korelacji wieloskalowych z optymalizacją procedury detrendowania fluktuacji oraz wskazanie nośników takich korelacji.
- Wyjaśnienie pochodzenia prawostronnej asymetrii multifraktalnej w dynamice zmienności liczby plam na Słońcu.
- Zrozumienie dynamiki wymiany walut światowych w kontekście sprzężeń relacją ‘po trójkącie’ oraz wskazanie ewentualnej korespondencji do zjawisk turbulentnych.
- Ilościowe ujęcie efektów typu ciągle przejścia fazowe w dynamice modeli oddziałujących agentów.
- Systematyczne zbadanie multifraktalnych charakterystyk różnego typu utworów muzycznych oraz wskazanie tych ich cech ilościowych w formalizmie miar korelacji nieliniowych, które optymalnie synchronizują z aktywnością ludzkiego mózgu.
- Dla różnego typu utworów muzycznych zbadanie istnienia przedziałów częstości, w których korelacje mają charakter multifraktalny oraz określenie zakresu tego typu korelacji.
- Opis charakteru oraz znaczenia długozasięgowych korelacji nieliniowych w tekstach narracyjnych.
- Zidentyfikowanie potencjalnej składowej typu chaos deterministyczny w szeregach czasowych generowanych przez naturalne układy złożone.

Efekty praktyczne to publikacja wyników w międzynarodowych periodykach naukowych, prezentacja wyników na naukowych konferencjach międzynarodowych i krajowych oraz zebranie materiałów do przewodów doktorskich i habilitacyjnych prowadzonych w Zakładzie.

zadanie 2. Badania oddziaływania promieniowania jądrowego z różnymi ośrodkami (Krzysztof Drozdowicz)

cel realizacji zadania

1. Koncepcja budowy akceleratorowego źródła neutronowego DONES (Demo Oriented Neutron Source) (*współpraca: EUROfusion*) (Urszula Woźnicka)
2. Badanie aktywacji rzeczywistych materiałów ITERa (*współpraca: EUROfusion; NCBJ Świerk*) (Anna Wójcik-Gargula)
3. Modelowanie pól promieniowania generowanych przez aparaturowe źródła neutronowe oraz odpowiedzi detektorów neutronowych z uwzględnieniem wpływu otoczenia i innych zaburzających źródeł promieniowania (*współpraca: EFDA Garching, Niemcy, F4E – Fusion for Energy*) (Urszula Wiącek)
4. Rozwój metod numerycznych i interpretacyjnych dla jądrowej geofizyki otworowej w oparciu o modelowania złożonych pól promieniowania jądrowego metodą Monte Carlo (*współpraca: WGGOS AGH, Kraków*) (Dominik Dworak)

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad 1)

- Opracowanie koncepcji testowego modułu (STUMM) do określania pola neutronowego w obszarze naświetlania próbek w zakresie powyżej 20 dpa/rok.
- Modelowania MC w zakresie neutroniki dla DONES.

ad 2)

Teoretyczna ocena stopnia aktywacji materiałów konstrukcyjnych (wg wyboru przez ITER Organization) i ich naświetlania w tokamaku JET i reaktorze MARIA.

ad 3)

Modelowanie pól promieniowania mieszanego przy aparaturowych źródłach neutronów, niezbędne w toku opracowywania metod pomiarowych, umożliwia ocenę zmiany widma energetycznego pierwotnych i rozproszonych neutronów w otoczeniu źródła. Wyniki modelowania MC rozkładów pól promieniowania przy źródłach impulsowych, jak plasma-focus PF-24 czy generator IGN-14 (IFJ PAN) zostaną wykorzystane w testach nowych metod pomiarowych, m.in. z detektorami diamentowymi i dedykowanymi quasi-punktowymi detektorami scyntylacyjnymi oraz w analizie neutronicznej przy projektowanych bądź budowanych urządzeniach fuzyjnych lub akceleratorowych (projekt HRNS – spektrometru neutronowego o wysokiej rozdzielczości dla ITERa).

ad 4)

Planuje się wykonanie wielu serii symulacji MC w celu ustalenia wpływu niejednorodności przestrzennych na wskazania jądrowych sond otworowych. Obliczenia te, prowadzone w ramach projektu Blue-Gas, będą dotyczyć profilowania gęstościowego, neutron-neutron, spektrometrycznego neutron-gamma oraz naturalnej promieniotwórczości. Odpowiedzi sond będą symulowane dla ośrodków o niejednorodnościach odpowiadających charakterowi formacji łupkowej rejonu Wejherowa.

Zadanie 3. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej

3A. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej D-D i D-T metodami fizyki jądrowej pod kątem badań dla programu ITER (Krzysztof Drozdowicz)

cel realizacji zadania

1. Wykorzystanie detektorów diamentowych do pomiaru neutronów i prędkich jonów z emisji w plazmie termojądrowej (*współpraca: EUROfusion; COMPASS – Inst. Fizyki Plazmy, Praha, Czechy, F4E – Fusion for Energy*) (Jan Dankowski)
2. Badanie zjawisk towarzyszących szybkim impulsom plazmowym generowanym w układzie Plasma-Focus PF-24 IFJ (Agnieszka Kulińska)
3. Opracowanie nowych metod obrazowania rentgenowskiego plazmy w urządzeniach fuzyjnych (*współpraca: CEA Cadarache*) (Jakub Bielecki)

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad 1)

Będą kontynuowane badania detektorów diamentowych CVD (w warunkach laboratoryjnych i *in situ*) w celu ich zastosowania w spektrometrycznych pomiarach produktów syntezy termojądrowej D-D i D-T, tj. wysokoenergetycznych jonów i neutronów prędkich, w uciążliwych warunkach pracy występujących przy tokamakach.

ad 2)

Wg już opracowanego projektu własnego NZ54 w budowie jest system pomiarowy z miniaturowymi detektorami scyntylacyjnymi. Pozwoli on na wykonywanie obrazowania ogniska plazmowego w reakcji D-D podczas wyładowań w PF-24, na podstawie rejestrowanej emisji neutronów 2.45 MeV oraz towarzyszącego promieniowania X.

ad 3)

Tomograficzna rekonstrukcja rentgenowskiego obrazu plazmy jest trudnym zadaniem z powodu na ogół ograniczonej ilości danych eksperymentalnych z detektorów wokół urządzenia fuzyjnego. Stąd konieczność opracowania nowych, specjalnych metod rekonstrukcji. Naukowym wynikiem wykonania zadania jest poznanie rozkładów emisyjności promieniowania X w poloidalnym przekroju urządzenia fuzyjnego.

3B. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej w zamkniętych pułapkach magnetycznych typu stellarator w odniesieniu do układu W7-X (Marek Scholz)

cel realizacji zadania

1. Studium na temat obecności elektronów nadtermicznych w stellaratorze W7-X (Jakub Bielecki)
2. Opracowanie metodyki pomiarów SXR i HXR do badania plazmy w urządzeniach fuzyjnych (W7-X, WEST) (współpraca: IPP Greifswald, Niemcy; CEA Cadarache, Francja) (Marek Scholz)

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad 1)

Elektronowe grzanie rezonansowe (*ECRH*), zdarzenia zerwania plazmy czy tzw. aktywność „sawtooth” są znanymi czynnikami, które mogą wywołać powstanie elektronów nadtermicznych. Dotychczas nie obserwowano doświadczalnie szybkich elektronów w stellaratorach, ale podejmowano badania teoretyczne. Ważne jest więc wyjaśnienie możliwości wygenerowania w W7-X populacji elektronów nadtermicznych o energiach kilkudziesięciu do kilkuset keV – na podstawie pomiarów promieniowania X – i określenie ich wpływu na parametry i stabilność pracy stellaratora.

ad 2)

Rejestracja emisji SXR (soft X-ray –miękkie promieniowanie rentgenowskie, $E < 20$ keV) z plazmy termojądrowej w tokamaku dostarcza informacji na temat równowagi magnetycznej oraz rozkładu przestrzennego domieszek. Twarde promieniowanie rentgenowskie (HXR, $E = 20 \div 200$ keV) pozwala wnioskować o populacji elektronów nadtermicznych pojawiających się podczas działania systemów grzania plazmy. Prowadzone prace posłużą opracowaniu metodyki pomiarów SXR i HXR dla zastosowania w urządzeniach typu tokamak i stellarator.

zadanie 4. Biologia radiacyjna; retrospektywna dozymetria biologiczna - badanie wrażliwości osobniczej i wydajności naprawy DNA z wykorzystaniem metod cytogenetycznych i molekularnych. (Czesława Paluszkiewicz)

cel realizacji zadania

1. Ocena skuteczności biologicznej i zależności dawka-skutek dla wiązek promieniowania jonizującego. Wpływ genotypu na odpowiedź komórkową po zastosowaniu różnych typów i dawek promieniowania jonizującego. (Justyna Miszczyk).
2. Badania cytotoksyczności i genotoksyczności w funkcji ekspozycji diagnostycznej, terapeutycznej, lub wypadkowej (Agnieszka Panek, Anna Wiecheć).

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad. 1)

Określenie zróżnicowania w osobniczej podatności i wydajności procesów naprawy uszkodzeń DNA na promieniowanie jonizujące dla optymalizacji procesów terapeutycznych. Ocena skutków biologicznych działania różnych typów promieniowania (promieniowanie X, wiązki protonowe z cyklotronu AIC-144 i Proteus C-235) w zakresie niskich i wysokich dawek oraz dokonanie charakterystyki uszkodzeń radiacyjnych, ocena procesów naprawy i dróg sygnalizacji międzykomórkowej w kontekście zróżnicowania genotypowego.

ad. 2)

Określenie wpływu zewnętrznych czynników ekspozycyjnych na uszkodzenia i naprawę materiału genetycznego komórek.

zadanie 5. Obrazowanie i zlokalizowana spektroskopia magnetycznego rezonansu w badaniach biomedycznych (Władysław Węglarz)

cel realizacji zadania

Rozwój oraz zastosowanie metod obrazowania i spektroskopii zlokalizowanej magnetycznego rezonansu (MRI/MRS) do badań biomedycznych *in vivo* i *ex vivo* z wykorzystaniem modeli zwierzęcych chorób, badań roślinnych obiektów biologicznych oraz do badań materiałowych.

1. Badanie struktury i procesów fizjologicznych tkanek i narządów w stanach normalnych lub patologicznych w warunkach *in vivo* i *ex vivo* metodami MRI/MRS (*Współpraca z University of Calgary, Kanada, University of British Columbia, Vancouver, Kanada, Katedrą Farmakologii CMUJ, Instytutem Zoologii UJ, Śląskim Uniwersytetem Medycznym w Katowicach, Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie*)
2. Zastosowanie obrazowania MR do badań własności nośników leków, nowoczesnych środków kontrastowych i materiałów porowatych. (*współpraca: Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Katedra Farmacji CMUJ w Krakowie, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, University of Toronto, Kanada*)
3. Rozwój metod i oprzyrządowania do obrazowania i spektroskopii zlokalizowanej MR (*współpraca: University of Toronto, Toronto, Kanada, University of British Columbia, Vancouver, Kanada*)

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Opracowanie i wdrożenie nowych technik ilościowego obrazowania MR, wykorzystanie ich do scharakteryzowania modeli zwierzęcych chorób układu naczyniowego, nerwowego oraz oceny efektów terapii farmakologicznych i komórkowych.
- Scharakteryzowanie procesów zachodzących podczas uwadniania materiałów farmaceutycznych.
- Scharakteryzowanie własności relaksacyjnych oraz biodystrybucji nano-materiałów (nośników leków i środków kontrastowych) w warunkach *in vitro* i *in vivo*.
- Implementacja i zastosowanie protokołów obrazowania MR tkanek i materiałów o krótkim czasie relaksacji T₂.

Uzyskane zostaną 2-3 doktoraty oraz powstanie szereg artykułów w czasopismach z listy JCR.

zadanie 6. Badanie zmienności układów biologicznych i środowiskowych oraz innych układów złożonych (Czesława Paluszkiwicz)

cel realizacji zadania

1. Badanie zmian chemicznych zachodzących w układach biologicznych na poziomie komórkowym i molekularnym z wykorzystaniem technik synchrotronowych (**Wojciech M. Kwiatek**)
2. Obrazowanie mikrostruktur w układach złożonych spektroskopowymi metodami komplementarnymi i mikrotomografią komputerową oraz określenie składu pierwiastkowego metodami spektroskopowymi wykorzystującymi promieniowanie rentgenowskie, synchrotronowe oraz wiązki jonów z akceleratora typu Van de Graaffa (**Janusz Lekki**)

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad 1).

Określenie roli pierwiastków śladowych i ich wpływu na procesy zachodzące w próbkach biologicznych, medycznych i środowiskowych oraz innych układach złożonych.

ad. 2).

Określenie lokalnej struktury wokół atomu centralnego (fosforu, siarki i metali z III grupy) w materiałach biomedycznych i środowiskowych. wraz z rozbudową traktu pomiarowego dla mikrotomografii.

zadanie 7. Obrazowanie spektroskopowe dla potrzeb radiobiologii, terapii i badań układów złożonych (Wojciech M. Kwiatek)

1. Badanie zmienności układów biologicznych na poziomie komórkowym i molekularnym z wykorzystaniem spektroskopii oscylacyjnej i mikroskopii sił atomowych (Cz. Paluszkiewicz)

2. Badania wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe.

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad 1).

Otrzymanie obrazów spektroskopowych układów molekularnych, tkankowych, komórkowych (wewnętrznej struktury komórek, organizacji cytoszkieletu, własności biochemicznych).

Ad 2).

Określenie uszkodzeń radiacyjnych materii żywej oraz procesów naprawy.

zadanie 8. Rozwój i zastosowanie chromatograficznych metod pomiaru substancji śladowych dla zagadnień fizyki środowiska, hydrogeologii i medycyny (Ireneusz Śliwka)

cel realizacji zadania

Chromatografię gazową charakteryzują: niska granica wykrywalności, wysoka rozdzielczość, krótki czas analizy oraz mała ilość próbki niezbędnej do wykonania analizy. Niskie poziomy wykrywalności substancji lotnych powodują, że chromatografia gazowa ma zastosowanie w wielu obszarach badań, w tym w ochronie atmosfery i klimatu Ziemi, w badaniach hydrogeologicznych do oceny wieku wód podziemnych czy w medycynie do zagadnień diagnostyki medycznej.

Rodzaje zadań:

1. Pomiary stężeń związków chlorowcowych CFCs i SF₆ w powietrzu aglomeracji krakowskiej na tle pomiarów prowadzonych w ramach globalnego programu AGAGE oraz europejskiego grantu InGOS (Jarosław Bielewski).

2. Rozwój metody jednoczesnego oznaczania stężenia gazów szlachetnych He, Ar i Ne oraz freonów (F-11, F-12) i SF₆ w wodach podziemnych dla potrzeb hydrogeologii (Joanna Najman).

3. Próba korelacji wybranych związków wykrywanych w wydychanym powietrzu z parametrami obrony antyoksydacyjnej mierzonymi we krwi w przewlekłej chorobie nerek i cukrzycy. Określenie różnic w profilu zapachowym skóry w zależności od płci, wieku osoby badanej i miejsca pobierania próbki lotnych związków poprzez wykorzystanie chromatografii gazowej. (Beata Grabowska-Polanowska, Monika Skowron).

planowane efekty naukowe i praktyczne

ad.1)

Pomiary śladowych stężeń związków chlorowcowych, aktywnych w niszczeniu ziemskiej warstwy ozonowej i w efekcie cieplarnianym: SF₆, CFCs dla aglomeracji Krakowa oraz kontynuacja, nawiązanej w ramach europejskiego grantu InGOS współpracy z Uniwersytetem w Bristolu i stacją pomiarową Mace Head (Irlandia). Rekalibracja głównego gazowego wzorca laboratorium dla związków CFCs i SF₆.

ad.2)

Usprawnienie metody oznaczania stężenia neonu i argonu w próbkach wody pozwoli na dokładniejsze i bardziej precyzyjne określenie temperatury zasilania i nadmiaru powietrza w wodach podziemnych, a co za tym idzie dokładniejsze określenie odporności wód podziemnych na zagrożenia antropogeniczne.

ad.3)

Określenie przydatności diagnostycznej związków siarkowych, węglowodorów i związków egzogennych, oznaczanych w wydychanym powietrzu, w diagnostyce schorzeń, którym towarzyszy wzrost reaktywnych form tlenu. Podjęcie prób korelacji z parametrami obrony antyoksydacyjnej mierzonymi we krwi. Przebadane zostaną grupy pacjentów z przewlekłą chorobą nerek i współistniejącą cukrzycą.

W badaniach nad opracowaniem profilu lotnych związków ze skóry określony zostanie wpływ płci, wieku oraz miejsca pobierania próbki na wyniki analizy lotnych związków z powierzchni skóry w grupie osób zdrowych.

zadanie 9. Radiochemiczne i instrumentalne metody analizy i syntezy sztucznych pierwiastków promieniotwórczych w zastosowaniu do radioekologii i radiofarmaceutyków (Jerzy Mietelski)

cel realizacji zadania

1. Rozwój metodyki badań skażeń promieniotwórczych środowiska:
 - doskonalenie metod wydzielania pierwiastków promieniotwórczych i preparatyki źródeł dla potrzeb monitoringu emiterów alfa i beta w środowisku naturalnym. Prace nad metodyką oznaczania trytu ze wzbogaceniem elektrochemicznym.
 - wykorzystanie spektrometrii masowej w pomiarach radioaktywności środowiska (*współpraca z ING PAN*)
 - wykorzystanie pomiarów spektrometrycznych stężeń emiterów alfa, beta i gamma w badaniach środowiska i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych (*Edyta Łokas*).
2. Badania nad obecnością śladowych pierwiastków w organizmie człowieka w tym prowadzenie pomiarów zawartości substancji gamma-promieniotwórczych licznikiem całego ciała (*Kamil Brudecki*)
3. Opracowanie metod wydzielania radionuklidów z aktywowanych tarcz. (*Ryszard Misiak*)
4. Prace rozwojowe nad cyfrowym, koincydencyjnym spektrometrem promieniowania gamma.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na ważnych krajowych i międzynarodowych konferencjach, są też częściowo podstawą prowadzonych doktoratów.

Pomiary spektrometryczne stężeń emiterów alfa, beta i gamma w próbkach środowiskowych i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych dla zleceniodawców zewnętrznych w ramach działalności laboratorium z akredytacją PCA: Laboratorium Analiz Promieniotwórczości.

zadanie 10. Izotopy promieniotwórcze w fizyce środowiska i ochronie radiologicznej (Krzysztof Kozak)

cel realizacji zadania

1. Badanie stężeń radonu w różnych komponentach środowiska, doskonalenie technik pomiarowych (*współpraca z National Radiation Protection Institute, Chiba, Japan; Ojcowski Park Narodowy, Wydział Geografii UJ*).
2. Badanie poziomów stężeń radonu w przedszkolach w celu określenia dawki dla dzieci i pracowników (*współpraca z Comenius University, Bratislava, Slovak Republic University of Pannonia, Veszprém, Hungary, Radon v.o.s., Praha, Czech Republic*) – dofinansowanie z grantu z Funduszy Wyszehradzkich na 2015-2016.
3. Badanie stężeń radonu, toronu i ich pochodnych we frakcjach wolnej i związanej.
4. Pomiary stężeń izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych (*współpraca m.in. z Politechniką Wrocławską, AGH, CLOR i GIG*).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, są też częściowo podstawą prowadzonego doktoratu (punkt 3).

Pomiary spektrometryczne stężeń emiterów alfa, beta i gamma w próbkach środowiskowych i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych dla zleceniodawców zewnętrznych w ramach działalności laboratorium z akredytacją PCA: Laboratorium Ekspertyz Radiometrycznych.

zadanie 11. Dozymetria luminescencyjna w pomiarach promieniowania jonizującego (Paweł Bilski)

cel realizacji zadania

1. Opracowanie i rozwój metod dozymetrycznych w oparciu o detektory luminescencyjne do pomiaru dawek promieniowania jonizującego. Prowadzone będą prace zmierzające do wytworzenia nowych materiałów luminescencyjnych, w tym w postaci kryształów otrzymanywanych metodami Micro-Pulling Down (MPD) i Czochralskiego oraz badanie ich właściwości dozymetrycznych. Kontynuowane będą prace nad rozwojem metod pomiaru ultra-wysokich dawek przy użyciu detektorów termoluminescencyjnych na bazie LiF, jak również nad wykorzystaniem fotoluminescencji kryształów LiF do mikro-obrazowania rozkładów dawki. Prowadzone będą badania nad wykorzystaniem elementów elektronicznych i innych materiałów powszechnego użytku w awaryjnej dozymetrii retrospektywnej oraz pomiary dawek promieniowania kosmicznego.
2. Rozwój metod pomiarowych w termoluminescencyjnej dozymetrii indywidualnej, środowiskowej oraz ochronie radiologicznej pacjenta (**Renata Kopec**).
 - a) Ocena narażenia osób pracujących w narażeniu na promieniowanie jonizujące w Polsce
 W oparciu o prowadzone pomiary dawek indywidualnych i środowiskowych w ramach działalności Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) powstaje szeroka baza do analizy narażenia osób pracujących w polu promieniowania jonizującego, zarówno w medycynie, jak i przemyśle. Celem zadania jest m.in. opracowanie i rozwój nowych technik i metod dozymetrycznych dostosowanych do potrzeb indywidualnej dozymetrii termoluminescencyjnej. Rozwój badań związanych z możliwością powtórnego odczytu dawki oraz dozymetrii soczewek oczu oraz zakresu wykorzystania dawek w miejscu pracy do szacowania narażenia personelu.
 - b) Rozwój dozymetrycznych metod termoluminescencyjnych w medycynie

Rozwój metod dozymetrycznych związanych z dozymetrią pacjenta. Planuje się testowanie możliwości zastosowania dwuwymiarowych detektorów termoluminescencyjnych w pomiarach w radiologii interwencyjnej i radioterapii oraz możliwości zastosowania standardowych detektorów termoluminescencyjnych w pomiarach dawek w radiologii (cel wieloletni)

Planowane efekty

Ad 1. Efektem praktycznym będą prace studyjne nad nowymi luminoforami oraz metodami pomiaru dawek. Publikacje naukowe oraz wystąpienia konferencyjne. Planuje się realizację dwóch doktoratów.

Ad 2. Zasadniczym efektem prac będzie wprowadzenie oraz przetestowanie procedur testów kontroli jakości do cyfrowych aparatów rtg. Analiza i ocena narażenia pracowników pracujących w polach promieniowania jonizującego oraz zakresy dawek otrzymywanych przez pacjentów w ramach procedur medycznych. Publikacje naukowe oraz wystąpienia konferencyjne.

zadanie 12. Inżynieria cienkich warstw, powłok i nanomateriałów (Marta Marszałek)

cel realizacji zadania

Celem zadania są badania poznawcze i aplikacyjne struktury, magnetyzmu, zjawisk magnetotransportowych, własności mechanicznych, optycznych i termoluminescencyjnych, wytrzymałości mechanicznej układów metalicznych o zredukowanych rozmiarach. Prowadzone będą również badania bioaktywności powłok węglowych i ceramicznych i ich zgodności biologicznej z tkankami żywego organizmu. Głównym zamierzeniem tych prac jest określenie zależności pomiędzy wymienionymi własnościami a rozmiarem i nanostrukturą układów oraz opracowanie metod formowania materiałów o nowej funkcjonalności. Planowane jest wykonanie następujących badań:

1. Modyfikacja struktury cienkowarstwowych stopów i nanomateriałów o prostopadłej anizotropii magnetycznej poprzez domieszkowanie surfaktantami i obróbkę termiczną. Nanostrukturyzacja układów cienkowarstwowych wiązkami jonowymi i wiązką lasera. *(współpraca z Uniwersytetem w Augsburgu, Instytutem Technologicznym w Karlsruhe, Centrum Helmholtza Drezno-Rosendorf i Uniwersytetem w Mińsku).*
2. Otrzymywanie metodą elektrodpozycji magnetycznych nanodrutów oraz analiza ich morfologii, własności strukturalnych, magnetycznych i magnetotransportowych.
3. Synteza nanokompozytowych cząstek magnetycznych metodą naświetlania laserem impulsowym (nanosekundowym i pikosekundowym) oraz badanie ich własności strukturalnych, optycznych i magnetycznych *(współpraca z Instytutem Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego).*
4. Wytwarzanie bioceramicznych powłok na tytanie i jego stopach metodą hydrotermalną *(współpraca z Katedrą Biomateriałów AGH).*
5. Synteza powłok diamentowych i badanie ich struktury i własności dozymetrycznych *(współpraca z Uniwersytetem w Hasselt, Belgia).*
6. Otrzymywanie metodami jonowymi, laserowymi i plazmowymi złożonych wielopierwiastkowych wielowarstwowych powłok węglowych i badanie ich własności chemicznych, strukturalnych i mechanicznych (Centrum Doskonałości IONMED).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Określenie warunków przygotowywania cienkich warstw, powłok i nanostruktur o własnościach odpowiednich dla potencjalnych zastosowań. Określenie procesów fizycznych występujących podczas wzrostu i/lub modyfikacji układów niskowymiarowych prowadzących do uzyskania odpowiednich własności tych układów. Wyniki badań będą prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach, a także publikowane w

czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Efektem realizacji zadania będą opracowane procedury formowania powłok oraz patenty. Planowane jest wykonanie jednej pracy doktorskiej oraz jednej pracy licencjackiej.

zadanie 13. Wykorzystanie wiązek protonowych cyklotronu Proteus C-235 do badań w dziedzinie fizyki radiacyjnej, radiobiologii oraz do radioterapii protonowej (Paweł Olko)

cel realizacji zadania

1. Dostarczanie wiązek protonowych o energiach 70-230 MeV z cyklotronu C-235 do pomieszczeń: hali terapii oka, stanowiska gantry i hali eksperymentów fizycznych i radiobiologicznych (Konrad Guguła)
2. Rozwój metod dozymetrii względnej i absolutnej na potrzeby radioterapii protonowej. (cel wieloletni) (Liliana Stolarczyk)
3. Rozwój metod pomiarowych w radioterapii protonowej oka oraz prowadzenie radioterapii protonowej nowotworów oka z wykorzystaniem cyklotronów AIC-144 i C230 (cel wieloletni) (Tomasz Horwacik)
4. Opracowanie modeli radiobiologicznych RBE i modeli transportu wiązek protonowych i węglowych mających zastosowanie w interpretacji eksperymentów radiobiologicznych oraz dla rozwoju systemów planowania leczenia w radioterapii (cel wieloletni) (Leszek Grzanka)
5. Opracowanie nowych metod pomiaru dawki dla wiązek protonowych z zastosowaniem detektorów luminescencyjnych, nowo opracowanych w IFJ PAN detektorów scyntylacyjnych i detektorów wolnych rodników (alaninowych) (cel wieloletni) (Barbara Michalec)
6. Wykorzystanie stanowisk gantry z wiązką skanującą oraz aparatury towarzyszącej do prac badawczych i terapeutycznych (cel wieloletni) (Konrad Guguła, Tomasz Kajdrowicz)
7. Opracowanie metod napromieniania próbek materiałowych, materiałów elektronicznych i radiobiologicznych na cyklotronie Proteus C-235 (Jan Swakoń)

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Pełna funkcjonalność cyklotronu C-235 i optymalizacja czasu wykorzystania wiązki
- System dozymetrii alaninowej wiązek hadronowych dla celów klinicznych
- System scyntylacyjny do lokalizacji wiązki protonowej dla zastosowań klinicznych wraz z procedurami użycia do kontroli wiązki
- Stanowisko do radioterapii protonowej nowotworów oka przy cyklotronie Proteus C-235 wdrożone do praktyki klinicznej.
- Stanowiska gantry przygotowane do prac klinicznych.
- Model numeryczny stanowiska do naświetlań radiobiologicznych
- Opracowane i wykonane układy elektroniczne do diagnostyki wiązki protonowej
- Koncepcja stanowiska do napromieniania próbek biologicznych, elektronicznych i materiałowych.

zadanie 14. Wykorzystanie wiązek protonowych cyklotronu AIC-144 do badań w dziedzinie fizyki materiałowej, radiochemii i radiobiologii (Jan Swakoń)

cel realizacji zadania

Celem zadania są badania poznawcze i aplikacyjne w obszarze fizyki, chemii i biologii na unikatowej w Polsce wiązce protonów o energii 60 MeV.

- 1) Badanie materiałów luminescencyjnych z wykorzystaniem wiązki protonowej dla dozymetrii promieniowania kosmicznego i radioterapii protonowej (Paweł Bilski)
- 2) Opracowanie metod otrzymywania i wydzielania radionuklidów z wykorzystaniem cyklotronu AIC-144. (Ryszard Misiak)

- 3) Opracowanie metod napromieniania materiałów biologicznych, systemów elektronicznych i próbek materiałowych na wiązkę protonowej (Jan Swakoń, Tomasz Nowak)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektami prac będzie poszerzenie wiedzy w obszarze radiobiologii, fizyki detektorów luminescencyjnych i radiochemii a w szczególności optymalizacja detektorów do pomiarów wiązek protonowych, nowe metody radiochemicznego wydzielania izotopów oraz nowe dane na temat skuteczności biologicznej wiązek protonowych.

zadanie 15. Badanie mikroukładów biofizycznych (Małgorzata Lekka)

cel realizacji zadania

Badanie własności mechanicznych (elastyczność, adhezja) tkanek i komórek z użyciem mikroskopu sił atomowych (AFM) (Szyman Prauzner-Bechcicki)

Planowane efekty naukowe i praktyczne

Rozpoznawanie pojedynczych komórek o zmienionym fenotypie mechanicznym oraz ocena przydatności biomarkera mechanicznego w diagnostyce choroby nowotworowej.

Temat 5. PRACE APARATUROWE I METODYCZNE

zadanie 1. Budowa detektorów i infrastruktury badawczej dla eksperymentów fizyki i nauk pokrewnych (Marek Stodulski)

cel realizacji zadania

Udział w budowie infrastruktury i aparatury umożliwiającej prowadzenie naukowych badań w zakresie fizyki i nauk pokrewnych. Część z zadań (XFEL, FAIR, ESS) jest wkładem rzeczowym wynikającym z polskich zobowiązań międzynarodowych. Część zadań (CTA, LHC, ITER, Spiral2) jest realizacją naukowej współpracy IFJ PAN z zagranicznymi ośrodkami.

- Udział w pracach inżyniersko-technicznych przy budowie lasera XFEL w Hamburgu (kontynuacja – zakończenie 2016) (J.Świerblewski, M.Sienkiewicz, M.Wienczek)
- Modernizacja sprzętu i oprogramowania urządzeń pomiarowych wykorzystywanych do testów elektrycznych magnesów LHC, IFJ PAN, Kraków (kontynuacja - zakończenie 2018). (P.Jurkiewicz, J.Ludwin)
- Udział w pracach grupy ELQA w trakcie przerw technicznych w pracy LHC, CERN, Genewa (kontynuacja - zakończenie 2018). (P.Jurkiewicz, J.Ludwin)
- Udział w pracach inżyniersko-technicznych dla teleskopów Czerenkova w ramach polskiego konsorcjum projektu „Cherenkov Telescope Array” (kontynuacja – zakończenie 2016) (J.Michałowski, T.Gieras)
- Udział w pracach projektowo - prototypowych radialnego spektrometru neutronowego (RNC) dla ITER (kontynuacja – zakończenie 2018). (D.Bocian, J.Kotuła, J.Błocki)
- Udział w pracach projektowych neutronowego spektrometru o wysokiej rozdzielczości (HRNS) dla ITER (kontynuacja – zakończenie 2016). (L.Hajduk, J.Kotuła)
- Projekt stanowiska do badania magnesów i wnęk nadprzewodzących w ramach rozwijanego w IFJ kierunku Fizyka i Techniki Akceleracji (kontynuacja – zakończenie 2017). (D.Bocian, T.Cieślik, M.Duda, A.Kotarba, Z.Sułek)
- Udział w pracach inżyniersko-technicznych przy budowie akceleratora Spiral2 w GANIL, Caen (kontynuacja, przewidywane zakończenie 2016 r.) (T.Cieślik).

- Udział w pracach inżyniersko-technicznych dla radioterapii protonowej oraz eksperymentów fizycznych na cyklotronie Proteus C-235 CCB, IFJ PAN (kontynuacja). (J.Kotula)
- Modernizacja infrastruktury cieczy kriogenicznych w IFJ PAN (kontynuacja, zakończenie 2017) (Z.Sulek, T.Ciešlik)
- Przygotowanie do udziału w budowie ESS w ramach polskiego wkładu rzeczowego (kontynuacja – przewidywane zakończenie budowy 2022). (D.Bocian)
- Przygotowanie wystąpienia w ramach Horizont 2020 i udział w pracach nad zorganizowaniem klastra infrastruktury technologicznej dla akceleratorów i dużych magnesów (AMICI) (nowe zadanie, przewidywane zakończenie prac 2018 r.). (D.Bocian)
- Przygotowanie do wprowadzenia systemu zarządzania jakością ISO 9001 (nowe zadanie, zakończenie 2016 r.). (L.Hajduk)

planowane efekty naukowe i praktyczne

Zbudowanie nowej infrastruktury (XFEL, FAIR, Spiral2, ESS, stanowisko do badania magnesów i wnęk nadprzewodzących) i aparatury (CTA, RNC, HRNS) naukowobadawczej a także modernizacja i wykorzystanie już istniejących (LHC, AMICI, CCB). Wyszkolenie dużego zespołu naukowo-inżyniersko-technicznego dysponującego unikalną wiedzą i doświadczeniem w skali światowej.

zadanie 2. Modernizacja i eksploatacja cyklotronu AIC-144 dla potrzeb badań z obszaru radiochemii, fizyki, biologii i inżynierii materiałowej. (Jacek Sulikowski)

cel realizacji zadania

1. Utrzymanie w ruchu i modernizacja cyklotronu AIC-144 generującego stabilną wiązkę protonów o energii 60 MeV (energia, emitancja, stabilność, wielkość prądu wiązki, niezawodność) dla potrzeb ekspozycji naukowych.
2. Modernizacja stanowiska w hali eksperymentalnej nr 1 do wykorzystania wiązki protonów 60 MeV dla celów eksperymentów naukowych.

Zadania:

1. Kontrola stabilności pola magnetycznego dla utrzymania wartości maksymalnej energii oraz natężenia i stabilności prądu wiązki protonów. (Paweł Bogdali)
2. Kontrola stabilności systemu wysokiej częstotliwości dla utrzymania wartości maksymalnej energii oraz natężenia i stabilności prądu wiązki protonów. (Maciej Sumera)
3. Rozwój systemu diagnostyki i monitoringu wiązki. (Marek Ruszel)
4. Optymalizacja transportu i stabilności wiązek na stanowisku badawczym. (Artur Sroka)

Prace 1 do 4 *prowadzone są we współpracy z ZIBJ, Dubna.*

5. Modernizacja stanowiska w hali eksperymentalnej wraz z oprzyrządowaniem pomiarowym wiązki. (Jacek Sulikowski, Tomasz Nowak)

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Postawione zadania mają na celu utrzymanie i ciągłą poprawę podstawowych parametrów akcelerowanej wiązki protonów.

Zmodernizowane stanowisko badawcze do ekspozycji wiązką protonów o energii 60 MeV będzie wykorzystywane przez zespoły badawcze IFJ PAN oraz współpracujących instytucji, w tym zagranicznych, w obszarach radiobiologii, radiochemii, fizyki radiacyjnej i inżynierii materiałowej.

zadanie 3. Metody uzdatniania i filtracji wody w polu magnetycznym dla poprawy jakości wody pitnej i technologicznej (Marek Kopec)

cel realizacji zadania

1. Badania nad zastosowaniem urządzeń wykorzystujących pole magnetyczne w celu ochrony wodomierzy w sieciach wodociągowych przed odkładaniem osadów.
2. Badania składu pierwiastkowego i fazowego osadów z sieci wodociągowej Krakowa.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Ad 1. Opracowanie nowych konstrukcji urządzeń magnetycznych do uzdatniania i filtracji wody.

Ad 2. Określenie zależności ilości i składu osadów od jakości (fizycznej, chemicznej i bakteriologicznej) wody.

zadanie 4. Rozwój sieci lokalnej LAN oraz współpraca z akademicką siecią MAN (Zbigniew Natkaniec)

cel realizacji zadania

- Utrzymanie w ruchu oraz rozbudowa infrastruktury informatycznej instytutu
- Rozwój szybkiej transmisji danych oraz utrzymanie systemów operacyjnych w klastrach komputerów i stacjach roboczych w IFJ PAN.
- Zapewnienie bezpieczeństwa i integralności sieci komputerowej.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Opracowanie nowych stron WEB graficznie i funkcjonalnie
- Opracowanie nowych zoptymalizowanych metod szybkiej transmisji danych graficznych zaszyfrowanych w lokalnych sieciach LAN i globalnych sieciach WAN
- Zaprojektowanie i stworzenie globalnej bazy autoryzacyjnej dla użytkowników sieci oraz infrastruktury komputerowej IFJ

zadanie 5. Wykorzystanie technologii obliczeń w chmurze w badaniach naukowych i gospodarce (akronim CC1) (Mariusz Witek).

cel realizacji zadania

1. Utrzymanie infrastruktury informatycznej chmury obliczeniowej CC1
2. Komercyjne udostępnianie zasobów chmury obliczeniowej CC1 oraz wsparcie techniczne.

Celem zadania jest zapewnienie pełnej funkcjonalności prywatnej chmury obliczeniowej powstałej w wyniku realizacji projektu POIG 02.03.03-00-033/09-04.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prace obejmują uaktualnianie systemu elastycznych obliczeń, serwisowanie zakupionego sprzętu oraz obsługę użytkowników.

Planowane jest także udostępnianie systemu podmiotom zewnętrznym na zasadach komercyjnych połączone ze wsparciem technicznym i opcjonalnym rozwojem funkcjonalności systemu.