Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk

INSTYTUT W LICZBACH

Do Instytutu należy **6** oddziałów naukowych, **30** zakładów naukowych oraz **4** laboratoria z metodami akredytowanymi. Prowadzimy **jedyny** w Polsce ośrodek radioterapii protonowej – Centrum Cyklotronowe Bronowice IFJ PAN. W Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej kształcimy w **6** dyscyplinach naukowych.

Kadrę naukową tworzy **36** profesorów, **80** doktorów habilitowanych oraz **129** doktorów. Rada Naukowa przyznała dotychczas **15** razy tytuł profesora honorowego. Ponad **60** inżynierów i techników tworzy wysoko wykwalifikowaną kadrę w Dziale Budowy Aparatury i Infrastruktury Naukowej.

Publikujemy ponad **600** artykułów rocznie w renomowanych czasopismach naukowych. Organizujemy średnio **12** konferencji i zebrań międzynarodowych rocznie. Realizujemy około **160** projektów naukowych w ramach konkursów finansowanych zewnętrznie.

- Niezmiennie od 2013 r. IFJ PAN otrzymuje najwyższą KATEGORIĘ NAUKOWĄ A+
- W 2017 r. IFJ PAN otrzymał wyróżnienie Komisji Europejskiej – HR EXCELLENCE IN RESEARCH
- W latach 2012-2017 w ramach projektu Krajowe Naukowe Ośrodki Wiodące (KNOW) IFJ PAN posiadał status flagowej jednostki nauki polskiej
- W 2023 r. IFJ PAN zajął czwartą pozycję wśród polskich instytucji, a zarazem pierwszą wśród instytutów badawczych wg światowego rankingu uniwersytetów i instytucji naukowych CWUR

Broszura informacyjna Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN. Czerwiec 2023. Wykorzystano zdjęcia IFJ PAN oraz współpracujących ośrodków naukowych.

MISJA IFJ PAN

Prowadzenie międzynarodowych badań o najwyższej jakości, zwłaszcza przy wykorzystaniu dużych infrastruktur badawczych oraz w szerokiej współpracy z innymi wiodącymi instytucjami naukowymi, nakierowanych na głębsze zrozumienie fundamentalnej struktury materii.

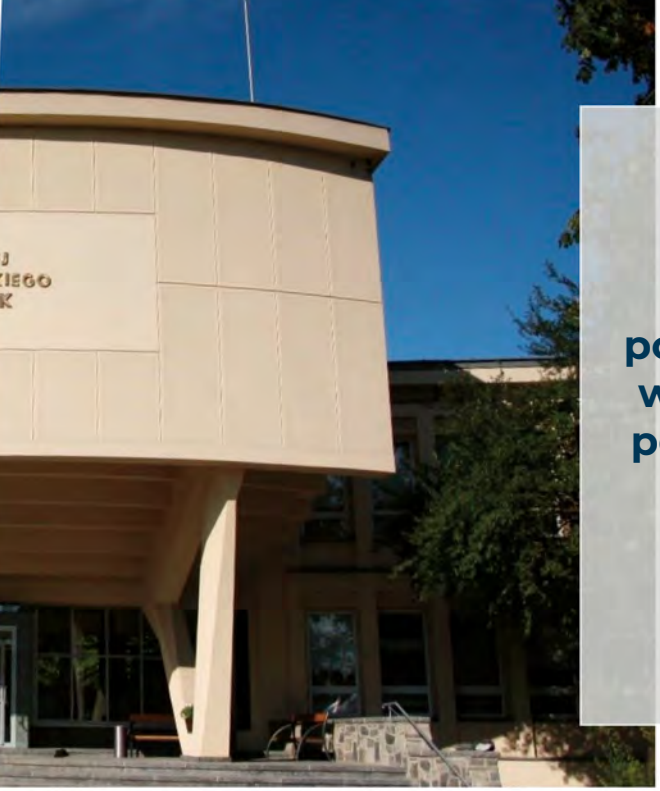
Tworzenie wiedzy niezbędnej do rozwiązywania problemów i wyzwań stojących przed współczesną nauką, społeczeństwem oraz gospodarką, a także komunikowanie tej wiedzy społeczeństwu.

Wspieranie szeroko rozumianych zastosowań fizyki wraz z transferem technologii w służbie społeczeństwa i gospodarki.

Promowanie szybkiej ścieżki kariery naukowej dla doktorantów oraz młodych uczonych. Dbanie o harmonijny, wszechstronny, a także oparty o równość szans oraz równowagę między życiem zawodowym i prywatnym, rozwój kadry naukowej, pracowników administracyjnych i technicznych.

Początki Instytutu to rok 1955

Instytut powstał w 1955 roku dzięki staraniom Profesora Henryka Niewodniczańskiego (1900-1968) w Krakowie-Bronowicach jako centrum badań z fizyki jądrowej oraz miejsce lokalizacji pierwszego w Polsce cyklotronu U-120. Na początku, administracyjnie, był to Zakład II Instytutu Badań Jądrowych (pod nadzorem naukowym PAN). Talent, doświadczenie i niespożyta pasja Profesora, którą była fizyka, przyczyniły się do stworzenia wspaniałych warunków dla prowadzenia prac naukowych na światowym poziomie. W 1960 roku Instytut stał się samodzielną jednostką naukową pod nazwą Instytut Fizyki Jądrowej. W roku 1970 przyłączony do niego został utworzony oraz kierowany przez Profesora Mariana Mięsowicza Zakład VI Fizyki Wysokich Energii IBJ, który mieścił się w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W 1988 roku Instytutowi nadano imię jego twórcy. We wrześniu 2003 roku Instytut przekształcony został w jednostkę naukową Polskiej Akademii Nauk.



W IFJ PAN podejmujemy trudne wyzwania, aby stale poszerzać horyzonty naszej obecnej wiedzy

Instytut jest dziś jednym z największych instytutów Polskiej Akademii Nauk i posiada najwyższą kategorię naukową A+ w dyscyplinie nauki fizyczne. Korzystając z osiągnięć technologii oraz informatyki, prowadzimy badania podstawowe w szerokim zakresie. Zajmujemy się fizyką oraz astrofizyką cząstek elementarnych, fizyką jądrową, fizyką oddziaływań silnych, fizyką materii skondensowanej, a także badaniami interdyscyplinarnymi czy aplikacyjnymi, związanymi z fizyką w medycynie, biologii, dozymetrii, ochronie środowiska, diagnostyce plazmy wysokotemperaturowej, a także z własnościami systemów złożonych, takich jak ludzki mózg, rynek finansowy czy lingwistyka.

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

KATEGORIA NAUKOWA A+

KNOW Krajowy Naukowy Ośrodek Wiodący

ODDZIAŁ FIZYKI I ASTROFIZYKI CZĄSTEK

Działalność naukowa Oddziału koncentruje się na dwóch obszarach: badaniu podstawowych składników materii i ich oddziaływań oraz badaniu promieniowania kosmicznego i jego źródeł.

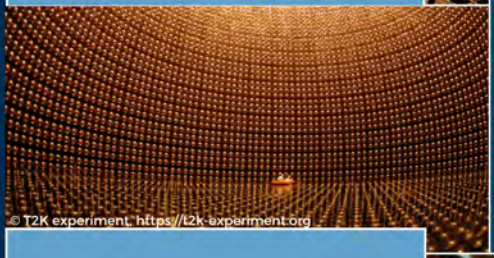
Badania doświadczalne dotyczące fizyki cząstek elementarnych prowadzone są przy użyciu akceleratorów przyspieszających cząstki do bardzo dużych energii. Nasze zespoły badawcze uczestniczą w wielu eksperymentach prowadzonych przy użyciu akceleratorów w wiodących laboratoriach fizyki cząstek elementarnych, takich jak CERN, KEKB, J-PARC, BNL i FNAL.

Badania z zakresu astrofizyki wysokich energii dotyczą bezpośrednich pomiarów własności promieniowania kosmicznego, obserwacji źródeł promieni gamma oraz teoretycznego modelowania procesów przyspieszania cząstek. W Oddziale prowadzone są także prace nad budową aparatury naukowej dla międzynarodowych projektów astrofizyki cząstek, takich jak CTA, Pierre Auger, P-ONE i T2K.

Eksperymenty
ATLAS i LHCb
na akceleratorze
LHC w CERN

Teoretyczna
i obserwacyjna
astrofizyka
wysokich energii
(H.E.S.S., CTA, HAWC)

Eksperymenty Belle
na akceleratorze
KEKB oraz Belle II
na Super KEKB



Badania promieniowania
kosmicznego (AUGER,
CREDO, P-ONE)
i fizyki neutrin (T2K)

Badania
eksperymentalne
i fenomenologiczne
procesów dyfrakcyjnych

WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

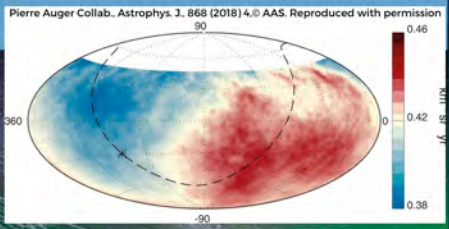
Obserwatorium High Energy Stereoscopic System - H.E.S.S.

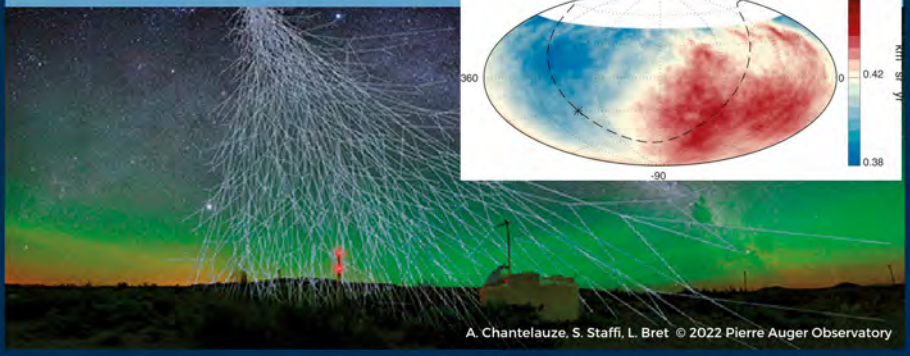
Współpraca H.E.S.S. odkryła pierwszą gwiazdę nową – RS Ophiuchi – emitującą promieniowanie gamma bardzo wysokich energii rzędu 10^{12} eV. Przyczyną zjawiska jest eksplozja termojądrowa na powierzchni białego karła akreującego materię z towarzyszącej gwiazdy. Modelowanie emisji gamma wskazuje, że fala uderzeniowa utworzona podczas wybuchu przyspiesza protony do bardzo wysokich energii. Te cząstki są źródłem fotonów gamma oraz promieniowania kosmicznego.

DESY/H.E.S.S., Science Communication Lab

Obserwatorium Pierre Auger

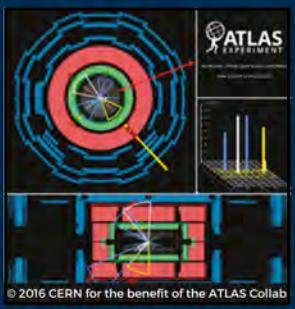
W Obserwatorium Pierre Auger wykonano najdokładniejszy do tej pory pomiar rozkładu kierunków promieni kosmicznych o energiach przekraczających 10^{19} eV. Zaobserwowano po raz pierwszy dipolową anizotropię tego rozkładu: strumień cząstek z jednego obszaru nieba (kolor czerwony na rysunku poniżej) jest ok. 6,5% większy od średniej oraz odpowiednio mniejszy z obszaru przeciwnego (kolor niebieski). Linią przerywaną zaznaczono płaszczyznę Galaktyki, a gwiazdką jej środek. Wynik ten oznacza, że promienie kosmiczne najwyższych energii pochodzą spoza Galaktyki.





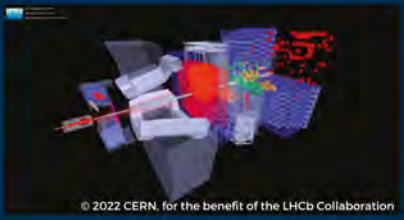
A. Chantelauze, S. Staffi, L. Bret © 2022 Pierre Auger Observatory

Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC w CERN



Grupa z IFJ PAN od wielu lat prowadzi poszukiwania dodatkowych bozonów Higgsa, elektrycznie obojętnych lub naładowanych. Rozszerzony sektor Higgsa przewidywany jest w większości modeli tzw. „nowej fizyki", wykraczających poza eksperymentalnie potwierdzony Model Standardowy cząstek elementarnych. Znalezienie dowodów na jego istnienie byłoby niezwykle ważnym odkryciem. Hipotetyczne elektrycznie obojętne bozony były poszukiwane w rozpadach na pary leptonów tau lub parę kwarków b. Bozonu Higgsa niosącego ładunek elektryczny poszukiwano w rozpadach na lepton tau i neutrino taonowe. Dotychczasowe analizy oparto na pełnych lub częściowych danych zebranych przez eksperyment ATLAS do końca roku 2018. We wszystkich przypadkach nie zaobserwowano poszukiwanego sygnału, co pozwoliło na wykluczenie znacznych obszarów przestrzeni parametrów dostępnych dla scenariuszy wykraczających poza Model Standardowy. Obecnie trwają prace nad zwiększeniem dokładności dotychczasowych pomiarów z wykorzystaniem wszystkich zebranych dotąd danych, w tym uzyskanych w obecnym okresie pomiarowym akceleratora LHC, rozpoczętym wiosną 2022 roku.

Eksperyment LHCb na akceleratorze LHC w CERN



Głównym celem eksperymentu LHCb jest zbadanie subtelnych różnic w zachowaniu cząstek materii i antymaterii oraz poszukiwanie efektów nieznanych jeszcze zjawisk, które mogą pojawić się w rzadkich rozpadach hadronów zawierających kwarki piękne i powabne. Przeprowadzone badania przyniosły wiele interesujących wyników. Precyzyjnie zmierzono częstość oscylacji oraz łamanie symetrii pomiędzy oddziaływaniami materii i antymaterii w rozpadach mezonów pięknych. Zaobserwowano także niezmiernie mały efekt łamania tej symetrii dla rozpadów mezonów powabnych. Poszukiwania „nowej fizyki" prowadzone są także w rozpadach barionów powabnych. Niektóre z tych pomiarów wskazują na rozbieżności z przewidywaniami teoretycznymi. W celu potwierdzenia tych anomalii oraz zwiększenia potencjału odkrycia nowych zjawisk, eksperyment LHCb przeszedł gruntowną modernizcję, do której istotny wkład wniosła grupa z IFJ PAN.

ODDZIAŁ FIZYKI JĄDROWEJ I ODDZIAŁYWAŃ SILNYCH

© Courtesy of the AGATA collaboration

Tematyka naukowa Oddziału obejmuje szerokie spektrum zagadnień, począwszy od badań oddziaływań między nukleonami, w tym tzw. sił trójciałowych, poprzez badanie struktury jąder atomowych dalekich od ścieżki stabilności i ich egzotycznych wzbudzeń (np. stany rezonansowe pigmejskie oraz gigantyczne, izomeryczne i o wysokim spinie), aż do badania mechanizmu reakcji jądrowych, włączając w to także procesy zachodzące przy ultra - relatywistycznych energiach.

Badania prowadzimy w ramach trzech grup eksperymentalnych oraz jednej grupy teoretyków. Realizujemy je w szerokiej współpracy międzynarodowej.

Badania realizujemy zarówno w dużych laboratoriach europejskich, takich jak: CERN, GSI/FAIR, GANIL/SPIRAL2, INFN LNL, ILL, IJCLab, jak i w Centrum Cyklotronowym Bronowice w IFJ PAN. Oddział jest także silnie zaangażowany w konstrukcje dużych nowatorskich systemów detekcyjnych, m.in. PARIS, AGATA czy FIT i TPC@ALICE.

Badania własności stanów wzbudzonych w niestabilnych nuklidach

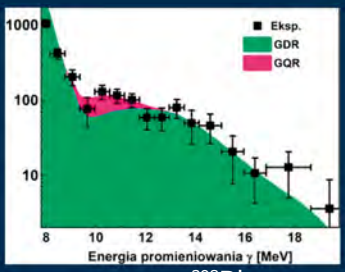
Eksperymenty ALICE i NA61/SHINE przy akceleratorach LHC i SPS

Budowa układów detekcyjnych promieniowania gamma (AGATA, PARIS)

Szerokie spektrum mechanizmu reakcji jądrowych i procesów hadronowych

WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

Gigantyczne rezonanse jądrowe



W serii pomiarów wykonanych w Centrum Cyklotronowym Bronowice (CCB) IFJ PAN, wykorzystujących nowoczesny układ detekcyjny do spektroskopii promieniowania jądrowego, zaobserwowano rozpad gamma gigantycznego rezonansu kwadrupolowego (GQR) wzbudzonego w zderzeniach protonów z jądrami ołowiu. Rozpad gamma rezonansu GQR jest zjawiskiem bardzo rzadkim – zmierzone przez nas prawdopodobieństwo tego procesu w ^{208}Pb wynosi ok. $3x10^{-4}$. Uzyskany wynik w pełni potwierdza i uściśla rezultat sprzed ok. 50 lat, który był obarczony dużą niepewnością i którego nie udawało się zweryfikować aż do tej pory.

„Rozciągnięte" stany jądrowe

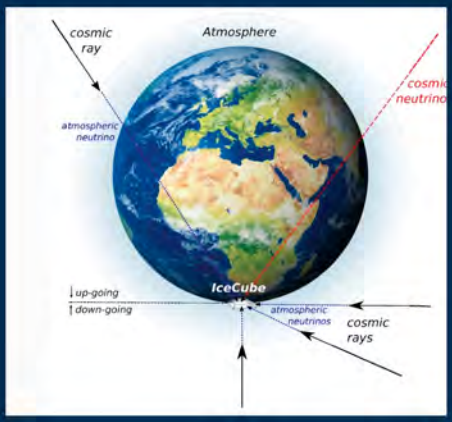
W CCB przeprowadzono pionierski pomiar stosunku rozgałęzień rozpadu stanu rezonansowego przy energii 21.5 MeV w jądrze ^{13}C, wzbudzanego w reakcji nieelastycznego rozpraszania protonów, rozpadającego się z emisją promieniowania o wysokiej polowości – M4. Na bazie uzyskanych wyników rozwinięto podejście teoretyczne w ramach Gamow Shell Model, które poprawnie opisuje stany rezonansowe w lekkich jądrach oraz posiada dobrą zdolność przewidywania własności struktur jądrowych w kontinuum.

Badanie sił trójciałowych

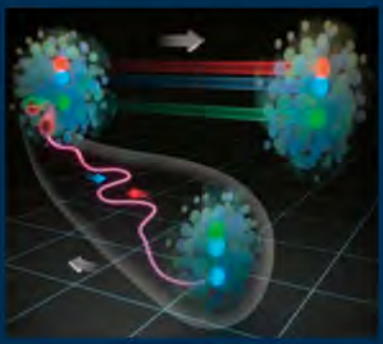
W ramach badania dynamiki oddziaływania jądrowego w układach kilkunukleonowych przeprowadzono analizę reakcji breakup'u deuteronu na tarczy protonowej z obserwacją neutronu w kanale wyjściowym. W tym celu w CCB został zainstalowany nowy, bardziej precyzyjny układ detekcyjny.

Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka hadronów

W połączonej analizie strumienia "prompt" neutrin mionowych obserwowanych w detektorze IceCube oraz produkcji mezonów powabnych na LHC w kierunku do przodu, po raz pierwszy uwzględniono mechanizmy produkcji biorące pod uwagę zjawisko rekombinacji oraz obecność kwarków powabnych w strukturze protonu. Wyznaczono górny limit na prawdopodobieństwo istnienia tzw. wewnętrznych kwarków powabnych w strukturze protonu.



Zaproponowanie GEM (Gluon Exchange Model) w zderzeniach pp



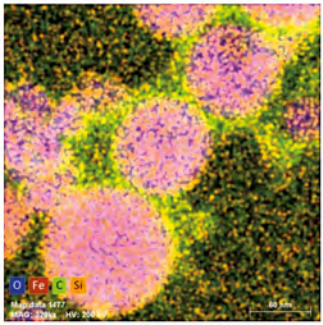
Sformułowano nowy model wymiany gluonów (ang. GEM, Gluon Exchange Model), opisujący zderzenia nukleonów z nukleonami oraz jądrami atomowymi przy wysokich energiach, w którym uwzględniono oddziaływania gluonów z morzem wirtualnych kwarków i antykwarków. Model ten bardzo dobrze opisuje zjawiska emisji protonów i neutronów w zderzeniach proton-proton jako konsekwencję wymiany gluonów.

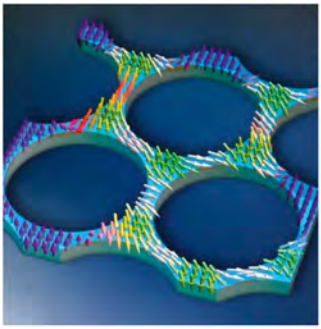
Produkcja mezonów w zderzeniach hadronów

Efekt skalowania izospinowego badany był w danych z eksperymentu w RIKEN uzyskanych przy pomocy komory TPC SPiRIT oraz skonstruowanego w IFJ PAN detektora trygerującego KATANA. Zaobserwowano ciekawy efekt załamania skalowania dla cząstek o dużych pędach transwersalnych, niewytłumaczalny jak dotychczas w ramach zastosowanych modeli.

ODDZIAŁ FIZYKI MATERII SKONDENSOWANEJ

Badania naukowe prowadzone w Oddziale dotyczą charakterystyki własności fizykochemicznych materiałów w mikro- i makro- skali, opisu i interpretacji mechanizmów obserwowanych zjawisk fizycznych, a także poszukiwań materiałów o obiecujących zastosowaniach. Badamy materiały o różnej wymiarowości – materiały lite, cienkie warstwy, nanocząstki i nanostruktury, poszukując własności przydatnych w ochronie środowiska, nowych źródłach energii, poprawie możliwości diagnostycznych i leczniczych. Badania prowadzimy przy użyciu nowoczesnych technik laboratoryjnych oraz metodami teoretycznymi z zastosowaniem zaawansowanych technik obliczeniowych.



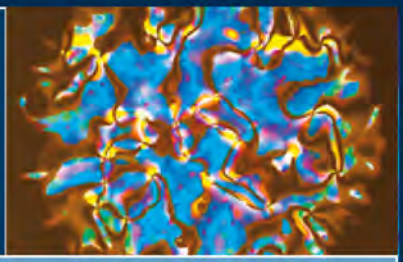


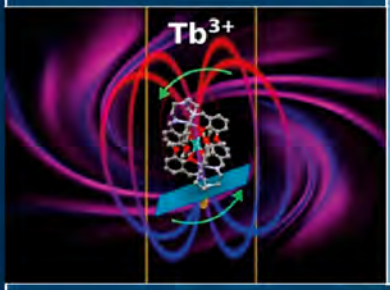
Badania realizujemy w szerokiej współpracy międzynarodowej oraz krajowej, w tym przeprowadzając eksperymenty na urządzeniach wielkoskalowych, uzupełniających stosowany zakres metod badawczych.

Główne ośrodki, z którymi współpracujemy to ILL w Grenoble, DESY w Hamburgu, japońskie uniwersytety w Tsukubie i Osace, Uniwersytet w Augsburgu, Centra Badawcze we Włoszech (Italian National Center for Research) i Niemczech (Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf) oraz ośrodki krajowe: Akademia Górniczo-Hutnicza, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Śląski, Wojskowa Akademia Techniczna, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku.

© MPI Kofo

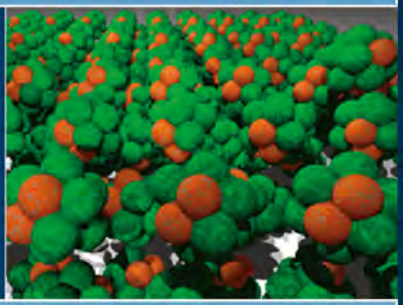
Badania struktury i dynamiki materii molekularnej przy pomocy komplementarnych metod doświadczalnych i obliczeniowych

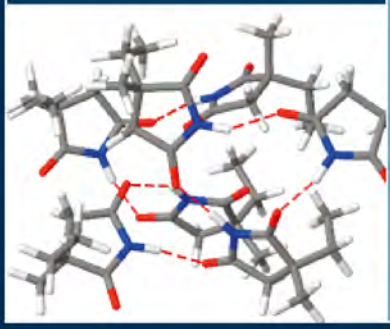




Poszukiwanie nowych materiałów magnetycznych do zastosowania w nowoczesnych technologiach, informatyce, elektronice i medycynie

Badania teoretyczne strukturalnych przejść fazowych i dynamiki materiałów krystalicznych oraz nanomateriałów



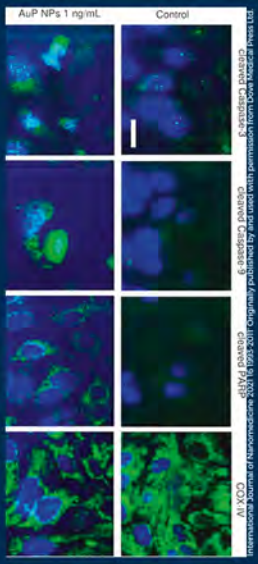


Badania aplikacyjne – otrzymywanie aktywnych biologicznie nanokompozytów, sensorów pola magnetycznego, nowej generacji wyświetlaczy ciekłokrystalicznych, zmodyfikowanych substancji czynnych leków

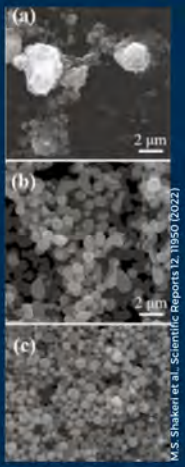
WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

Stworzenie nanosystemów wspomagających terapie przeciwnowotworowe

Stworzono nanosystemy, wspomagające terapię protonową, które mają jednocześnie działanie przeciwnowotworowe oraz przeciwgrzybicze. Systemy te składają się z nanocząstek złota i substancji biologicznie aktywnych. Ich skuteczność w odniesieniu do komórek nowotworowych oraz mikroorganizmów, takich jak bakterie patogenne, jest znacząco większa od skuteczności każdego z tych środków stosowanego samodzielnie. Pozwala to na zmniejszenie dawki leków i redukuje niepożądane skutki uboczne terapii. Użycie tych systemów w terapii wiązką protonów znacząco zwiększa śmiertelność komórek nowotworowych, przyczyniając się do zwiększenia skuteczności terapii. Otwiera to nowe perspektywy w zastosowaniu nanocząstek w terapiach medycznych, zarówno jako skuteczne nośniki leków, jak i radiouczulacze.



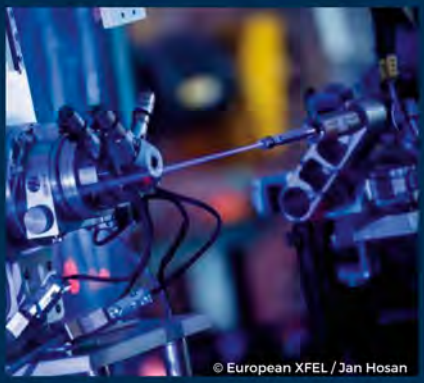
Oddziaływania obecne podczas formowania cząstek kompozytowych metodą pulsacyjnego topienia laserem



M.S. Shakeri et al., Scientific Reports 12, 11950 (2022)

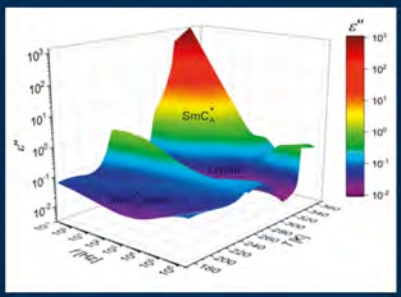
Określono rolę cieczy i wpływ jej rodzaju na wielkość i skład kompozytowych cząstek otrzymywanych w czasie impulsowego naświetlania nanocząstek światłem lasera. Zbudowano model teoretyczny, odtwarzający uzyskane dane eksperymentalne oraz pozwalający przewidywać morfologię cząstek w zależności od parametrów procesu formowania. Wyznaczono diagramy fazowe, które pozwalają dogłębnie zrozumieć procesy fizyko-chemiczne, zachodzące podczas oddziaływania promieniowania laserowego z nanocząstkami i dają możliwość projektowania składu fazowego uzyskiwanych materiałów.

Rentgenowski krok ku superszybkiej nanoelektronice

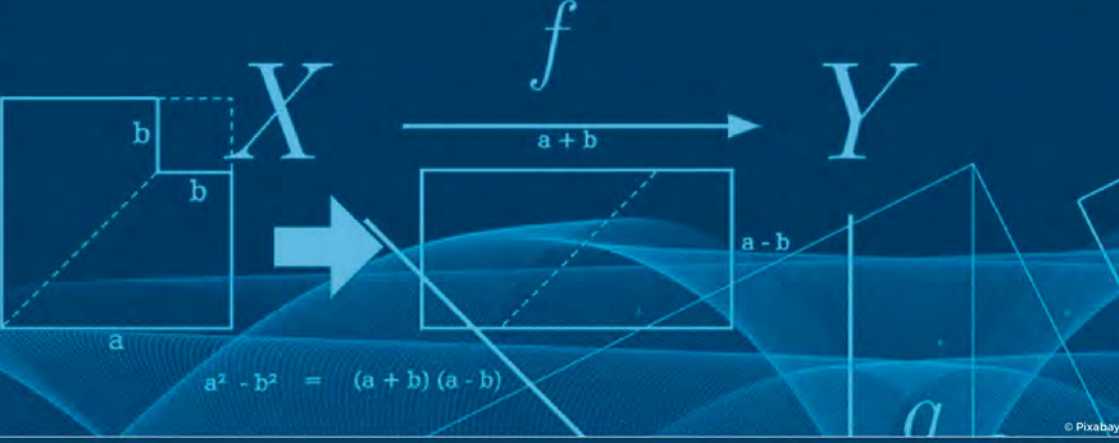

© European XFEL / Jan Hosan

W ramach wspólnego projektu badawczego europejskiej infrastruktury lasera na swobodnych elektronach XFEL i IFJ PAN wykonano symulację procesu demagnetyzacji w wielowarstwowym układzie Co/Pt pod wpływem ultraszybkiego impulsu promieniowania ultrafioletowego dla energii fotonów około 60 eV. Obliczenia pokazały, że sygnał rozpraszania magnetycznego z kobaltu zmniejsza się w femtosekundowych skalach czasowych z powodu wzbudzenia elektronowego, relaksacji i procesów transportu, co jest wynikiem idealnie zgodnym z danymi eksperymentalnymi. Oznacza to, że fizycy po raz pierwszy dysponują narzędziem, pozwalającym kontrolować demagnetyzację wywołaną promieniowaniem rentgenowskim. Zjawisko, dotychczas słabo poznane, w przyszłości można wykorzystać w nanoelektronice, na przykład do budowy ultraszybkich przełączników magnetycznych.

Struktura cząsteczkowa ciekłych kryształów a ich właściwości szkłotwórcze



Sprawdzono, jak niewielkie różnice w strukturze molekuły, takie jak długość łańcucha czy podstawienie aromatycznego rdzenia atomami fluoru, zmieniają zdolność ciekłych kryształów do ulegania zeszkleniu zamiast krystalizacji. Badano fazy smektyczne o właściwościach ferro- lub antyferroelektrycznych. Tego typu ciekłe kryształy, które dodatkowo nie krystalizują przy ochładzaniu i jednocześnie mają niską temperaturę zeszklenia, stanowią dobry materiał do zastosowania w wyświetlaczach LCD. Dla dwóch mieszanin wykazano brak krystalizacji również podczas ogrzewania z zeszklonej fazy ciekłokrystalicznej, co oznacza, że wyświetlacz wypełniony takim materiałem nie powinien ulec uszkodzeniu po krótkotrwałym przebywaniu w niskiej temperaturze.



ODDZIAŁ FIZYKI TEORETYCZNEJ

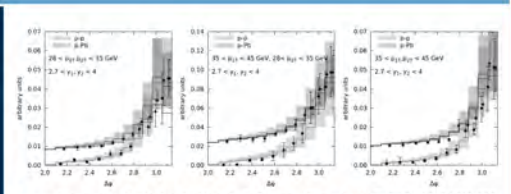
Działalność naukowa Oddziału obejmuje szerokie spektrum badań fundamentalnych, dotyczących zrozumienia budowy i dynamiki Wszechświata we wszystkich możliwych skalach, od zjawisk subatomowych do tych zachodzących w skali makro.

W Oddziale prowadzimy badania, które można podzielić na poniższe kategorie:

- Twarde procesy, funkcje rozkładu partonów i generatory zdarzeń Monte Carlo
- Fizyka ciężkich jonów i plazmy kwarkowo-gluonowej
- Ciężkie i lekkie rozpady i interakcje mezonów
- Pojedyncze atomy i systemy wielocząstkowe
- Teoria systemów złożonych i jej zastosowania
- Podstawy mechaniki kwantowej
- Fizyka matematyczna

GŁÓWNE OŚRODKI, Z KTÓRYMI WSPÓŁPRACUJEMY:

CERN, DESY, NCSR Demokritos, DAPHNIA Saclay, LAPP Annecy, BNL Berkeley, ENEA Frascati, INRIA Rocquencourt, NCNR Santiago de Compostela, LPNHE, LCPME, TJNAF, IPFS.



A. van Hameren, P. Kotko, K. Kutak, S. Sapeta, Phys. Lett. B, 795 (2019) 511-515

Badania teoretyczne struktury materii w powiązaniu z obecnymi i przyszłymi eksperymentami

Obliczenia teoretyczne dla precyzyjnego wyjaśnienia oraz dostarczenia przewidywań dla eksperymentów

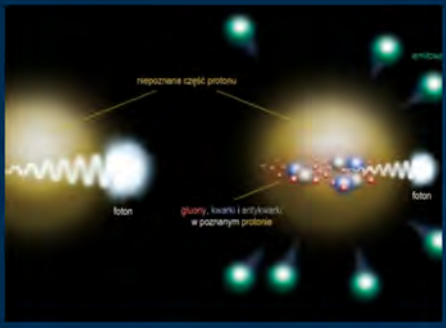
Fizyka układów złożonych: naturalnych oraz związanych ze zjawiskami społecznymi

Generatory zdarzeń Monte Carlo tworzone w Oddziale są istotnym narzędziem badań i analizy danych w zderzaczach cząstek na całym świecie:

THERMINATOR opisuje zderzenia ciężkich jonów w SPS, RHIC czy LHC;
KKMCee opisuje zderzenia elektron-pozyton np. w planowanym FCCee;
TAUOLA opisuje rozpady leptonów tau w większości zderzaczy;
PHOTOS opisuje kaskady fotonowe w wielu eksperymentach.

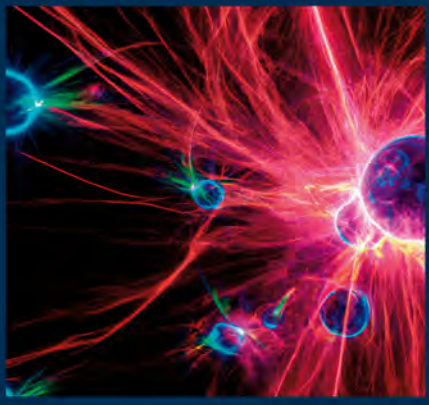
WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

Wnętrze protonu jest maksymalnie splątane



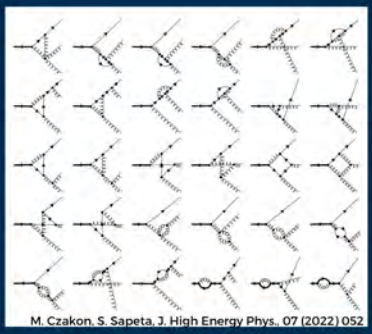
Otrzymano wyniki potwierdzające słuszność założenia, że z rozkładem partonów można związać entropię splątania. Odkrycie, już skonfrontowane z danymi doświadczalnymi, pozwala przypuszczać, że pod pewnymi względami fizyka wnętrza protonu może mieć wiele wspólnego nie tylko z dobrze znanymi zjawiskami termodynamicznymi, ale nawet z fizyką czarnych dziur. Sukces polsko-meksykańskiego tandemu wynika z faktu, że badaczom udało się poprawnie zidentyfikować czynniki odpowiedzialne za maksymalne splątanie wnętrza protonu. Niedawno wykazano, że w przypadku protonu z powodzeniem można mówić o entropii splątania. Jednak wielu fizyków uznawało proton za stan kwantowo czysty, w którym w ogóle nie powinno się mówić o entropii. Zgodność polsko-meksykańskiego modelu z doświadczeniem to silny argument za tym, że w odniesieniu do splątania we wnętrzu protonu wprowadzenie pojęcia entropii przez poprzedników (Kharzeeva i Levina) jednak ma rację bytu. A ponieważ entropię splątania wiąże się także z takimi pojęciami jak powierzchnia czarnych dziur, najnowszy wynik otwiera ciekawe pole do dalszych badań.

Badania struktury materii



Proces termalizacji, który prowadzi do osiągnięcia równowagi termodynamicznej, stanowi podstawę zrozumienia własności fizycznych świata wokół nas. We współpracy z kolaboracją HADES z GSI w Darmstadt odkryto, że mechanizm ten jest również uniwersalną cechą materii w skali subatomowej. Dotyczy to zarówno gorącej materii obecnej we wczesnym Wszechświecie, jak i niezwykle gęstych układów tworzących rdzenie gwiazd neutronowych.

Teoria cząstek najwyższej precyzji


M. Czakon, S. Sapeta, J. High Energy Phys. 07 (2022) 052

Obecna teoria oddziaływań cząstek elementarnych, tzw. Model Standardowy, doskonale opisuje dane doświadczalne. Jednak, zgodność ta może być stwierdzona zawsze tylko w ramach istniejących niepewności eksperymentalnych oraz teoretycznych. Spodziewamy się, że Model Standardowy będzie musiał być dla pewnych wysokich energii zastąpiony ogólniejszą teorią, gdyż nie wyjaśnia on np. istnienia ciemnej materii, mas neutrin, kwantowej grawitacji. Warunkiem koniecznym odpowiedzi na powyższe pytania jest zwiększenie precyzji obliczeń teoretycznych. Przewidywania teoretyczne otrzymywane są w formie szeregu. Więcej członów to dokładniejszy wynik. Obecny front badań skupiony jest wokół czwartego członu, tzw. rzędu N3LO. Najskuteczniejszą metodą są obliczenia przez diagramy Feynmana (rysunek). Otrzymane przez nas wyniki na jednopętlowe funkcje splitting dla trzech cząstek stanowią jeden z kluczowych elementów koniecznych do konstrukcji pełnych rezultatów w rzędzie N3LO, które pozwolą na uzyskanie precyzji przewidywań poniżej 1%.

Kryptowaluty – czyżby powrót do pieniądza, który jest towarem?

Przeprowadzone analizy statystyczne wyraźnie sugerują, że na naszych oczach dojrzewa cały światowy rynek tworzony przez kilkadziesiąt najważniejszych kryptowalut. Interesujący jest przy tym fakt, że składające się na niego kryptowaluty są przez zainteresowanych coraz częściej traktowane w sposób nawiązujący do pierwotnej funkcji pieniądza jako uniwersalnego, mającego wymierną wartość towaru, którym każdy może w każdej chwili wymieniać się z każdym. Pokazano, że rozkłady fluktuacji finansowych stóp zwrotu wszystkich dojrzałych instrumentów finansowych świata uniwersalnie, z dobrym przybliżeniem, na stosunkowo krótkich skalach czasowych spełniają odwrotne prawo kubiczne. Rynek kryptowalut upodabnia się nie do rynku walut, lecz do rynku towarów. Proces ten jest zgodny z pierwotną ideą stojącą za wprowadzeniem bitcoina jako pieniądza o wymiernej wartości, pozostającego pod kontrolą wszystkich graczy na rynku i odpornego na manipulacje ze strony banków centralnych.

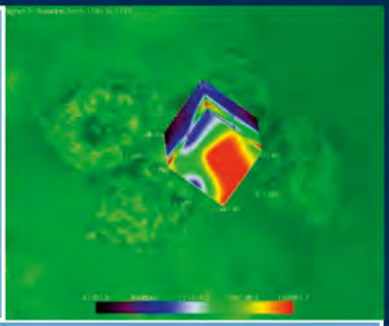
ODDZIAŁ BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH

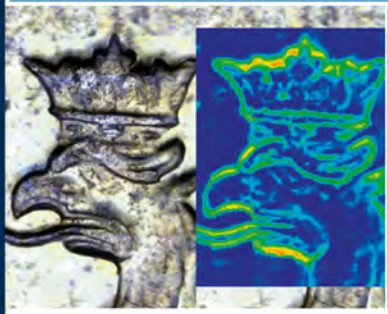
W Oddziale koncentrujemy się na badaniach w zakresie nauk o życiu i zdrowiu, dziedzictwa kulturowego oraz materiałoznawstwa. Badania prowadzimy przede wszystkim z wykorzystaniem spektroskopii oscylacyjnej, jądrowego rezonansu magnetycznego, technik mikroskopii sił atomowych, promieniowania rentgenowskiego oraz synchrotronowego, a także zaawansowanej spektroskopii rentgenowskiej na źródłach FEL. Ponadto stosujemy klasyczne i molekularne techniki cytogenetyczne do badań w dziedzinie nauk o zdrowiu.

Laboratorium Obrazowania Spektroskopowego

Laboratorium to nowoczesny ośrodek umożliwiający prowadzenie unikatowych badań układów biologicznych dla potrzeb radiobiologii i terapii, multimodalnej analizy strukturalnej oraz wieloparametrycznego profilowania fizykochemicznego wspieranego sztuczną inteligencją.

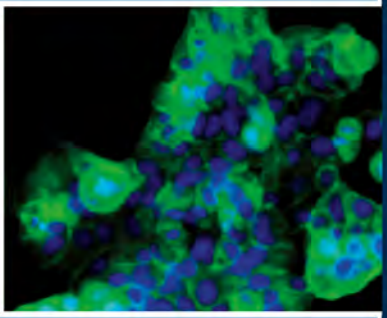
Multimodalne obrazowanie spektroskopowe układów złożonych na potrzeby diagnostyki i leczenia chorób cywilizacyjnych

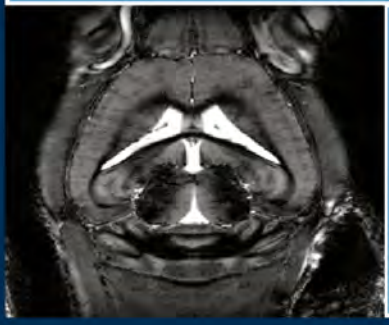




Spektroskopia rentgenowska i metody mikroskopii rentgenowskiej w ochronie dziedzictwa narodowego, biologii, chemii i inżynierii materiałowej

Badanie własności mechanicznych (elastyczność, lepkosprężystość, etc.) tkanek oraz komórek z użyciem mikroskopu sił atomowych (AFM) w odniesieniu do różnych chorób





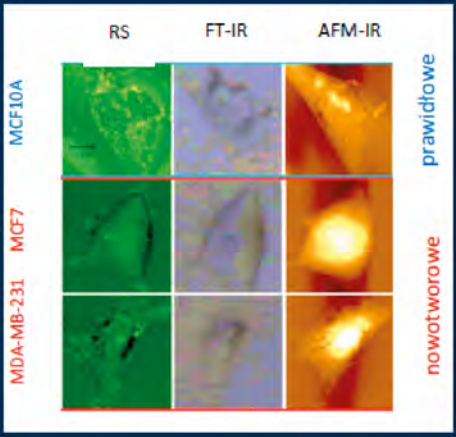
Interdyscyplinarne badania biomedyczne i materiałowe w poszukiwaniu nowych metod diagnostyki i terapii, prowadzone metodami obrazowania magnetyczno-rezonansowego

WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

Co pozwala komórkom nowotworowym na migracje?

Wykorzystując mikroskopię sił atomowych (AFM) wykazano że, komórki nowotworowe są bardziej deformowalne niż nienowotworowe. Ta własność umożliwia im migrację w organizmie. Techniką AFM można z łatwością badać właściwości warstwy okołokomórkowej zbudowanej głównie z proteoglikanów, glikoprotein i glikolipidów. Wyniki badań pokazały, że warstwa okołokomórkowa w komórkach składa się z wewnętrznej oraz zewnętrznej sub-warstwy. Warstwa wewnętrzna w komórkach nowotworowych jest zbudowana z dłuższych molekuł, których gęstość jest porównywalna z gęstością występującą w prawidłowych komórkach. Zewnętrzna warstwa jest zbudowana z krótszych molekuł o dużo mniejszej gęstości. Obserwowane zmiany w strukturze i gęstości warstwy okołokomórkowej wskazują, że nie tylko większa deformowalność komórek przyczynia się do powstawania przerzutów.

Poszukiwania nowych biomarkerów zmian patologicznych



Opracowano nowe detekcje zmian chorobowych wykorzystując techniki spektroskopowe (RS, FT-IR, AFM-IR), do badania własności fizykochemicznych tkanek i płynów ustrojowych. Otrzymane parametry reologiczne oraz informacje spektralne przypisano do poszczególnych stadiów procesu chorobowego, z naciskiem na identyfikację specyficznych zmian markerowych, korelujących z poszczególnymi etapami progresji nowotworów.

Szybkie narzędzie przesiewowe w kierunku diagnostyki SM

Przeprowadzono badania osocza oraz serum pobranego od pacjentów cierpiących na stwardnienie rozsianie (SM), jak i zdrowych wolontariuszy. Badania te wykazały, że spektroskopia ATR-FTIR w połączeniu z analizą chemometryczną jest w stanie ujawnić specyficzne zmiany biochemiczne, które mogą służyć jako biomarkery do opracowania nowych metod diagnostycznych SM. Technika ta jest zatem obiecująca jako szybkie oraz mało inwazyjne narzędzie przesiewowe w kierunku diagnostyki SM.

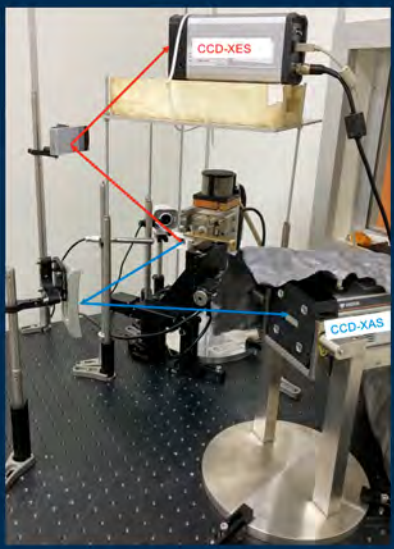
Poszukiwanie farmakologicznych sposobów terapii anoreksji psychicznej *(Anorexia Nervosa)*

Przy zastosowaniu spektroskopii zlokalizowanej magnetycznego rezonansu jądrowego (MRS), na modelu zwierzęcym anoreksji psychicznej, wykazano występowanie zmian w poziomach metabolitów mózgowych w obszarze podwzgórza, skorelowane z utratą masy ciała. Ponadto, wykazano że terapia farmakologiczna polegająca na podaniu kispeptyny-10, pozwala odwrócić zmiany poziomu niektórych metabolitów w obszarze podwzgórza (GABA, Cr) oraz pnia mózgu (Glu).

W.P. Węglarz, NMR Biomed., 33 (2020) e4306

Badanie struktury elektronowej materii metodami spektroskopii oraz mikroskopii rentgenowskiej

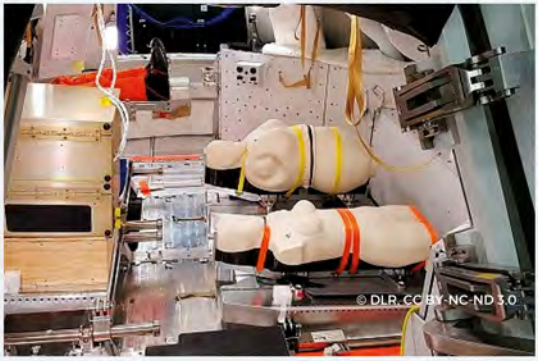
Opracowano nową, innowacyjną metodologię, zwaną chronoskopią rentgenowską, do badania ultraszybkich procesów zachodzących w materii z attosekundową precyzją przy użyciu obecnych źródeł XFEL. Zaproponowana technika pomiarowa – chronoskopia rentgenowska, analizująca rozkład czasowy impulsów laserowych przed i po interakcji z próbką, potencjalnie pozwala wnioskować o zjawiskach ze świata attofizyki. Wykorzystując obliczenia teoretyczne pokazano, że metodę tę można z powodzeniem wykorzystać w odniesieniu do ultrakrótkich impulsów rentgenowskich, by zdobyć informację o zmianie kształtu impulsów w czasie i o dynamice zjawisk nieliniowych wzbudzonych w próbce.



ODDZIAŁ ZASTOSOWAŃ FIZYKI

Badania prowadzone w Oddziale koncentrują się na najważniejszych zagadnieniach związanych z ochroną zdrowia, skażeniem środowiska i produkcją czystej energii. Rozwijamy techniki napromieniania nowotworów wiązkami protonowymi, precyzyjnego pomiaru dawek promieniowania z zastosowaniem nowych dawkomierzy luminescencyjnych m.in. w kosmosie. Zajmujemy się badaniem skażeń powietrza oraz próbek biologicznych pierwiastkami promieniotwórczymi, a także przygotowaniem pracy pierwszego prototypowego reaktora termojądrowego ITER.

Nasi naukowcy biorą aktywny udział w projekcie MARE, realizowanym w ramach misji kosmicznej Artemis I. W ramach projektu dostarczyli zestaw opracowanych w IFJ PAN dawkomierzy termoluminescencyjnych, a także innowacyjnych detektorów śladów cząstek jądrowych, które odbyły lot wokół Księżyca.

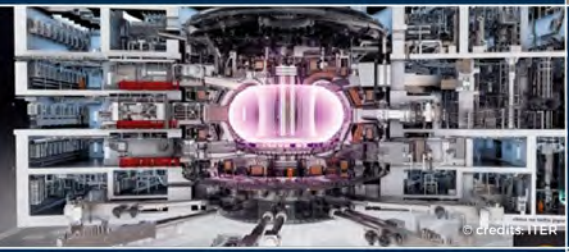


© DLR CC BY-NC-ND 3.0

© NASA/Kim Shiflett

W Oddziale opracowujemy metody pomiaru neutronów oraz jonów stosowane do diagnostyki plazmy w urządzeniach termojądrowych typu tokamak (ITER, JET, ASDEX, WEST) oraz zajmujemy się obrazowaniem rentgenowskim plazmy. Współpracujemy z licznymi ośrodkami naukowymi, m.in. ITER Organization, IRFM CEA, IFMIF-DONES, IPP Praga, a w Polsce z Instytutem Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy oraz Narodowym Centrum Badań Jądrowych.

Laboratorium ICPMS
– pomiary i badania nad izotopami promieniotwórczymi w środowisku. Wytwarzanie radionuklidów dla potrzeb medycyny nuklearnej



Budowa reaktora termojądrowego ITER oraz badanie możliwości produkowania na wielką skalę energii z kontrolowanej fuzji jądrowej

Rozwój technik wykorzystania wiązek protonowych w radioterapii protonowej i radiobiologii

Badania skażeń promieniotwórczych środowiska

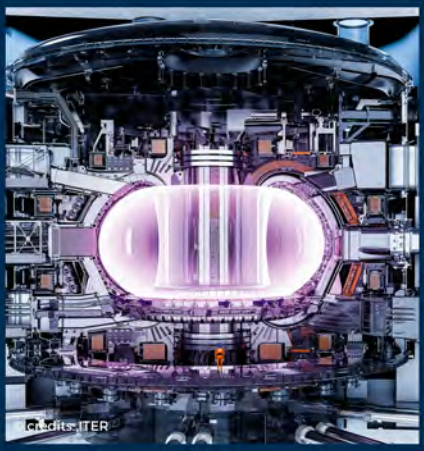
Cyklotron AIC-144
– napromienianie elektroniki, materiałów biologicznych oraz materiałów konstrukcyjnych

WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

Detektory z IFJ PAN w misji kosmicznej Artemis I

W eksperymencie o nazwie MARE, koordynowanym przez Niemieckie Centrum Badań Kosmicznych DLR, bierze udział szereg instytucji naukowych z całego świata, w tym również zespół naukowców IFJ PAN. Nasi badacze dostarczyli zestaw opracowanych przez siebie detektorów termoluminescencyjnych do pomiaru dawek promieniowania jonizującego na bazie fluorku litu. W miejscu, które w następnych lotach zajmować będą astronauci, umieszczone zostały dwa modele ciała ludzkiego, z których jeden osłonięty był specjalnie zaprojektowanym strojem mającym osłabić działanie promieniowania. W eksperymencie wykorzystano detektory termoluminescencyjne opracowane w Instytucie. Wyniki wpłyną na kształtowanie dalekosiężnych perspektyw załogowych podróży kosmicznych, co jest jednym z najbardziej ambitnych zamierzeń naszej cywilizacji.

Kontrolowana fuzja termojądrowa - energia przyszłości



ITER (ang. International Thermonuclear Experimental Reactor) to międzynarodowe przedsięwzięcie naukowe, którego głównym celem jest osiągniecie 10-krotnego zysku energetycznego i wykazanie, że możliwe jest wykorzystanie kontrolowanej fuzji termojądrowej do produkcji energii na masową skalę. Fizyka oddziaływania neutronów i promieniowania jądrowego z materiałami penetrowanych ośrodków jest kluczowym zagadnieniem w badaniach nad kontrolowaną syntezą termojądrową. W Instytucie opracowywane są metody pomiaru neutronów oraz jonów stosowane do diagnostyki plazmy w urządzeniach termojądrowych typu tokamak (ITER, JET, ASDEX, COMPASS), nasi naukowcy zajmują się obrazowaniem rentgenowskim plazmy, w celu badania transportu zanieczyszczeń w gorącej plazmie. Prowadzone są badania w oparciu o własne zaplecze laboratoryjne, wyposażone w urządzenie typu Plasma Focus (PF-24), w którym neutrony prędkie generowane są wskutek wyładowania wysokoprądowego w gazie deuterowym oraz generator prędkich neutronów działający w oparciu o reakcję D+T.

Osobisty dawkomierz w każdej domowej apteczce

Dozymetria awaryjna poszukuje metod pomiaru dawki przy wykorzystaniu przedmiotów, które wiele osób zwykle nosi przy sobie. Gdy na skutek wypadku lub akcji terrorystycznej substancja ta zostanie napromieniona, może ona posłużyć do rekonstrukcji dawki, jaką otrzymał jej właściciel. Przeprowadzono badania nad wykorzystaniem farmaceutyków dla dozymetrii awaryjnej, zwłaszcza popularnych leków przeciwbólowych, takich jak paracetamol czy ibuprofen. Czułe pomiary luminescencji (świecenia) tych lekarstw pozwalają na pomiar dawki na poziomie ułamka greja, co jest czułością wystarczającą do wykrycia zagrożenia.

Wysoki poziom sztucznej radioaktywności na lodowcach

Przeprowadzone badania sztucznych radionuklidów na lodowcu Blaisen w Norwegii wykazały najwyższe poziomy stężenia tych radionuklidów obserwowane obecnie na półkuli północnej. Wyższe stężenia aktywności obserwowano jedynie w Alpach austriackich. Przedstawiono wstępną hipotezę, dotyczącą akumulacji sztucznych radioizotopów w lemingach i ich potencjalny transfer z tundry na lodowiec. Na lodowcu znajdowało się wiele martwych i rozkładających się ciał lemingów. Ponieważ gleby w Norwegii są skażone, lemingi wchłaniają poszczególne izotopy wraz z pożywieniem. Te drobne ssaki odżywiają się pokarmem roślinnym i kumulują w swoich organizmach zawarte w roślinach zanieczyszczenia promieniotwórcze. Wiele lemingów kończy życie na lodowcach, gdzie ich ciała rozkładają się i uwalniają owe zanieczyszczenia, które w końcu trafiają do kriokonitu. W stosunku do kriokonitu z innych lodowców Skandynawii czy Arktyki, udział materii organicznej w badanych próbkach był wyraźnie wyższy, nawet na poziomie 40%.

Centrum Cyklotronowe Bronowice

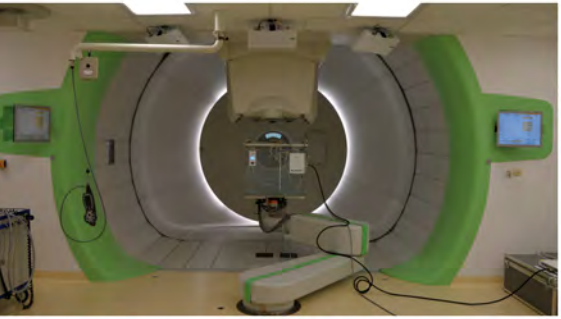
Pierwszy w Polsce i jeden z pierwszych w Europie ośrodków, w którym możliwe jest prowadzenie regularnej radioterapii protonowej pacjentów z chorobami nowotworowymi.

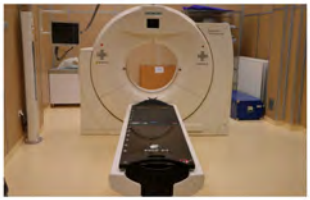
Centrum Cyklotronowe Bronowice (CCB) wyposażone jest w nowoczesny cyklotron izochroniczny C-230, który dostarcza wiązkę protonową na cztery stanowiska, z czego trzy służą do celów klinicznych – napromieniania pacjentów wiązką protonową.

Radioterapia protonowa jest wysoce zaawansowaną formą radioterapii zapewniającą ochronę tkanek zdrowych otaczających nowotwór, co jest szczególnie ważne w przypadku pacjentów pediatrycznych.

Pierwsze stanowisko, z horyzontalną wiązką protonową o energii 70 MeV, zostało skonstruowane przez zespół IFJ PAN w 2015 roku i certyfikowane we współpracy z firmą IBA. Napromieniani są tam pacjenci Oddziału Klinicznego Okulistyki i Onkologii Okulistycznej Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie.

CCB wyposażone jest w dwa stanowiska gantry oraz infrastrukturę do napromieniania pacjentów pediatrycznych, na których jest prowadzona radioterapia nowotworów w dowolnej lokalizacji ciała pacjenta. Na stanowiskach gantry napromieniane są głównie nowotwory obszaru głowy i szyi. Protonoterapia odbywa się przy współpracy z zespołem Narodowego Instytutu Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie PIB w Krakowie.

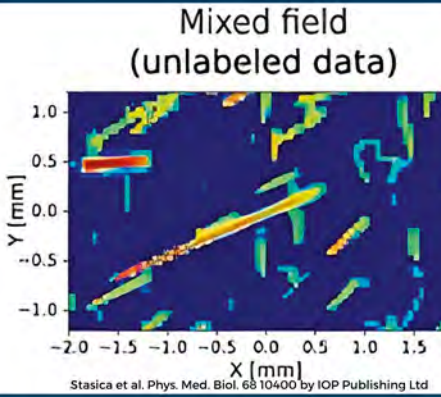




DOSKONALENIE METOD TERAPEUTYCZNYCH

Charakterystyka mieszanych pól promieniowania w radioterapii protonowej

Przedmiotem niniejszych badań w dziedzinie radioterapii protonowej były zaawansowane metody planowania leczenia uwzględniające liniowy przekaz energii (LET) cząstek, który jest miarą średniej energii deponowanej przez cząstkę naładowaną na jednostkę przebytej drogi w danym ośrodku. Dotychczas LET nie był uwzględniany w procesie planowania leczenia, jednak jego zastosowanie pozwoliłoby zredukować niepewności modelowania biologicznego i w pełni wykorzystać kliniczne zalety radioterapii protonowej.



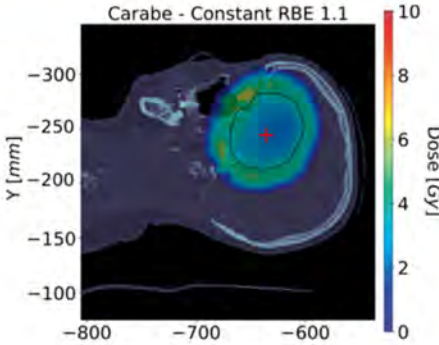
Stasica et al. Phys. Med. Biol. 68 10400 by IOP Publishing Ltd

Radioterapia protonowa sterowana obrazem do napromieniania nowotworów narządów ruchomych

Opracowano metodologię napromieniania nowotworów, uwzględniającą m.in. ruchomość oddechową (tzw. narządy ruchome), wiązkami protonowymi, z zastosowaniem techniki ołówkowej wiązki skanującej. Rozwój innowacyjnych technik, wspomagających radioterapię protonową narządów ruchomych (techniki 4D) umożliwia doskonalenie narzędzi wykorzystywanych w praktyce klinicznej.

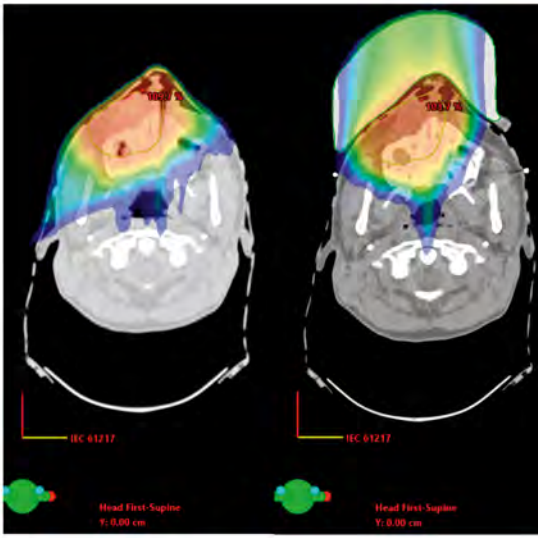
Kwantyfikacja niepewności zasięgu biologicznego w celu poprawy leczenia pacjentów w krakowskim ośrodku terapii protonowej CCB

Przeprowadzone badania pozwoliły na ilościową ocenę niepewności zasięgu biologicznego przy wykorzystaniu różnych modeli biologicznych o zmiennej względnej skuteczności biologicznej (RBE) oraz danych klinicznych pacjentów leczonych w CCB z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo. Poruszane zagadnienia dotyczą interdyscyplinarnego obszaru badawczego z zakresu fizyki, fizyki medycznej i medycyny, którego efektem jest ilościowe określenie biologicznych niepewności w terapii wiązką protonów.



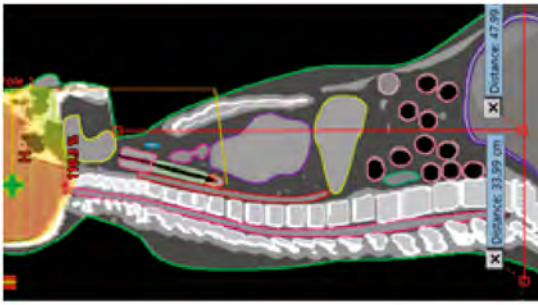
Opracowywanie indywidualnych kompensatorów 3D pacjentów dla pacjentów pediatrycznych

Napromienianie płytko położonych guzów terapią protonową wymaga zastosowania dyskryminatorów zasięgu, które zwiększają boczne półcienie rozkładu dawki. Aby ograniczyć negatywny wpływ dyspersji wiązki na konformalność planów protonowych, można zastosować kompensatory specyficzne dla pacjenta wykonane w technologii druku 3D. Opracowano procedury przygotowania indywidualnego kompensatora, jego wykonania i wyznaczenia charakterystyki dozymetrycznej oraz oceniono wpływ takiego kompensatora na rozkład dawek dla pacjenta pediatrycznego napromienianego w Centrum Cyklotronowym Bronowice (CCB) IFJ PAN w Krakowie.



Dozymetria pacjentek ciężarnych i ocena narażenia płodu

Badania wykazały, że radioterapia protonowa wiązką skanującą pozwala ograniczyć narażenie płodu w porównaniu z terapią fotonową. Ze względu jednak na dużą radiowrażliwość płodu radioterapia pacjentek ciężarnych wymaga podjęcia działań mających na celu minimalizację dawki w obszarze lokalizacji płodu – także w przypadku radioterapii protonowej. Projekt ma na celu stworzenie procedury szacowania narażenia płodu w radioterapii protonowej nowotworów głowy i szyi wiązką skanującą na promieniowania fotonowe oraz wtórne neutrony – zarówno przed rozpoczęciem radioterapii, jak i w trakcie jej trwania (dozymetria in-vivo). Pomiary wykonywane są z wykorzystaniem fantomu antropomorficznego.



FIZYKA JĄDROWA W CCB

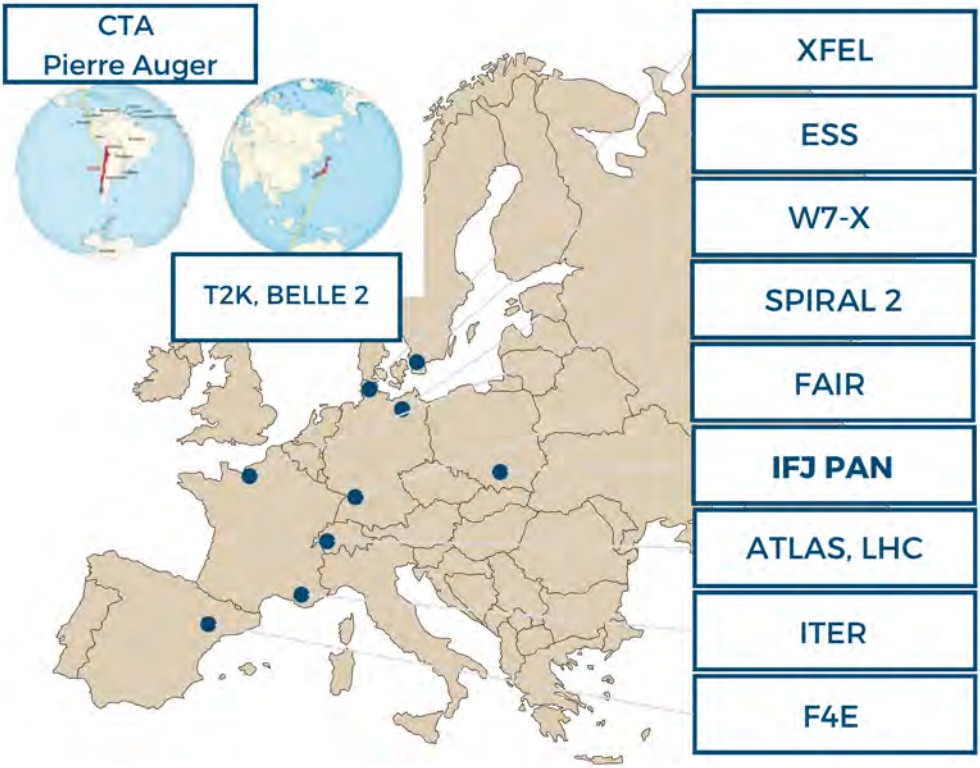
Ze znajdującego się w CCB cyklotronu korzystają także naukowcy, m.in. fizycy, inżynierowie i radiobiolodzy, którym produkowane przez cyklotron wiązki protonów służą m.in. do badania własności jąder atomowych, wrażliwości materiałów biologicznych na promieniowanie oraz testowania elementów nowoczesnych systemów detekcyjnych, na potrzeby międzynarodowych eksperymentów z fizyki jądrowej. CCB współpracuje z największymi ośrodkami naukowymi i klinicznymi na świecie.

DAI - DZIAŁ BUDOWY APARATURY I INFRASTRUKTURY NAUKOWEJ

W Dziale Budowy Aparatury i Infrastruktury Naukowej (DAI) jesteśmy zaangażowani w budowę, obsługę oraz modernizację eksperymentów, a także wielkich międzynarodowych infrastruktur badawczych w ramach współpracy z laboratoriami z całego świata. Dzięki licznej kadrze, posiadającej szerokie oraz cenione w świecie kompetencje, możliwy jest udział zespołu praktycznie we wszystkich fazach budowy infrastruktur zwanych „Big Science". DAI, mając w posiadaniu park maszynowy składający się z maszyn konwencjonalnych, a także obrabiarek sterowanych numerycznie (CNC), bierze udział w prototypowaniu urządzeń i realizuje we własnym zakresie budowę urządzeń naukowo-badawczych.

Głównym zadaniem Działu jest wspomaganie badań realizowanych na całym świecie, prowadzonych przez pracowników naukowych IFJ PAN.

PROJEKTY



Podstawowy zakres działalności i zainteresowania to:

- Instalacja i uruchamianie dedykowanych systemów oraz podsystemów urządzeń naukowo-badawczych: ATLAS, T2K, W7-X, SPIRAL 2, ESS
- Kontrola jakości: LHC, XFEL, ESS
- Prace inżynieryjno-badawcze i prototypowe w zakresie urządzeń mechanicznych i elektroniczno-elektrycznych: LHC, T2K, W7-X, CTA, ITER, CCB, HiLumi-LHC, Pierre Auger Observatory
- Programowanie i rozwój aplikacji wspomagających proces kontroli jakości: LHC, XFEL, ESS

ESS ERIC

Realizacja polskiego wkładu rzeczowego do projektu budowy Europejskiego Źródła Spalacyjnego w Lund, w Szwecji.

Zakres prac DAI obejmuje trzy zagadnienia:

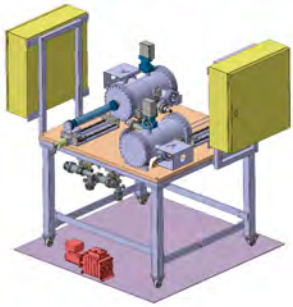
- montaż, testowanie i uruchomienie systemu dystrybucji mocy o częstotliwościach radiowych (RF) od ich źródła do odbiorników
- montaż i uruchomienie zasilaczy dużej mocy dla źródeł fal o częstotliwościach radiowych
- przygotowanie stanowisk do testów, testowanie kriogenicznych modułów przyspieszających akceleratora liniowego

ITER RNC

Radialny Detektor Neutronów (RNC) – jeden z głównych systemów detekcji neutronów w reaktorze ITER.

Udział DAI w pracach projektowo-prototypowych:

- projektowanie i analizy termo-hydrauliczne dla systemu chłodzenia detektorów
- pnalizy elektromagnetyczne
- projektowanie oraz testowanie podzespołów RNC
- przeprowadzenie oraz analiza testów temperaturowych detektorów diamentowych
- symulacje sejsmiczne
- analiza modalna
- analiza połączeń śrubowych i spawanych
- projektowanie ochrony przeciwpożarowej (do 805 ºC)
- symulacja 2h pożaru



LABORATORIA AKREDYTOWANE

Laboratoria badawcze z metodami akredytowanymi:

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (NLD) - AB 1317

Laboratorium jest obecnie największym serwisem dozymetrycznym działającym w Polsce oraz wykonującym rocznie ponad 200 000 pomiarów dawek indywidualnych i środowiskowych od promieniowania jonizującego, dla blisko 12 tysięcy instytucji w Polsce i Europie. Jako pierwsze laboratorium w kraju zaczęło stosować do pomiarów dawek metodę termoluminescencyjną, korzystając przy tym z opracowanych w Instytucie Fizyki Jądrowej detektorów termoluminescencyjnych z fluorku litu.

Laboratorium wykonuje również testy specjalistyczne aparatury RTG wykorzystywanej do celów medycznych zgodnie z krajowymi wymaganiami. Na obie działalności laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji o numerze AB 1317.

Laboratorium Ekspertyz Radiometrycznych (NLR) - AB 788

Laboratorium prowadzi badania promieniotwórczości w środowisku stosując wysokoczułe metody spektrometrii promieniowania gamma i alfa oraz dysponuje mobilnym laboratorium do pomiarów w terenie. Przedmiotem badań są izotopy gamma promieniotwórcze w próbkach środowiskowych, a także radon, toron i produkty ich rozpadu. Laboratorium wykonuje ponadto ekspertyzy radiometryczne materiałów i terenów budowlanych, pomiary stężeń radonu w budynkach (m.in. w miejscach pracy), w glebie i w wodzie, pomiary ekshalacji radonu, kalibracje detektorów pasywnych i aktywnych do pomiarów stężeń radonu. Laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji AB 788.

Laboratorium Analiz Promieniotwórczości (NLP) - AB 979

Laboratorium prowadzi badania stężeń sztucznych substancji gamma-radioaktywnych dla zewnętrznych zleceniodawców. Posiada certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji AB 979. Pracownia należy również do międzynarodowej sieci laboratoriów eksperckich ALMERA (Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity) koordynowanej przez MAEA i składa się z laboratoriów badawczych, które są w stanie wykonać wiarygodne i terminowe badania promieniotwórczych skażeń środowiska w sytuacjach awaryjnych. W sieci ALMERA działa w skali całego świata 160 laboratoriów, a w Polsce jest obecnie pięć takich placówek.

Laboratoria pomiarowe z metodami akredytowanymi:

Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych (NLW) - AP 029

W Laboratorium prowadzimy wzorcowanie przyrządów stosowanych w ochronie radiologicznej: mierników promieniowania gamma, mierników skażeń promieniotwórczych powierzchni. Laboratorium jako pierwsze w Polsce otrzymało akredytację Polskiego Centrum Akredytacji AP 029 w dziedzinie promieniowania jonizującego. Prowadzimy wzorcowania przyrządów dozymetrycznych dla klientów z całej Polski. Wysoka jakość prowadzonych wzorcowań potwierdzana jest wynikami międzylaboratoryjnych pomiarów porównawczych.

Wykonujemy wzorcowanie przyrządów dozymetrycznych w zakresie:

- promieniowania gamma ze źródła Cs-137
- promieniowania alfa ze źródeł Pu-239 i Am-241 oraz promieniowania beta ze źródeł Sr-90/Y-90, Cl-36 i C-14

PROJEKTY IFJ PAN NA POLSKIEJ MAPIE INFRASTRUKTUR BADAWCZYCH

Projekty z PMIB koordynowane przez IFJ PAN:

- CCB – Centrum Cyklotronowe Bronowice (rozbudowa)
- Centrum Inżynierii Kriogenicznych Materiałów i Urządzeń Badawczych
- ESS – Europejskie Źródło Spalacyjne
- SPIRAL2 – ośrodek badań na wiązkach radioaktywnych
- Badania w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych z wykorzystaniem infrastruktury CERN

Projekty z PMIB, w których współuczestniczy IFJ PAN, związane z polskim wkładem w ESFRI:

- E-XFEL – Laser na Swobodnych Elektronach; Koordynator: Narodowe Centrum Badań Jądrowych
- ELI – Extreme Light Infrastructure; Koordynator: Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie
- CTA – Cherenkov Telescope Array; Koordynator: Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
- FAIR – Ośrodek Badań Antyprotonami i Jonami; Koordynator: Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
- ESRF – Europejskie Centrum Promieniowania Synchrotronowego; Koordynator: Instytut Fizyki PAN

Inne projekty z PMIB, w których współuczestniczy IFJ PAN:

- RAPID – Centrum Badań i Technologii Radiacyjnych; Koordynator: Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
- Hyper-Kamiokande – wodny detektor wykorzystujący zjawisko Czerenkowa; Koordynator: Narodowe Centrum Badań Jądrowych

EDUKACJA

Instytut stwarza doskonałe warunki do kształcenia doktorantów oraz promuje dobre praktyki w zakresie wspierania działalności naukowej młodych naukowców.

- Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska (KISD)
- Międzynarodowe Studia Doktoranckie (MSD)
- Interdyscyplinarne Środowiskowe Studia Doktoranckie (InterDokMed i FCB)

W 2019 roku w Instytucie została powołana międzyinstytucjonalna Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska (KISD), którą wspólnie z IFJ PAN współtworzy sześć instytutów PAN i dwa wydziały AGH. Kształcenie w naszej Szkole Doktorskiej przygotowuje do uzyskania stopnia naukowego doktora w dyscyplinach: nauki fizyczne, nauki chemiczne, nauki medyczne, nauki farmaceutyczne, inżynieria materiałowa, inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

KISD
KRAKOWSKA
INTERDYSCYPLINARNA
SZKOŁA DOKTORSKA

Nauczanie w KISD charakteryzuje nowoczesność i aktualność tematyki badawczej oraz elastyczny program kształcenia, pozwalający na wybór zajęć w zależności od potrzeb doktoranta. Instytut znajduje się w gronie laureatów w konkursie dla najbardziej prodoktoranckiego Instytutu PAN.

Warsztaty i praktyki

Międzynarodowe Warsztaty Fizyki Cząstek Elementarnych dla uczniów szkół średnich we współpracy z IPPOG i CERN.

Praktyki studenckie IFJ PAN „Particle Physics Summer Student Programme".

POPULARYZACJA NAUKI

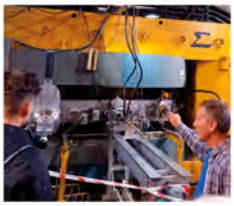
Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk aktywnie uczestniczy w regularnie odbywających się imprezach popularyzatorskich zakrojonych na szeroką skalę.

Małopolska Noc Naukowców

Małopolska
Noc Naukowców

Co roku przygotowujemy szereg ciekawych atrakcji dla uczestników:

- Namiot Konstruktora
- Pokazy eksperymentów, czyli "Triki Fizyki"
- Warsztaty Młodego Inżyniera
- Pokój zagadek
- Zwiedzanie laboratoriów oraz wystawy aparatury
- Konkursy fizyczne i wykłady



Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie

Instytut Fizyki Jądrowej PAN od lat bierze udział w Festiwalu, którego celem jest prezentacja osiągnięć naukowych oraz artystycznych, ukazanie praktycznych korzyści wynikających z postępu naukowego, innowacyjności oraz ich wpływu na jakość życia.

Naukowcy w Szkołach - popularyzacja nauki w placówkach oświatowych

Wykłady, dyskusje i pokazy w szkołach podstawowych i średnich przedstawiające badania naukowe w sposób jak najbardziej ciekawy dla młodych ludzi.

- Skąd naukowcy wiedzą, że wiedzą?
- Fizyka w Karate
- Czy muszę rezygnować ze smartfona dla ocalenia planety?
- Mikroświat i siły nim rządzące
- Niezwykłe stany materii w naszym otoczeniu

Cykl filmów z serii „Kanapa Fizyków"

Akcja popularyzacyjna, w której naukowcy z IFJ PAN odpowiadają na pytania przesłane przez widzów, m. in o podróżach w czasie i o polu magnetycznym w nadprzewodnikach, o różnicach między Wielkim Wybuchem, a czarną dziurą, o energii z promieniowania kosmicznego.

Projekty popularnonaukowe

"Fizyka kluczem do zrozumienia świata"

Pokazy:

- "Fascynująca Fizyka"
- „Przyspieszacze Cząstek"
- „Zaskakująca Fizyka"
- Pokaz CREDO i promieniowanie kosmiczne

Konkursy i gry:

- „Zachwyceni Fizyką"
- "Zajrzyj w głąb Wszechświata"
- "Zrozumieć Fizykę"

"Fizyka kluczem do zrozumienia świata" edycja 2

Pokazy:

- "Ekscytująca Fizyka"
- "Pasjonująca Fizyka"

Konkursy:

- „Oczarowani Fizyką"

"Namiot Młodego Naukowca"

Cykl warsztatów dla dzieci organizowany podczas wakacji w 2023 i 2024 roku.

Ministerstwo Edukacji i Nauki

Społeczna Odpowiedzialność Nauki

NAMIOT MŁODEGO NAUKOWCA

FIZYKA KLUCZEM DO ZROZUMIENIA ŚWIATA

Projekty dofinansowano ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Społeczna odpowiedzialność nauki",
nr projektu SONP/SP/467045/2020 kwota dofinansowania 310 400,00 zł całkowita wartość projektu 344 889,00 zł,
nr projektu SONP/SP/550514/2022 kwota dofinansowania 169 336,00 zł całkowita wartość projektu 188 340,00 zł,
nr projektu SONP/SP/550683/2022 kwota dofinansowania 211 490,00 zł całkowita wartość projektu 235 227,00 zł.

Instytut corocznie zamieszcza na globalnym naukowym serwisie prasowym EurekAlert! notatki o znaczących osiągnięciach naukowych, dokonanych z istotnym udziałem badaczy z IFJ PAN, które publikowane są w renomowanych czasopismach. Ponadto, Instytut prowadzi aktywną działalność na portalach społecznościowych Facebook, Twitter czy YouTube, zamieszczając informacje i filmy dotyczące działalności IFJ PAN i bieżących działań popularyzatorskich.

„Międzynarodowa Promocja IFJ PAN przez Filmy edukacyjne”

- program Welcome to Poland finansowany przez NAWA.

Filmy:

- „Cyklotron – przyspieszacz jonów w IFJ PAN”
- "Tajemnicza cząstka Higgsa"
- "Piknik w Dolinie Stabilności"
- "W Krainie Widm"
- "Fizyka jest prosta - Dylatacja czasu"

NAWA
NARODOWA AGENCJA WYMIANY AKADEMICKIEJ

Inne wydarzenia popularyzujące naukę

konkurs „Łowcy cząstek” – drużynowe wykrywanie cząstek wtórnego promieniowania kosmicznego oraz radioaktywności lokalnej za pomocą smartfonów wyposażonych w aplikację CREDO Detector

konkurs popularyzatorski „QuickPhysX” – doktoranci i pracownicy Instytutu przygotowują krótkie, zrozumiałe dla każdego prezentacje popularyzatorskie na dowolny temat związany z fizyką

Dzień otwarty dla studentów

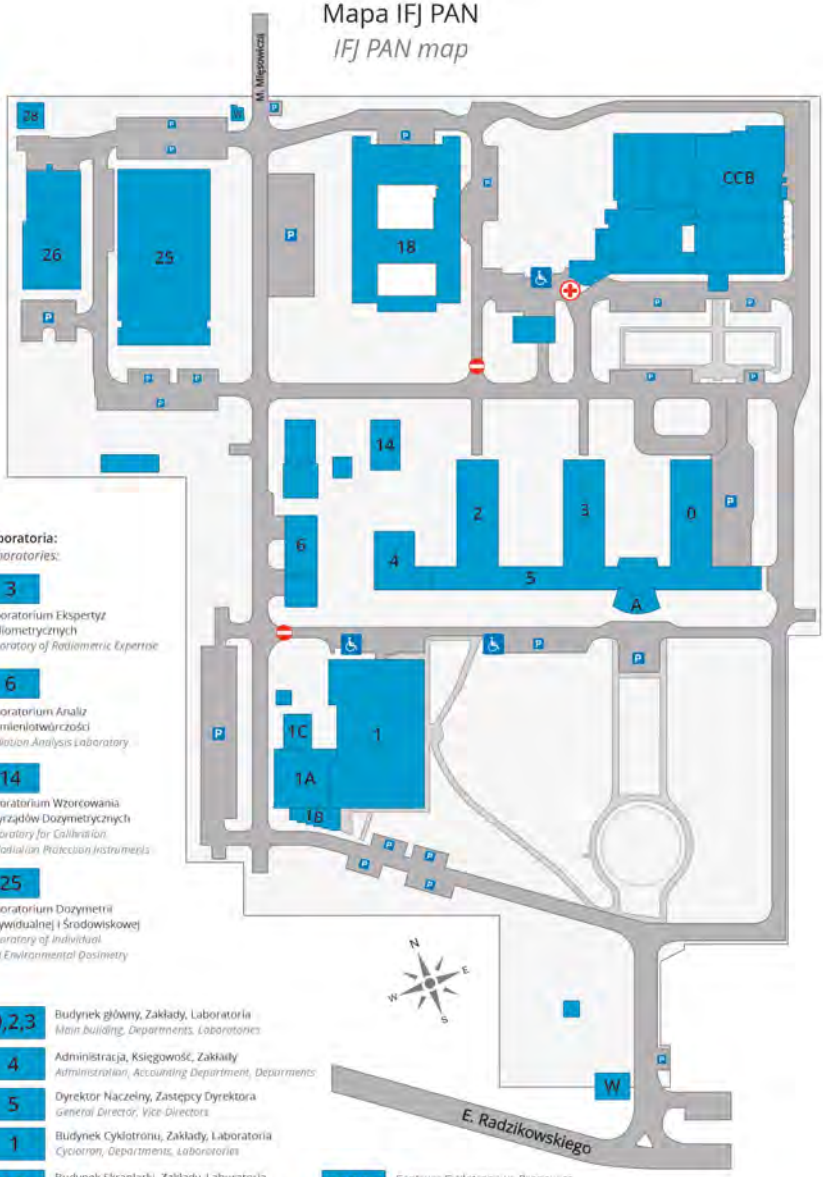
- aktualna oferta prac dyplomowych i praktyk studenckich
- zwiedzanie pracowni i laboratoriów
- indywidualne rozmowy z przyszłymi opiekunami
- możliwość poznania różnych technik badawczych oraz zaplanowania swojej dalszej kariery naukowej

Dzień Dziecka z IFJ PAN

- pokazy zaskakujących doświadczeń fizycznych „Triki Fizyki"
- ciekawe eksperymenty
- cykl mini prezentacji
- warsztaty budowy modeli cząsteczek
- wykłady i quizy dla najmłodszych

Mapa IFJ PAN

IFJ PAN map



Laboratoria:
Laboratories:

3
Laboratorium Ekspertyz Radiometrycznych
Laboratory of Radiometric Expertise

6
Laboratorium Analiz Promieniotwórczości
Radiation Analysis Laboratory

14
Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych
Laboratory for Calibration of Radiation Protection Instruments

25
Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej
Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry

0,2,3 Budynek główny, Zakłady, Laboratoria
Main building, Departments, Laboratories

4 Administracja, Księgowość, Zakłady
Administration, Accounting Department, Departments

5 Dyrektor Naczelny, Zastępcy Dyrektora
General Director, Vice-Directors

1 Budynek Cyklotronu, Zakłady, Laboratoria
Cyclotron, Departments, Laboratories

18 Budynek Skraplarki, Zakłady, Laboratoria
Cryogenics Unit, Departments, Laboratories

25 DAI, Zakłady, Laboratoria
DAI, Departments, Laboratories

26 Budynek Skraplarki
Cryogenics Unit

CCB Centrum Cyklotronowe Bronowice
Cyclotron Centre Bronowice

A Aula IFJ PAN
Auditorium

W Wartownia
Guardroom

Instytut Fizyki Jądrowej
im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk

Radzikowskiego 152,
31-342 Kraków, Poland
Tel: +48 12 662 8200
Fax: +48 12 662 8458
http://www.ifj.edu.pl/

www.facebook.com/InstytutFizykiJadrowejPAN/
https://www.youtube.com/@ifj_pan

KRAKÓW 2023