



INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Polska Szkoła Akceleratorowa: Wybrane Zagadnienia Akceleracji

dr hab. Dariusz Bocian, prof. IFJ PAN
z-ca Dyrektora ds. Naukowo-Technicznych

19 października 2026 r.

Instytut
kategorii



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Polska Szkoła Akceleratorowa

Akceleratorzy przyszłość czy przeszłość?

- ~ 6% akceleratorów stosuje się do badań naukowych (fizyka cząstek elementarnych – 0.5%, fizyka jądrowa, ciało stałe, materiały – 0.5%, biologia – 5%);
- zastosowania medyczne (~35%);
- zastosowania przemysłowe (prawie 60%).

W środowisku naukowym związanym z akceleratorami istnieje przeświadczenie, że akceleratorzy będą kluczowymi aktorami czwartej rewolucji przemysłowej umożliwiając przemysłowi i medycynie wykorzystywanie technologii opartych na dostępie do poziomu atomowego i subatomowego oraz interakcji z nim.

- nowa era medycyny nuklearnej: radioizotopy promieniotwórcze do miejscowego leczenia nowotworów i innych chorób (teragnostyka).
- „fabryki światła”: litografia ⇒ nowoczesne mikroprocesory

Wykładowcy:

- prof. dr hab. inż. Sławomir Wronka
- dr hab. inż. Krzysztof Czuba, prof. PW
- dr inż. Wojciech Cichalewski
- dr Adriana Wawrzyniak
- dr inż. Marek Gąsior
- dr hab. Dariusz Bocian, prof. IFJ PAN

Organizacja:

- Dariusz Bocian
- Dorota Zajdel

Wsparcie:

- Lazar Nikitović
- Davide Borchia

Oddziały naukowe:

1. Fizyki i Astrofizyki Cząstek
2. Fizyki Jądrowej i Oddziaływań Silnych
3. Fizyki Materii Skondensowanej
4. Fizyki Teoretycznej
5. Badań Interdyscyplinarnych
6. Zastosowań Fizyki

Działy naukowo-badawcze:

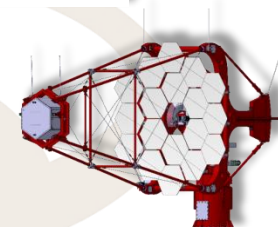
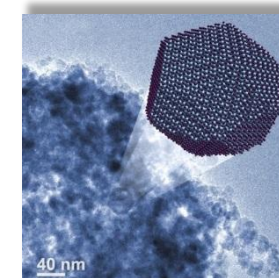
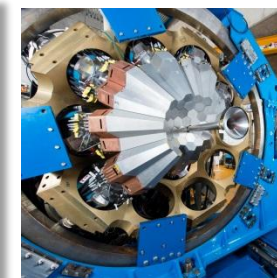
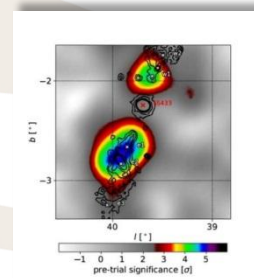
- Centrum Cyklotronowe Bronowice
- Dział Budowy Aparatury i Infrastruktury Badawczej
- Cztery akredytowane laboratoria

Edukacja:

- Międzynarodowe Studium Doktoranckie
- Interdyscyplinarne Środowiskowe Studia Doktoranckie
- Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska

Działy pomocnicze

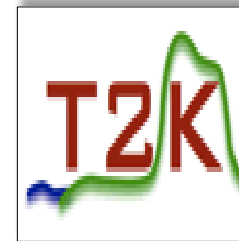
REZULTATY: ok. **650** publikacji rocznie



Eksperymenty w ośrodku CERN przy zderzaczu LHC (Genewa, Szwajcaria)



Eksperyment Belle II przy zderzaczu SuperKEKB (Tsukuba, Japonia)

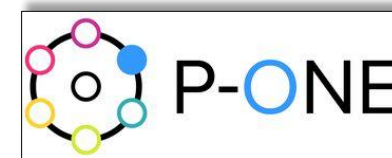


Eksperyment neutrinowy T2K (Tokai to Kamioka, Japonia)



Prace nad przyszłymi wielkimi projektami fizyki cząstek elementarnych

Udział w pracach wielkich obserwatoriów astrofizycznych



Główne kierunki badań

Teoria silnych oddziaływań i układów wielu ciał

- Badania oddziaływań jądrowych w obszarze niskich i pośrednich energii: mechanizmu reakcji jądrowych oraz produkcji mezonów w zderzeniach hadronów;
- Badanie rozpraszania fotonu na fotonie;
- Badania teoretyczne struktury i dynamiki układu wielu ciał oddziałujących silnie.

Struktura jądra atomowego

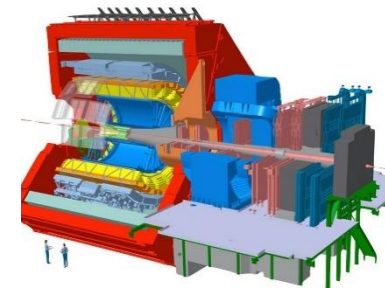
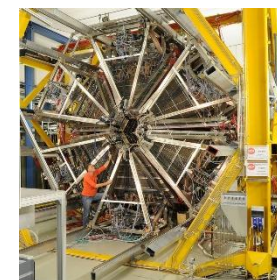
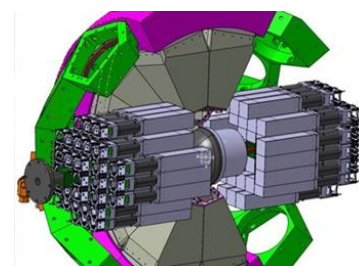
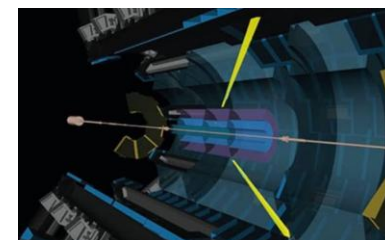
- Badania ewolucji własności jąder atomowych w funkcji temperatury, spinu i izospinu (GANIL/SPIRAL2, LNL Legnaro, GSI/FAIR, IJC Lab);
- Prace badawczo-rozwojowe nowych technik detekcji dla fizyki jądrowej – m.in. projekty AGATA i PARIS.

Reakcje jądrowe i procesy hadronowe

- Testy Modelu Standardowego za pomocą eksperymentów z fizyki jądrowej nEDM;
- Badanie oddziaływań hadronowych w gęstej i gorącej materii - eksperyment HADES w GSI/FAIR;
- Badanie równania stanu – eksperyment SPiRiT w RIKEN and ASY-EOS w GSI/FAIR;
- W przygotowaniu- pomiar indukowanej polaryzacji jądrowej w reakcji breakup'u pd w CCB.

Ultrarelatywistyczna fizyka jądrowa i oddziaływania hadronów

- Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze ultra wysokich energii – eksperymenty ALICE oraz NA61/SHINE w CERN.



Współpraca międzynarodowa, m.in. z GSI/FAIR Darmstadt, GANIL/SPIRAL2 Caen, IJCLab Orsay, LNL Legnaro, Uniw. w Mediolanie, FZ Julich, RIKEN Japonia, ESS Szwecja, ILL Grenoble, FRIB USA

Magnetyzm
materiałów
molekularnych
i nanostruktur

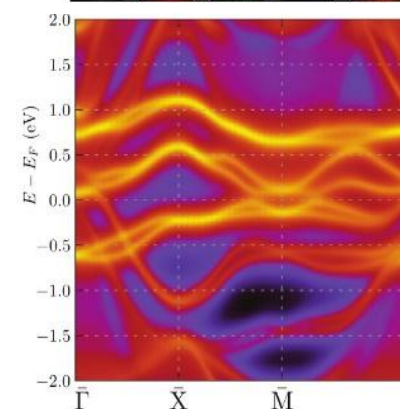
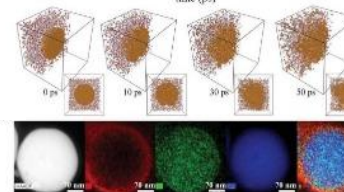
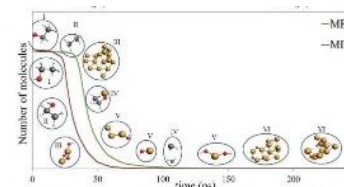
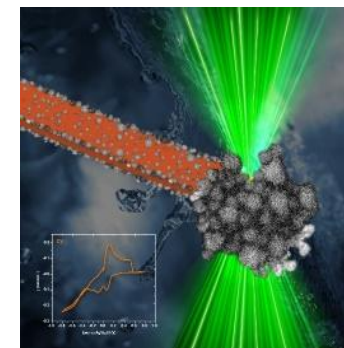
Fizyka materii
miękkiej

Badania
biomateriałów

Zastosowanie
fizyki jądrowej
w badaniach
materiałów

Obliczeniowa
teoria kwantowa
fazy
skondensowanej

- Badanie własności strukturalnych i magnetycznych układów metalicznych i molekularnych o zredukowanej wymiarowości.
- Badania efektów entropowych, ciśnieniowych i magnetycznych materiałów molekularnych
- Synteza i charakterystyka materiałów molekularnych w matrycach porowatych
- Heterozłącza i materiały nanokompozytowe dla katalizy, produkcji wodoru i czystej energii
- Badanie polimorfizmu, witrifikacji, amorfizacji oraz dynamiki wewnętrznej substancji organicznych
- Badanie wpływu ograniczenia przestrzennego na procesy relaksacyjne i kinetykę krystalizacji w układach molekularnych
- Badanie oddziaływania wiązki jonów z komórkami nowotworowymi implementowanymi nanocząstkami i jej wpływu na ich własności biofizyczne i biochemiczne
- Badania stabilności fizykochemicznej substancji leczniczych i polimorfizmu wybranych farmaceutyków
- Wykorzystanie technik spektroskopowych anihilacji pozytonów do badania głębokościowego rozkładu defektów sieci krystalicznej
- Badania własności fizycznych i chemicznych implantowanych materiałów metalicznych i półprzewodnikowych
- Badanie nowych materiałów funkcjonalnych w warunkach ograniczenia przestrzennego z wykorzystaniem metod rozpraszania neutronów
- Kwantowo-mechaniczne obliczenia własności materiałów i nanomateriałów
- Modelowanie analityczne oraz komputerowe symulacje nanostrukturyzowanych cienkich warstw oraz układów makrospinowych
- Modelowanie ultraszybkich procesów i przejść fazowych w materiałach pod wpływem impulsów promieniowania X



Główne kierunki badań

Badanie struktury materii

- Fenomenologia i rachunki chromodynamiki kwantowej w powiązaniu z wynikami eksperymentalnymi
- Modele efektywne oddziaływań silnych
- Fizyka relatywistycznych zderzeń ciężkich jonów
- Produkcja, dynamika i spektroskopia mezonów

Teoria cząstek elementarnych

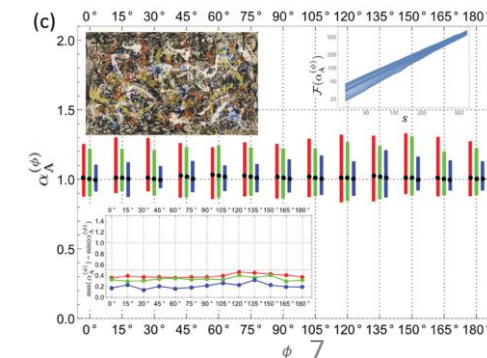
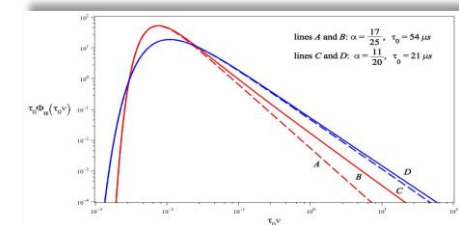
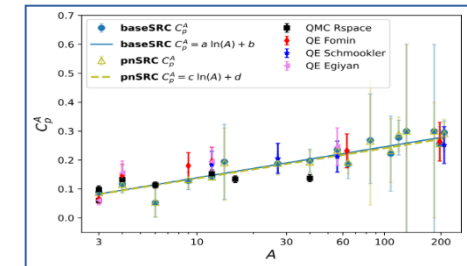
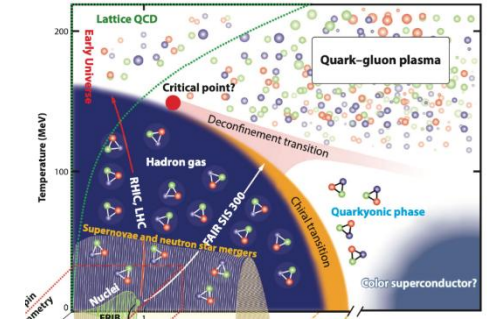
- Precyzyjne obliczenia teoretyczne, numeryczne i symulacje Monte Carlo prowadzone w ramach kwantowej teorii oddziaływań fundamentalnych
- Badanie struktury hadronów przy użyciu informacji kwantowej

Matematyczne metody fizyki

- Fenomenologiczny opis procesów relaksacji nie-Debyeowskiej
- Prace badawcze dotyczące podstaw mechaniki kwantowej

Badanie układów złożonych

- Metodologia sieci złożonych i multifraktali
- Rynki finansowe i układy społeczne
- Zagadnienia lingwistyki ilościowej
- Modelowanie mózgu oraz propagacji pandemii
- Badanie nielokalnych korelacji kwantowych



Główne kierunki badań

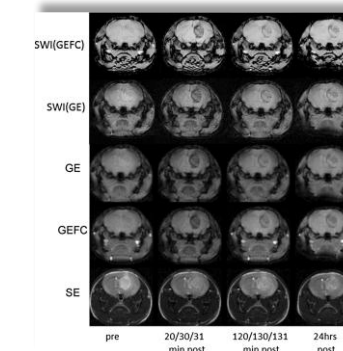
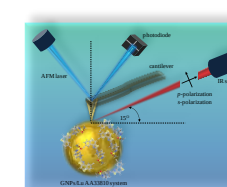
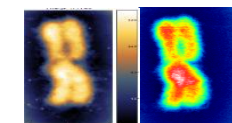
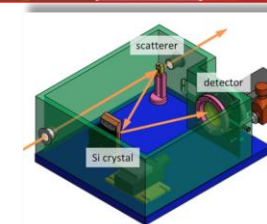
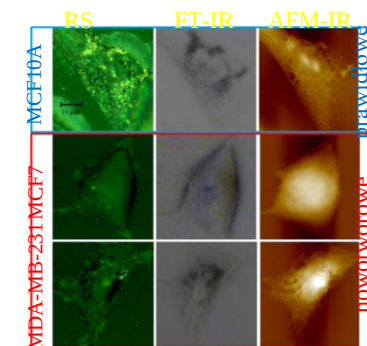
Badania fizyczne
układów złożonych

Zastosowania
spektroskopii
rentgenowskiej

Badania
mikrostruktur
biologicznych

Obrazowanie
i spektroskopia
magnetycznego
rezonansu
jądrowego (NMR)

- Obrazowanie spektroskopowe dla potrzeb radiobiologii, terapii i badań materiałowych
- **Badania uszkodzeń radiacyjnych komórek oraz oddziaływania promieniowania jonizującego i wybranych leków na organizmy żywe**
- Badanie zmian układów biologicznych z użyciem promieniowania synchrotronowego i laserów na swobodnych elektronach
- **Badania dynamiki elektronów w molekułach**
- Badania m.in. z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych: własności elastycznych i mechanicznych komórek
- **Badania patologicznych zmian tkanek i komórek**
- Badania struktury i procesów fizjologicznych tkanek i narządów w stanach normalnych i patologicznych
- **Zastosowanie obrazowania i spektroskopii NMR do badań własności nośników leków, nowoczesnych środków kontrastowych i materiałów porowatych**
- Rozwój oprzyrządowania NMR



Główne kierunki badań

Synteza termojądrowa,
oddziaływanie neutronów
z materią, diagnostyka plazmy

- Diagnostyka plazmy w dużych urządzeniach syntezy termojądrowej – tokamaki ITER, COMPASS-U, WEST
- **Modelowanie plazmy wysokotemperaturowej**
- Laboratorium neutronowe IFMIF-DONES, projekt modułu STUMM, modelowanie Monte Carlo



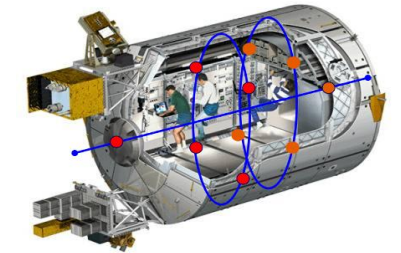
Wykorzystanie wiązek
hadronowych w radioterapii
i badaniach radiacyjnych

- **Rozwój metod monitorowania i dozymetrii wiązek dla radioterapii protonowej**
- Napromienienia wiązkami protonowymi: materiału biologicznego, układów elektronicznych oraz próbek materiałowych



Dozymetria luminescencyjna,
na ziemi i w kosmosie

- Badanie zjawiska luminescencji, opracowanie nowych materiałów, detektorów i technik
- **Wykorzystanie detektorów luminescencyjnych w pomiarach dozymetrycznych m.in. na orbicie Ziemi i w misjach międzyplanetarnych**

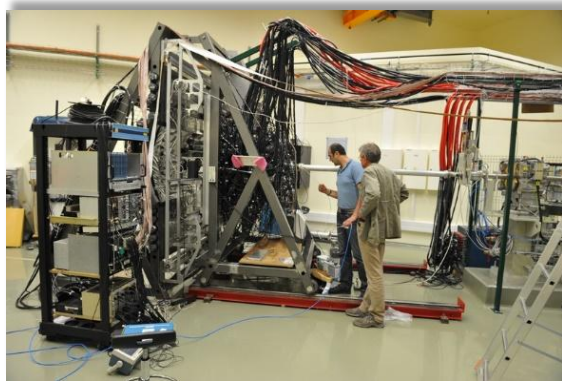


Promieniowanie
w środowisku, badania dla
energetyki jądrowej i klimatu

- Spektrometrie mas i α , β , γ wysokiej czułości
- **Monitoring i badanie skażeń promieniotwórczych środowiska, ocena narażenia na promieniowanie populacji**
- Badanie zmian klimatu przez określenie transportu radionuklidów w środowisku



Cyklotron Proteus C-235



Hala eksperymentalna

Systemy TPS/OIS
Tomograf komputerowy
Dozymetria i kontrola jakości

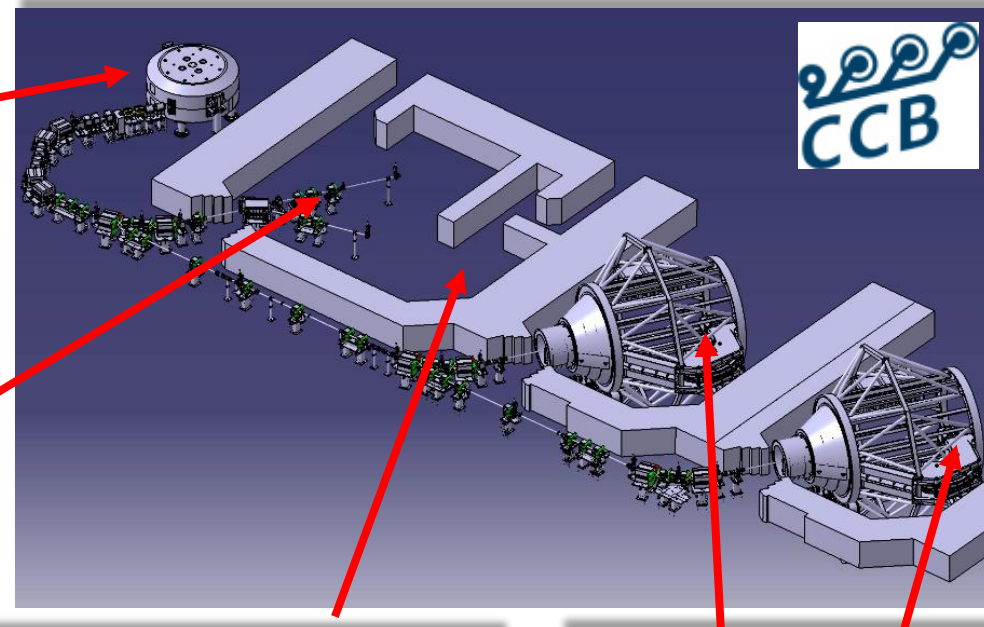
Cyklotron AIC 144



Hala terapii oka



2 stanowiska gantry z wiązką skanującą

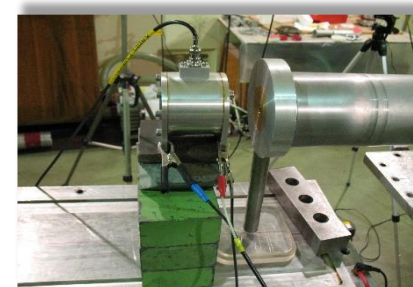




Stanowisko do precyzyjnej protonoterapii oka

Linia do produkcji izotopów radioaktywnych

- Prąd wiązki: $< 100\text{nA}$;

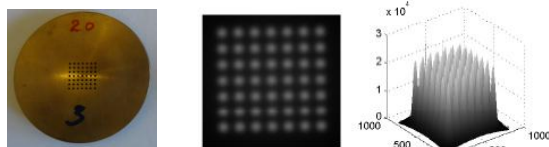


Stanowisko do pomiarów z wiązką o dużej intensywności

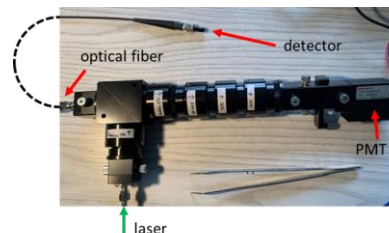
- prąd wiązki: $2\text{nA} - 100\text{nA}$;
- dawka promieniowania do 50 Gy/s
- pole napromieniania $d < 12\text{ cm}$;

Cyklotron AIC-144:

Energia wiązki protonów 60 MeV ; prąd wiązki 80 nA



Terapia "siatkowa" protonami –
w celu zmniejszenia skutków
ubocznych leczenia



Testy detektorów i dozymetrów



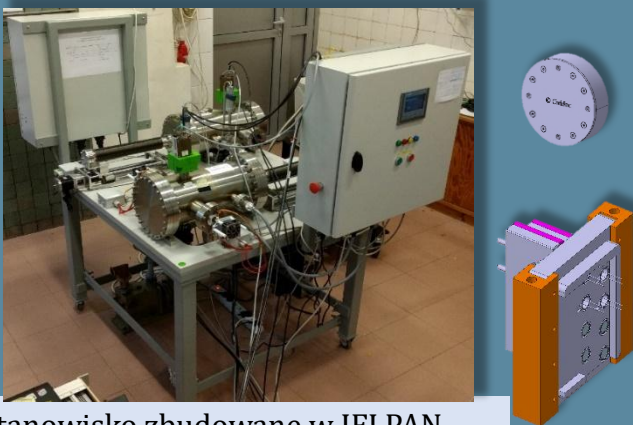
Testy układów elektronicznych
wykorzystywanych w statkach
kosmicznych

DZIAŁ BUDOWY APARATURY I INFRASTRUKTURY NAUKOWEJ (DAI)

Wybrane projekty w realizacji

Tests dla ITER

(feedthrough, diamond detectors)



Stanowisko zbudowane w IFJ PAN

Testowanie kriomodułów dla ESS

31 kriomodułów przewidzianych do przetestowania



Inspekcja oraz przygotowanie modułów do instalacji w tunelu. 13 spoke cryomodules.

Instalacja modułów SIS100 (GSI)



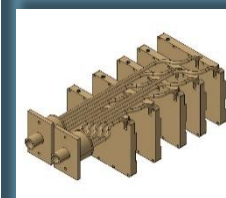
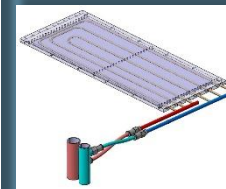
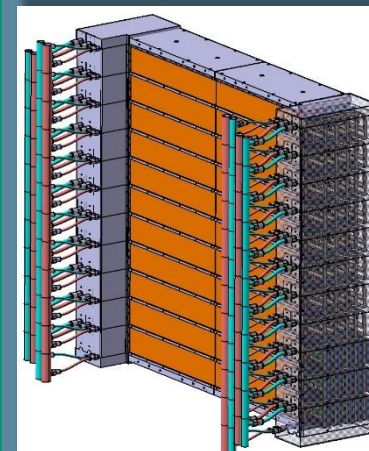
Budowa lokalnej infrastruktury do badania nadprzewodników



W uruchamianiu

Udział w ALICE(FoCal)

Dedykowany system chodzenia

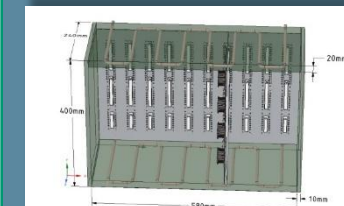


• DESIGN
• PRODUCTION

• TEST
• DELIVERY

Udział w ATLAS

Dedykowany układ chłodzenia



45
dedykowanych
jednostek.

• DESIGN
• PRODUCTION

• TEST
• DELIVERY

KISD - środowiskowa interdyscyplinarna szkoła doktorska powstała 6 maja 2019 r.

❖ instytuty PAN:

- Instytut Fizyki Jądrowej (**jednostka wiodąca**)
- Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
- Instytut Farmakologii
- Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej
- Instytut Mechaniki Górotworu
- Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią

❖ Akademia Górniczo-Hutnicza

- Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej;
- Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

❖ KISD kształci i przygotowuje do uzyskania stopnia naukowego doktora w następujących dyscyplinach:

- ✓ nauki fizyczne
- ✓ nauki chemiczne
- ✓ nauki medyczne
- ✓ nauki farmaceutyczne
- ✓ inżynieria materiałowa
- ✓ inżynieria środowiska, górnictwa i energetyki.

❖ KISD w liczbach

- ✓ **114.** doktorantów lat I-IV;
spośród nich **30** osób to obcokrajowcy.
- ✓ **11. doktorantów realizuje Doktorat Wdrożeniowy** (MEiN);
- ✓ **15.** kolejnych jest stypendystami projektów **Preludium Bis, Sonata Bis** i **Opus** (NCN).



Promocja nauki

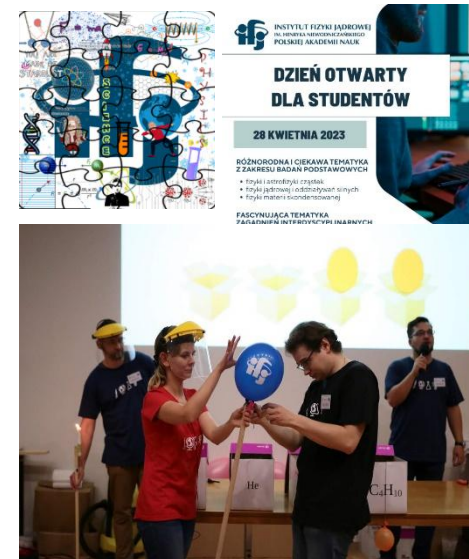
Małopolska Noc Naukowców	Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie	Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik	Piknik Naukowy Polskiej Akademii Nauk	Śląski Festiwal Nauki Katowice
Małopolski Festiwal Innowacji	Dzień Otwarty IFJ PAN dla studentów	Dzień Dziecka w IFJ PAN	Pokazy popularnonaukowe dla dzieci i młodzieży	Konkursy: QuickPhysX, Łowcy Cząstek
Naukowcy w Szkołach	Aktywność w mediach społecznościowych	Doniesienia EurekAlert! (ok. 15 rocznie)	Zwiedzanie Instytutu	Filmy popularnonaukowe na kanale YT
Wydawnictwo „Niech ci fizyka nie umyka”	Warsztaty „Int. Masterclasses, Hands on Particle Physics”	Praktyki studenckie „IFJ PAN Particle Physics Summer Student Programme”	Kanapa Fizyków	Projekty popularnonaukowe MNiSW i NAWA

- ☐ Zespół ds. Popularyzacji Badań Naukowych
- ☐ Zespół ds. Popularnonaukowych
- ☐ Koordynatorzy wydarzeń



Serwis prasowy IFJ PAN

- ☐ Małopolskie Centrum Nauki COGITEON
- ☐ Współpraca z Generatorem Nauki GEN w Jaśle
- ☐ Wojewódzki Dom Kultury w Rzeszowie Podkarpackie Centrum Nauki „Łukasiewicz”
- ☐ The European Particle Physics Communication Network (EPPCN)
- ☐ International Particle Physics Outreach Group IPPOG Collaboration
- ☐ Patronat na szkołami i placówkami oświatowymi w powiecie brzeskim



Realizacja międzynarodowych projektów

