

Zakłady Naukowe Oddziału Fizyki i Astrofizyki Cząstek w Instytucie Fizyki Jądrowej

- Oddziaływań Leptonów (NZ11)
- Struktury Hadronów (NZ12)
- Liniowego zderzacza (NZ13)
- Eksperymentu ATLAS (NZ14)
- Promieniowania Kosmicznego (NZ15)
- Neutrin i Ciemnej Materii (NZ16)
- Ścisła współpraca z Działem Budowy Aparatury i Infrastruktury Naukowej

Zakład Oddziaływań Leptonów

Udział w trzech eksperymentach:

- BELLE (KEK, Tsukuba, Japonia)
- H1 (DESY, Hamburg)
- LHC-b (CERN, Genewa)

28 osób; 4 samodzielnych pracowników naukowych

5 doktorantów;

corocznie 2-3 prace magisterskie

Eksperyment BELLE

- Zderzacz elektron-pozyton o rekordowej świetlności pracujący w ośrodku KEK (Japonia)
- Współpraca ok. 400 osób
- Zbieranie danych od roku 1999
- <http://belle.kek.jp>
- Główny cel: badanie zjawiska łamania symetrii parzystości przestrzenno-ładunkowej CP dla mezonów pięknych $B_d(\bar{b}d)$
- Niezwykle ciekawe wyniki fizyczne, prosta i bardzo atrakcyjna fizyka. Fantastyczne perspektywy prac magisterskich i doktoratów

Eksperyment H1

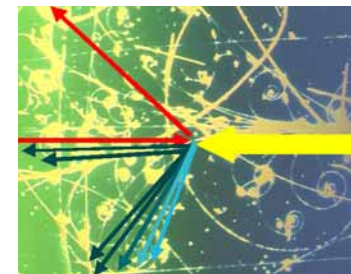
- Jedyne w świecie zderzacz elektron-proton HERA w ośrodku DESY w Hamburgu
- Współpraca ok. 400 osób
- Zbieranie danych od roku 1990 do 2007
- <http://www-h1.desy.de>
- Główne cele: badanie oddziaływań elektronów z kwarkami i gluonami na bardzo małych odległościach; testowanie chromodynamiki kwantowej
- Prace magisterskie i doktoraty – analiza danych

Eksperyment LHC-b

- Zderzacz proton-proton LHC w ośrodku CERN pod Genewą - planowany start pod koniec 2007
- Współpraca ok. 400 osób
- <http://lhcb.cern.ch>
- Główny cel: badanie łamania symetrii parzystości przestrzenno-ładunkowej (mezony piękne B_d i B_s)
- Wielkie pole do popisu dla młodych ludzi: software, hardware, analiza danych.
- prace magisterskie, doktoraty



Zakład XII Struktury hadronów



Nasz cel: badanie fundamentalnych oddziaływań podstawowych składników materii – kwarków i gluonów.

<http://www.ifj.edu.pl/dept/no1/nz12/index.html>

Kierownik: prof. dr hab. Jan Figiel
5 fizyków

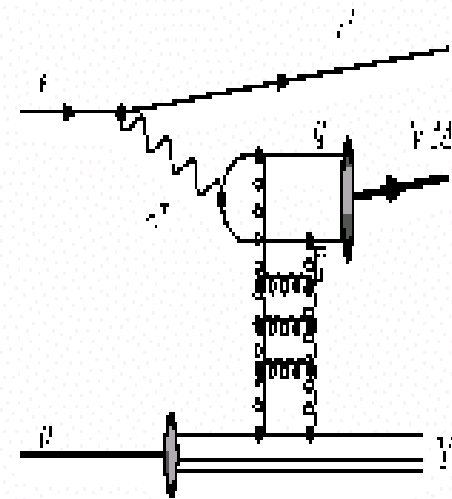
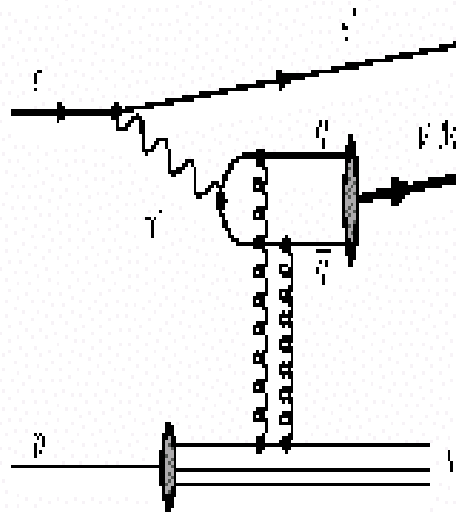
Uczestniczymy w:



- Eksperyment **ZEUS** w laboratorium DESY w Hamburgu: badanie oddziaływań elektron (pozyton) – proton przy najwyższych energiach.

- Dyfrakcyjna fotoprodukcja mezonów wektorowych ρ , φ i J/ψ

Czy "pomeron" QCD to 2 gluony czy drabina gluonowa?



- Szczegółowe własności wielo-hadronowych stanów końcowych produkowanych w głęboko-nieelastycznych oddziaływaniach e-p :

korelacje między hadronami,
 fluktuacje krotności hadronów, momenty krotności,
 interpretacja w ramach **perturbacyjnej QCD**

Proponowane tematy prac magisterskich:

Pomiar ekskluzywnego przekroju czynnego na produkcję mezonu J/PSI lub/i PHI w eksperymencie ZEUS przy akceleratorze HERA w DESY w Hamburgu

opiekun: dr Dorota Szuba, dorota.szuba@desy.de

Analiza materiału doświadczalnego zebranego w eksperymencie ZEUS w 2007 roku przy energii protonu 460 GeV oraz 575 GeV, kontynuacja prac grupy krakowskiej. Wymagana przyzwoita znajomość angielskiego, możliwa praktyka w DESY.

Korelacje w końcowych stanach hadronowych w eksperymencie ZEUS przy akceleratorze HERA w DESY w Hamburgu

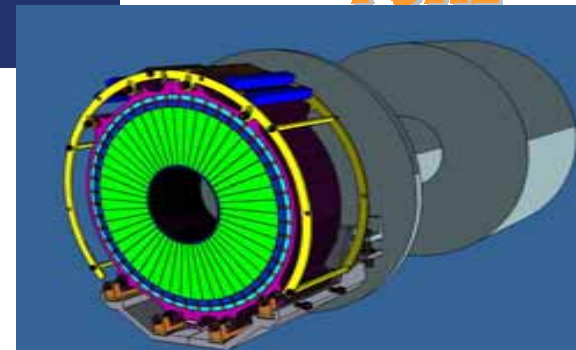
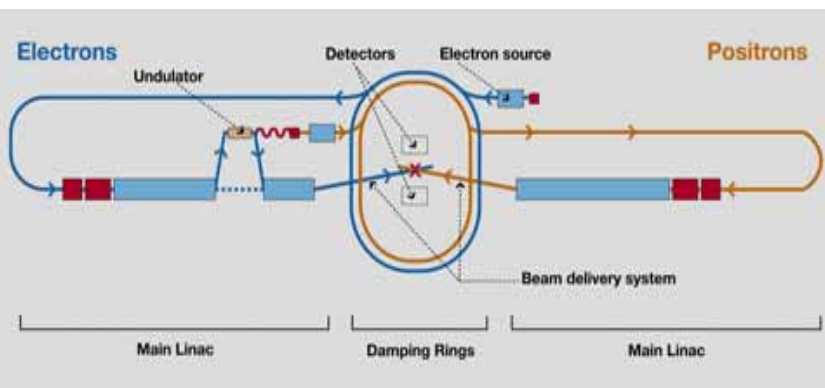
opiekun: dr hab.. Leszek Zawiejski leszek.zawiejski@ifj.edu.pl

Analiza materiału doświadczalnego zebranego w eksperymencie ZEUS w okresie HERA II 2002-2007.

Zakład 13

Linowego Zderzacza

Cel : prace badawczo – rozwojowe nad detektorami pod małymi kątami i fizyką dla przyszłego międzynarodowego liniowego akceleratora ILC. Postawione zadania realizujemy w ramach międzynarodowej współpracy FCAL i europejskiego projektu EUDET



EUDET

Detector R&D towards the International Linear Collider

Detektory pod małymi kątami dla przyszłego akceleratora ILC

Decyzja międzynarodowego panelu ITRP (sierpień 2004): technologia dla ILC - nadprzewodzące rezonatory przyspieszające - (tzw. zimna technologia wypracowana i testowana w DESY - projekt TESLA). Światowa zgoda dla ILC: energia 0.5 - 1 TeV.

IFJ PAN:

Razem z kolegami z 11 instytucji naukowych z 10 krajów uczestniczymy w ramach współpracy FCAL w projektowaniu, rozwijaniu i budowie aparatury rejestrującej cząstki w zakresie małych kątów 4 - 82 mrad, towarzysząc zderzającym się wiązkom e^+e^- na ILC

Funkcje: precyzyjny pomiar świetlności $O(10^{-4})$ (**LumiCal**), szybka diagnostyka i monitorowanie zderzających się wiązek (**BeamCal**, **GamCal**), detekcja wysoko energetycznych elektronów i fotonów - pomoc w poszukiwaniu supersymetrycznych cząstek i Nowej Fizyki.

Kalorymetry:

LumiCal : $26 < \theta < 82$ mrad

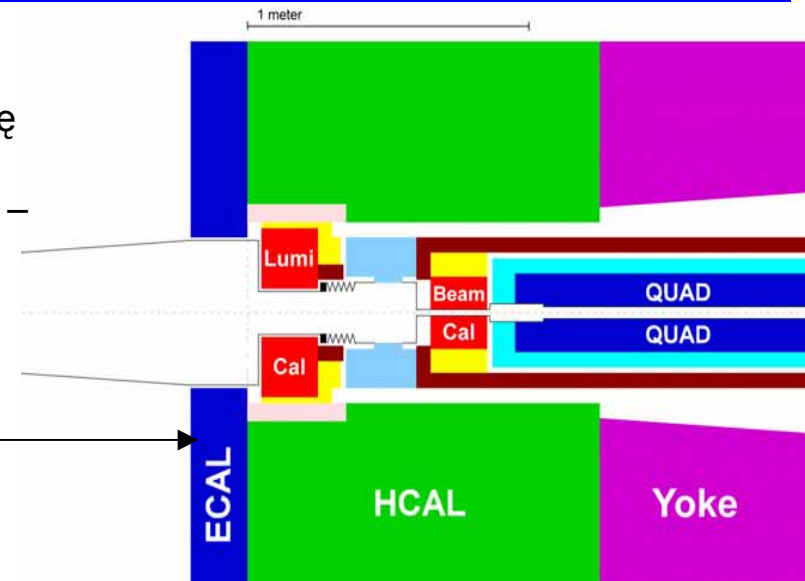
BeamCal : $4 < \theta < 28$ mrad

GamCal : $100 < \theta < 400$ μ rad (dodatkowy detektor)

obszar zderzeń (IP)

X

3 m



Aktualnie pracujemy w Krakowie (razem z kolegami z AGH i UJ):

- nad projektem prototypu dla **LumiCal** - wolfram (W - absorber) i krzem (Si - sensory).
- wykonujemy symulacje Monte Carlo detektora przy różnych jego strukturach wewnętrznych
- rozwijamy metodę laserowego, precyzyjnego pomiaru przestrzennych położenia **LumiCal** (względem IP i rur akceleratora) i monitorowania on-line tego położenia.

Zakład eksperymentu ATLAS NZ14

Udział w eksperymentach:

Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC (CERN)

Fizyka zderzeń p-p przy energii $\sqrt{s} = 14$ TeV

Fizyka zderzeń A+A przy energii $\sqrt{s} = 5.5$ TeV/n

Eksperyment PHOBOS na akceleratorze RHIC (BNL)

Fizyka zderzeń A+A przy energii $\sqrt{s} = 200$ GeV/n

Pracownicy Zakładu uczestniczą także w pracach dotyczących rozwoju infrastruktury komputerowej typu Grid dla eksperymentów na LHC.

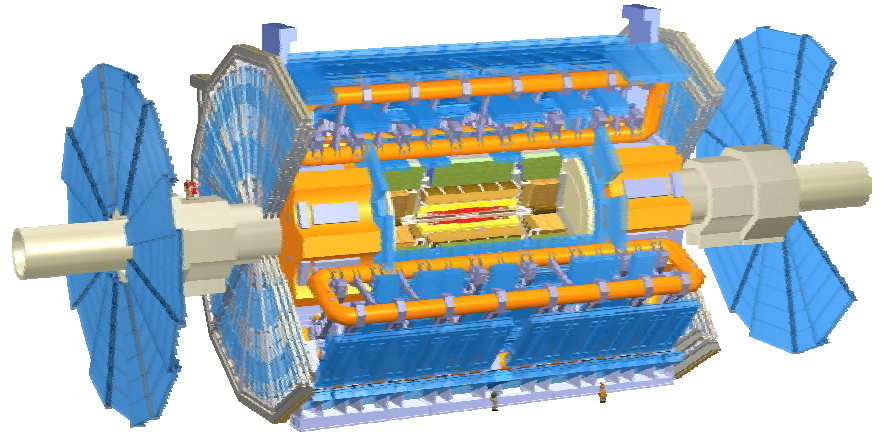
kilka prac magisterskich w ostatnich dwu latach akademickich



Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

Akcelerator Large Hadron Collider – największy i najpotężniejszy akcelerator cząstek (obwód=27 km)

Eksperyment ATLAS:
Największy detektor zbudowany dla potrzeb fizyki cząstek (46 m długość, 25 m wysokość)



ZNACZĄCY UDZIAŁ W PROJEKCIE, KONSTRUKCJI, MONTAŻU I TESTACH „DETEKTORA WEWNĘTRZNEGO”

w szczególności w:

- SCT (*SemiConductor Tracker*)
- TRT (*Transition Radiation Tracker*)



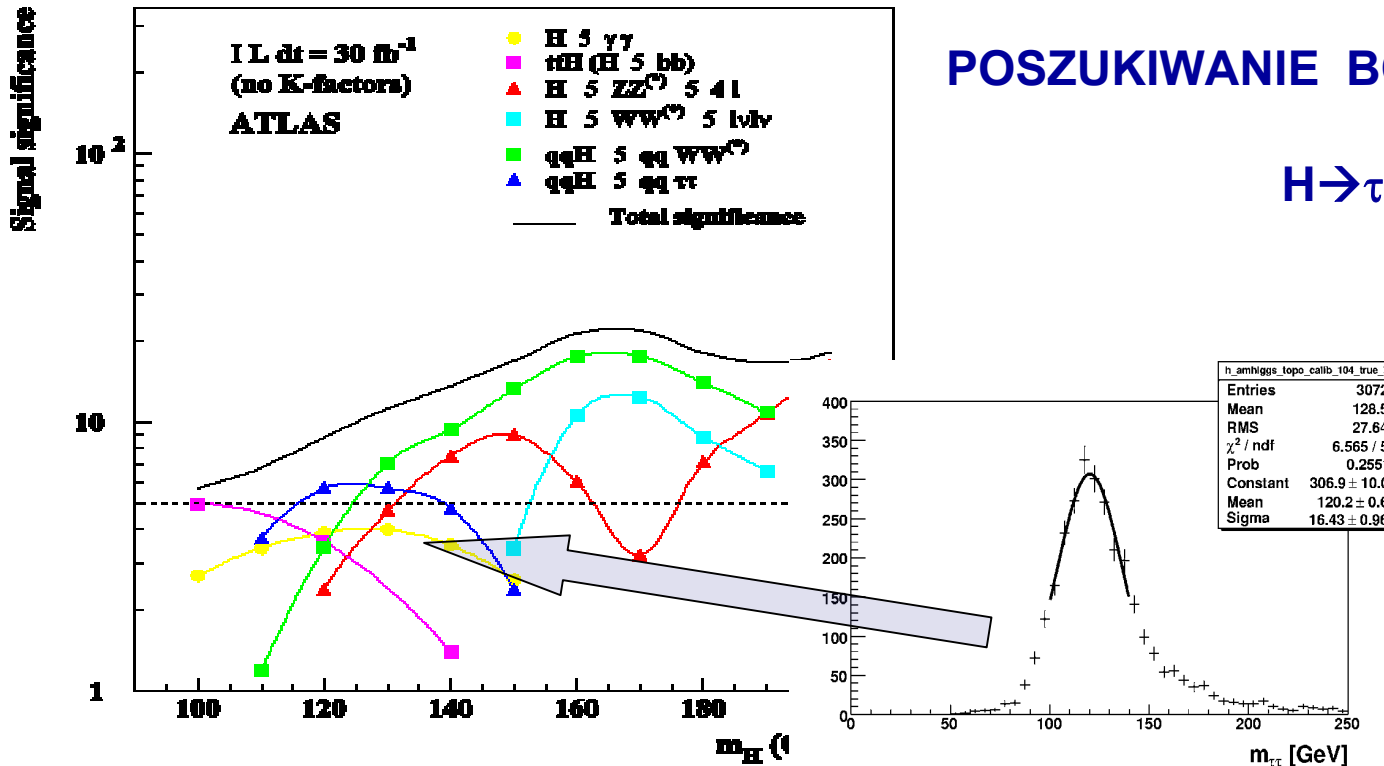
Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

UDZIAŁ W PRZYGOTOWANIU PROGRAMU FIZYCZNEGO I ANALIZIE DANYCH
DLA ZDERZEŃ P-P PRZY ENERGII $\sqrt{s}=14$ TeV

„SPECJALIZACJA” : FIZYKA LEPTONÓW τ

POSZUKIWANIE BOZONU Higgs'a

$H \rightarrow \tau\tau$

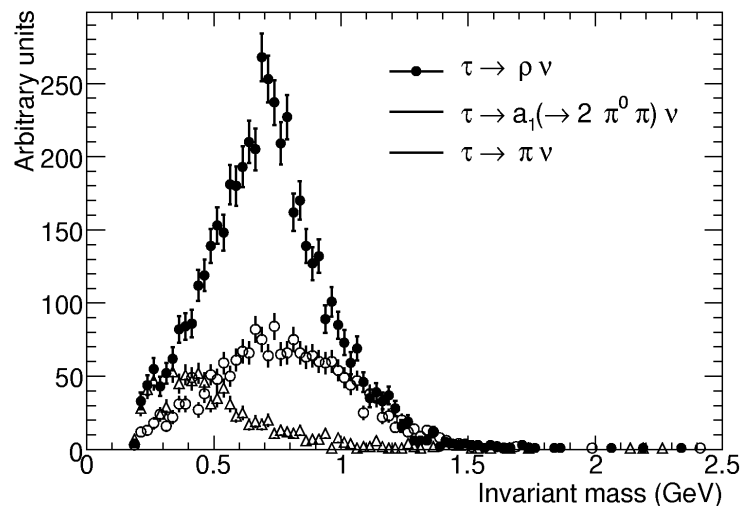
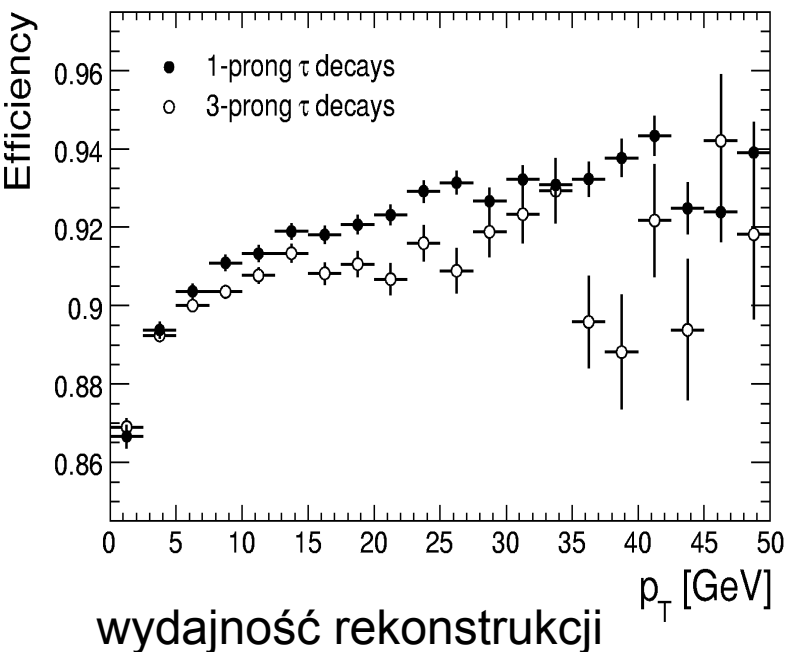




Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

UDZIAŁ W PRZYGOTOWANIU PROGRAMU FIZYCZNEGO I ANALIZIE DANYCH

np: REKONSTRUKCJA I IDENTYFIKACJA LEPTONÓW τ



zrekonstruowana masa

Algorytm rekonstrukcji „ τ 1p3p” wszedł do bibliotek oprogramowania analizy danych jako powszechnie stosowane narzędzie

JUŻ WKRÓTCIE ANALIZA PIERWSZYCH DANYCH DOŚWIADCZALNYCH

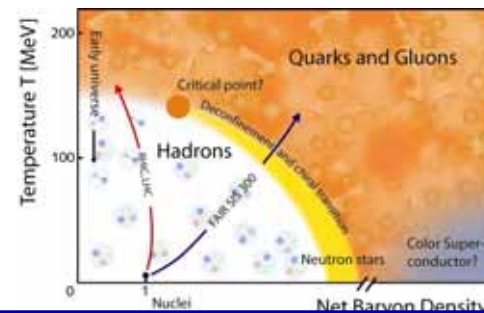
P-P $\sqrt{s} = 10$ TEV!!



Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

Eksperyment PHOBOS na akceleratorze RHIC

Badanie materii jądrowej o ekstremalnie wysokich gęstościach energii w ultra-relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów.



Akcelerator: Relativistic Heavy Ion Collider w BNL, USA

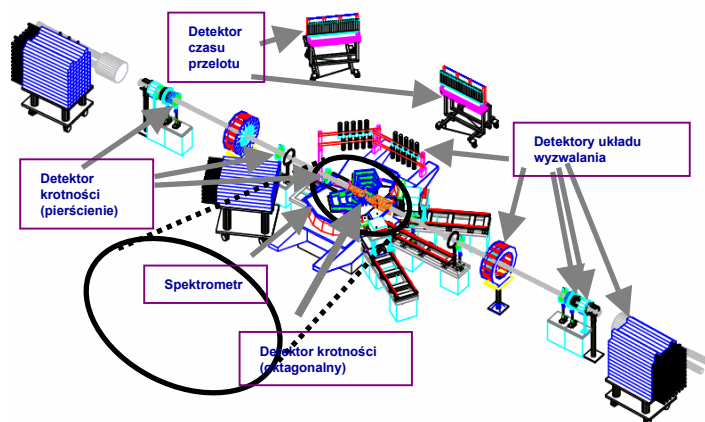


Najwyższe energie AA obecnie osiągnane w laboratorium !!

Detektor

Współpraca

USA, Polska (IFJ PAN), Tajwan





Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

Eksperyment PHOBOS na akceleratorze RHIC

1992 – 1999 Konstrukcja detektora:

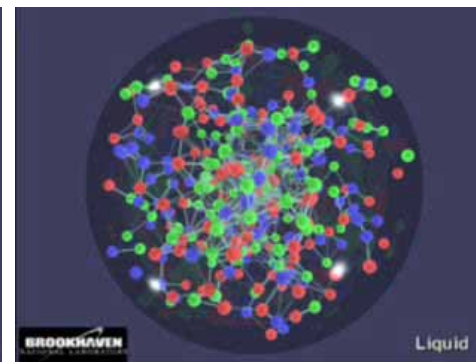
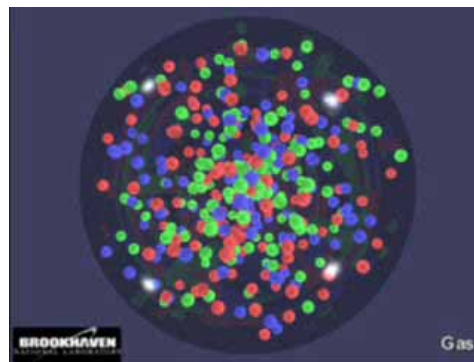
2000 – 2005 Udział w seansach fizycznych akceleratora RHIC

2000 → Analiza danych doświadczalnych

2004/2005

Współ-odkrycie nowego stanu materii o ekstremalnie wysokiej gęstości energii, którego składniki bardzo silnie ze sobą oddziałują.

Oczekiwano
'gaz' →



Znaleziono
'idealną ciecz'



Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

Fizyka zderzeń AA w eksperymencie ATLAS

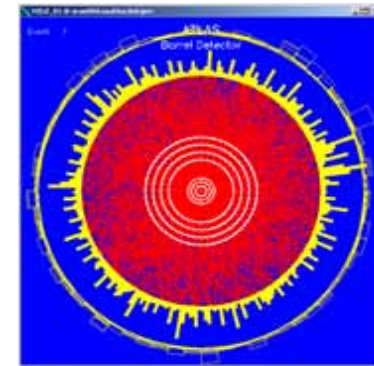
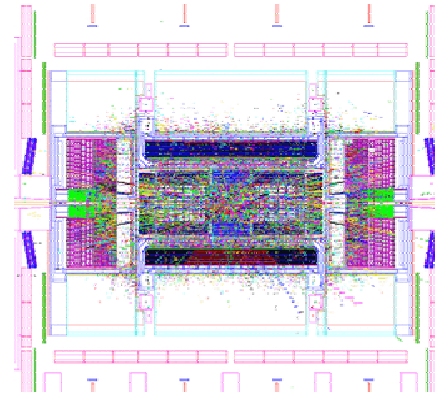
RHIC → LHC

AuAu, 200 GeV/n → PbPb, 5500 GeV/n

Super-gorąca QCD: Czy zobaczymy 'gaz' q-g??

Zderzenia PbPb w detektorze ATLAS

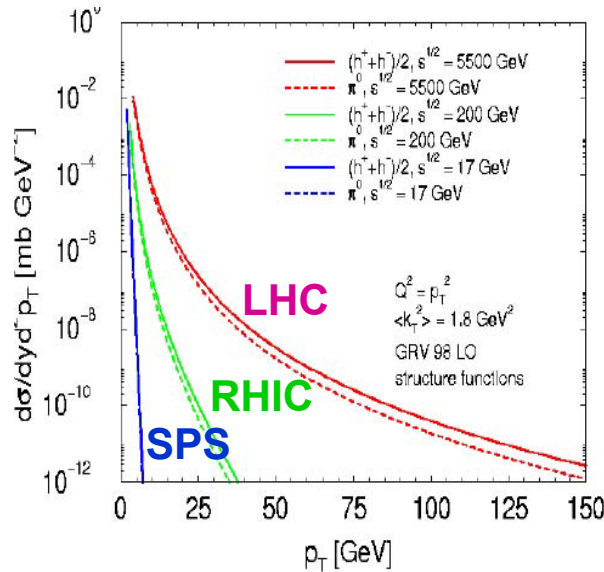
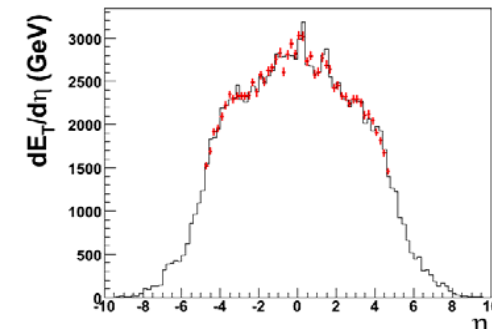
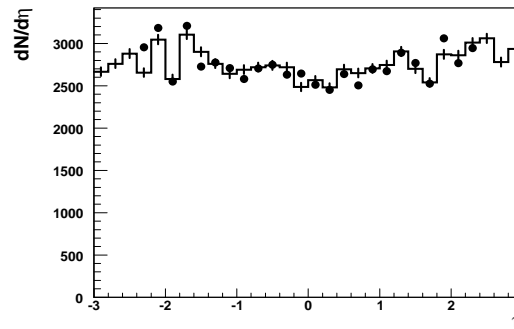
Pojedyncze zderzenie PbPb, $b < 1$ fm



Rekonstrukcja:

$dN_{ch}/d\eta$

$dE_T/d\eta$



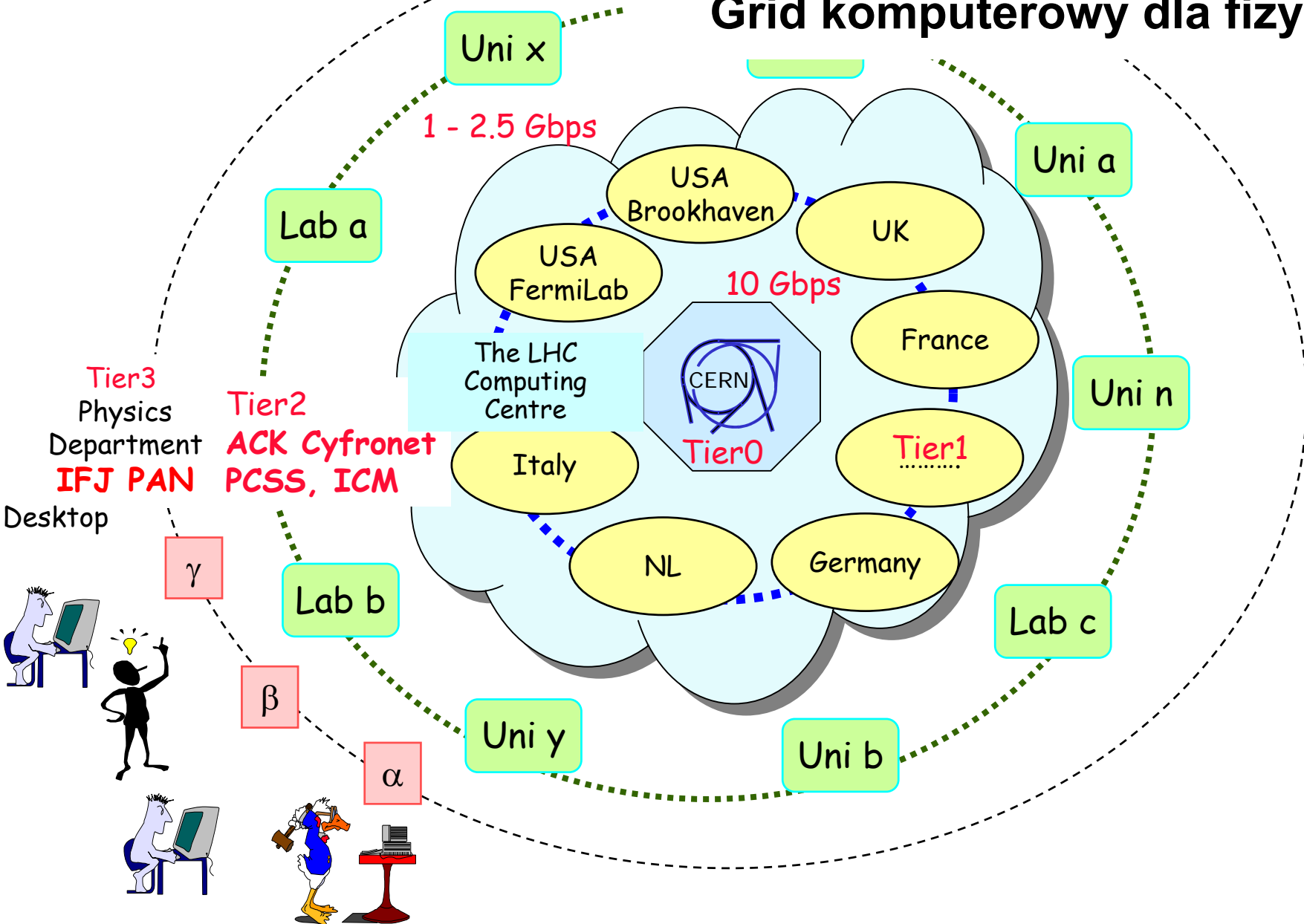
- Stan początkowy całkowicie nasycony (CGC-Kolorowy kondensat szklany)
- Dramatyczny wzrost procesów z dużym p_T

- Mnóstwo ciężkich kwarków (b,c)
- Możliwość badania słabo-oddziaływujących obiektów (Z^0, W^\pm)



Zakład eksperymentu ATLAS - NZ14

Grid komputerowy dla fizyki



Zakład Promieni Kosmicznych NZ15

Eksperymenty:

Pierre Auger

Projekt Pierre Auger

Międzynarodowy program do badania cząstek promieniowania kosmicznego o skrajnie wysokich energiach.



$E > 10^{19} \text{ eV}$ ($E \approx 10^{12} \text{ eV}$ osiągnane w akceleratorach ziemskich)

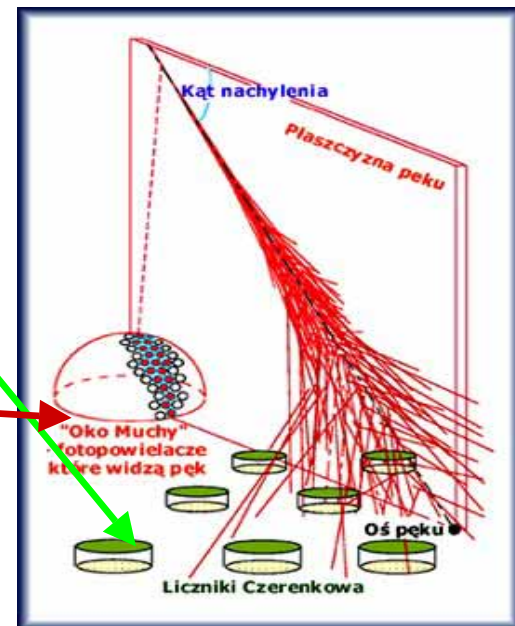
Rozwiązanie aktualnych problemów współczesnej astrofizyki:
pochodzenie i mechanizm przyśpieszania cząstek prom. kosmicznego

Obserwatorium Pierre Auger: największy na świecie system detekcji

$E > 10^{19} \text{ eV}$ 1 cząstka na rok na km^2

Hybrydowy układ detektorów

- Stacje naziemne-wodne liczniki Czerenkowa
3000 km^2 - Argentyna 3000 km^2 - USA
- Detektory fluorescencyjne (rozwój pęku w atmosferze)
 - 2003 rok: Instalacja i uruchamianie detektorów Obserwatorium Południowego; początek rejestracji danych
 - 2007 rok: Ukończenie budowy Obserwatorium Południowego



<http://auger.ifj.edu.pl/>

Zakład Neutrin i Ciemnej Materii NZ16

Eksperymenty:

ICARUS

WARP

T2K

Projekt LAGUNA - R&D dla wielkich detektorów do
badań neutrin i poszukiwania rozpadu protonu

3 doktorantów,

6 prac magisterskich w ostatnich trzech latach akademickich



Eksperyment ICARUS

Imaging Cosmic And Rare Underground Signals

Badanie oddziaływań i oscylacji neutrin słonecznych, z Supernowej, atmosferycznych i akceleratorowych; szukanie rozpadu protonu.

Detektor: Komory projekcji czasowej wypełnione ciekłym argonem

Moduł T600: ~ 500 ton 'czynnej' masy

Zalety: Widoczne ślady cząstek w 3-ech wymiarach

Bardzo dobry pomiar energii, identyfikacja wolnych hadronów

➤ Obecnie: Uruchamianie modułu T600 w Gran Sasso, start - koniec 2008



Zoom details

Kaskada elektromagnetyczna



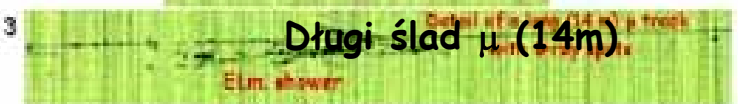
2

$\mu \rightarrow e$



3

Długi ślad μ (14m)

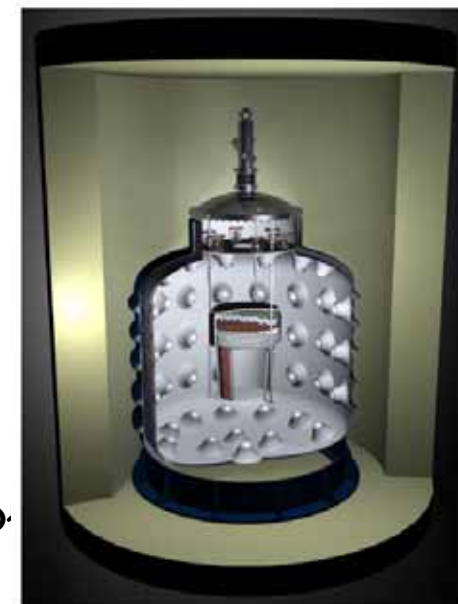
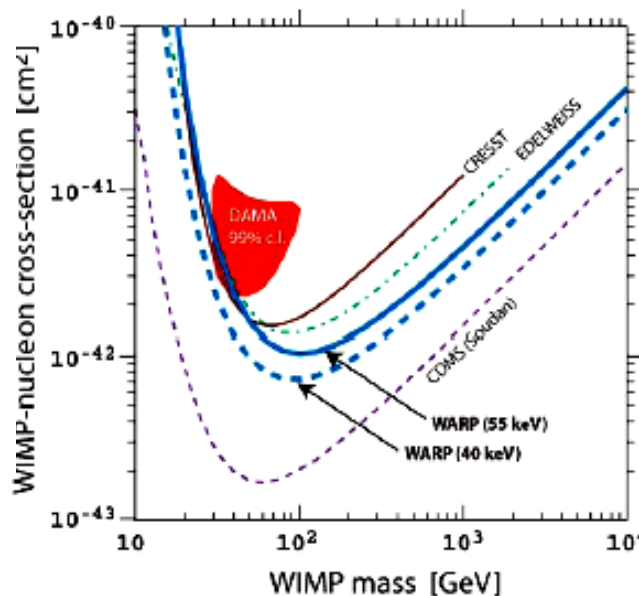
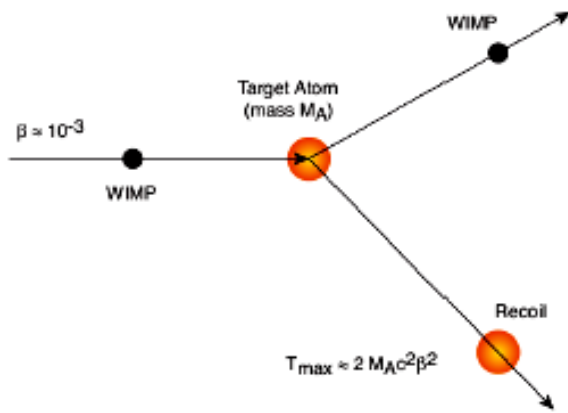


Poszukiwanie WIMP'ów (kandydaci na cząstki Ciemnej Materii) pochodzenia astrofizycznego

Detektor: Dwufazowy (ciecz i gaz) detektor argonowy

Zasada działania: Poszukiwanie sygnałów odrzutu jądra powstałego w wyniku oddziaływania WIMP-jądro

- Obecnie: od 2004 roku zbiera dane mały detektor 2.3 l
- Uruchamiany jest detektor 100 l





Eksperyment T2K

Tokai to Kamioka

Pomiar kąta mieszania θ_{13} poprzez poszukiwanie oscylacji neutrin $\nu_{\mu} \leftrightarrow \nu_e$ w akceleratorowym eksperymencie z długą bazą pomiarową

Detektor: bliski w JPARC - wielofunkcyjny spektrometr magnetyczny
daleki - wodny detektor SuperKamiokande w kopalni Kamioka

Zasada działania: Poszukiwanie sygnałów oddziaływań neutrin elektronowych pochodzących z oscylacji pierwotnych neutrin mionowych

- Obecnie: faza konstrukcji bliskiego detektora
- Start zbierania danych w 2009 roku

<http://jnusrv01.kek.jp/public/t2k/>

Projekt LAGUNA

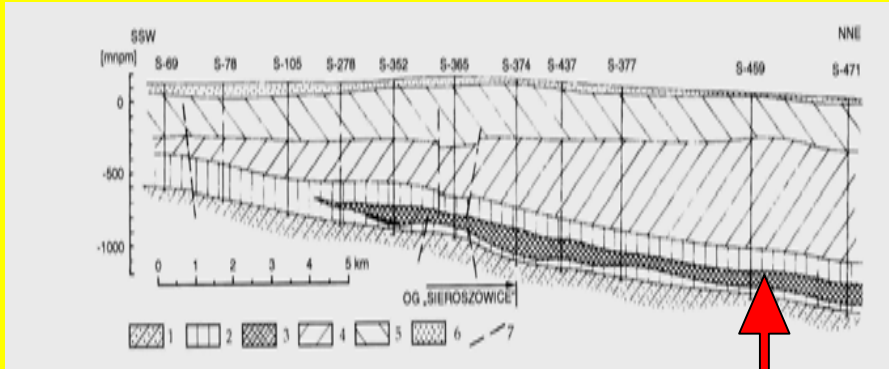
Large Apparatus for Grand Unification and Neutrino Astrophysics

**Europejskie R&D dla przyszłych wielkich detektorów
w podziemnych laboratoriach:**

1 Mtona wody, 100 kton ciekłego argonu, 50 kton ciekłego scyntylatora

- Projekt europejski w ramach 7FP EU
- zatwierdzony w 2007, start czerwiec 2008

SUNLab - Sieroszowice Underground Laboratory?



Geological cutoff - salt

Existing big chamber in salt:

- volume: $85 \times 15 \times 20 \text{ m}^3$
- at a depth $\sim 950 \text{ m}$ from the surface
- very low humidity, temperature $\sim 35^\circ$

Measurements of the wall movements

Very low background due to natural radioactivity of the rock

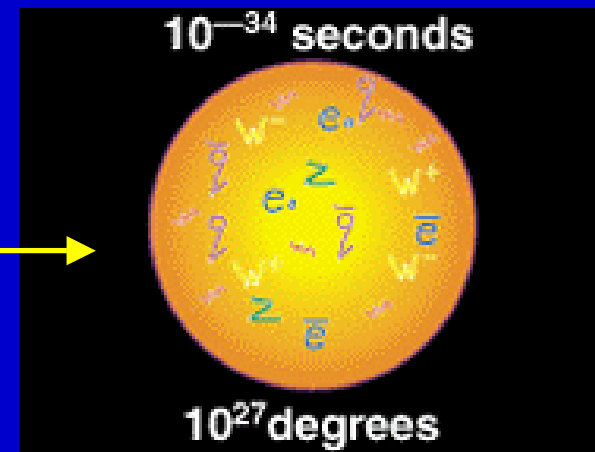
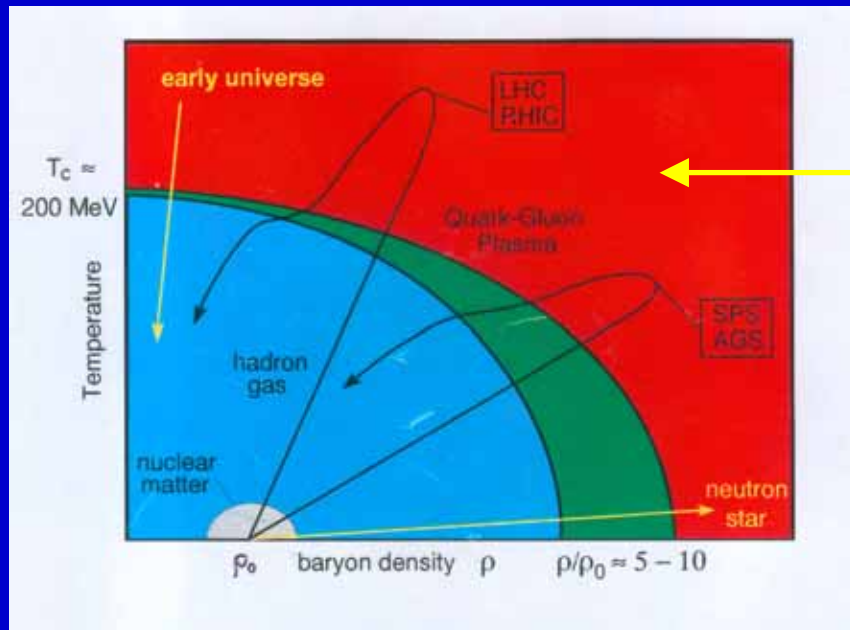


Oddział 2 – eksperyment ALICE

A Large Ion Collider Experiment – Pb+Pb, 5.5 TeV/(N+N)

Dedykowany eksperyment ciężko-jonowy na LHC

Cel – poszukiwanie nowego stanu materii – plazmy kwarkowo-gluonowej



Po Wielkim Wybuchu

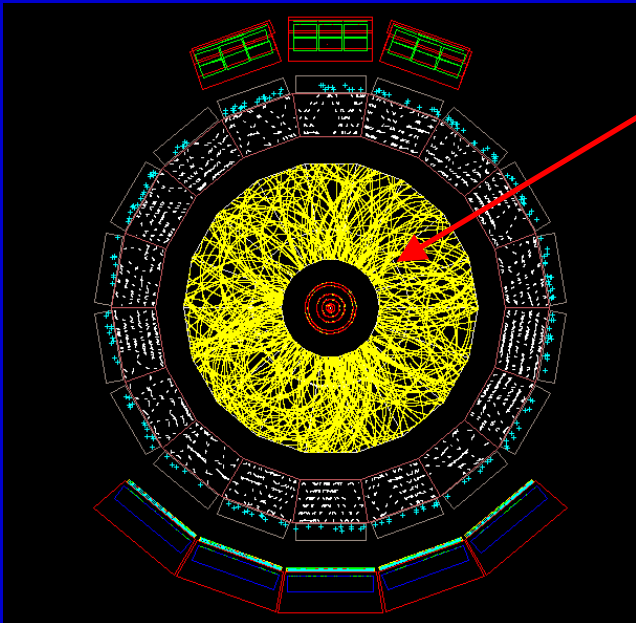


77 instytucji
28 krajów

TPC „nasz” detektor

Symulacje, rekonstrukcja,
analiza danych testowych,
zakupy elektroniki

TPC



1/40 centralnego zderzenia Pb+Pb
widziana w ALICE - symulacja

Co możemy zaoferować ?

- Udział w badaniach podstawowych w najciekawszych współczesnych eksperymentach
- Przyjazne i poważne traktowanie studentów
- Wsparcie ekspertów, zapaleńców
- Możliwość rozwoju naukowego dopasowanego do zainteresowań (analiza danych, aparatura, rozwój oprogramowania)
- Letnie praktyki za granicą i w IFJ
- W zasadzie gwarancję dalszej 'kariery naukowej' dla sprawdzonych studentów

Student idealny III/IVr

- Pasja badacza
- Język angielski
- Podstawy programowania – C++, FORTRAN
- Umiejętność pracy w zespole, ale wyniki uzyskiwane w oparciu o indywidualne działania
- Co roku prowadzimy 6-9 prac magisterskich studentów UJ ze specjalizacji fizyki cząstek i fizyki komputerowej

Więcej informacji o specjalizacji:
<http://fwe.ifj.edu.pl>