Wprowadzenie do eksperymentu ATLAS

Julia Hoffman
Southern Methodist University
Instytut Problemów Jądrowych

Akcelerator i detektory

Do oglądania małych przedmiotów używamy mikroskopów

Mikroskopami do oglądania i badania cząstek elementarnych są detektory

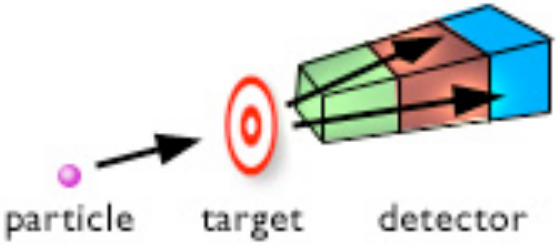
Co chcieliby obejrzeć fizycy wysokich energii?

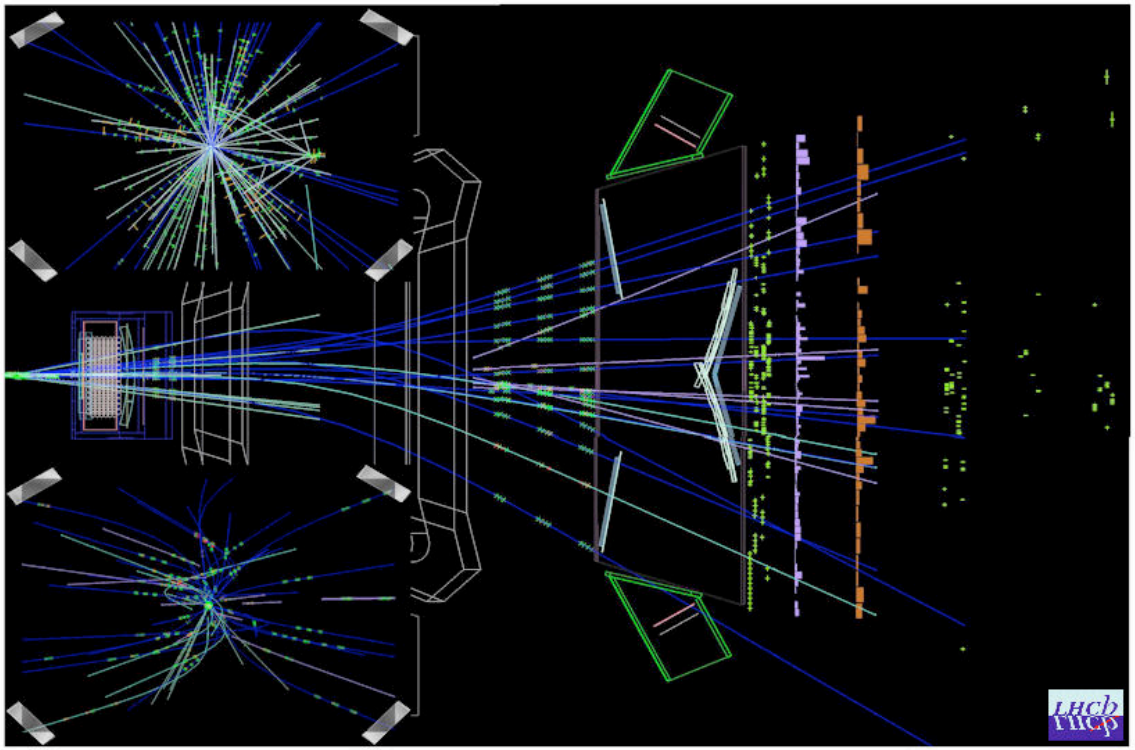
Najchetniej: nowe czastki. A skad je wziać?

Zderzamy znane nam cząstki i obserwujemy produkty zderzenia:

Rodzaje detektorów

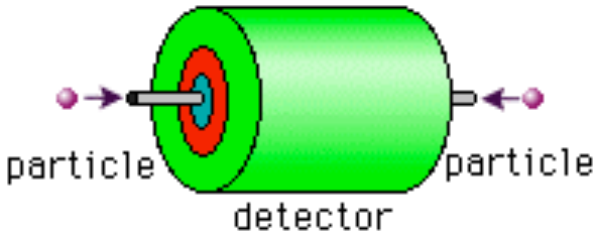
Zderzenia wiązka-tarcza - fixed target (LHCb)

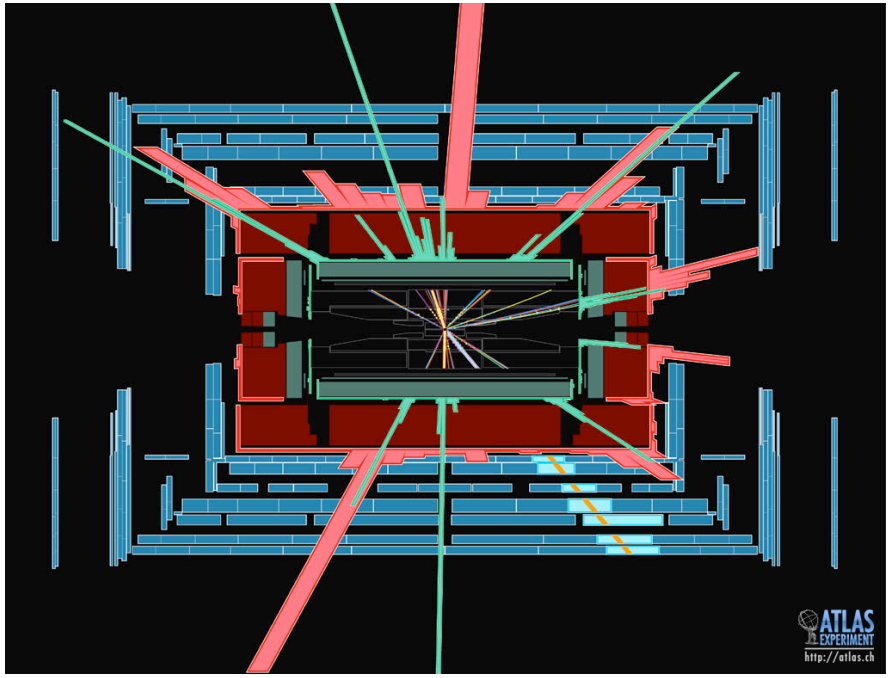


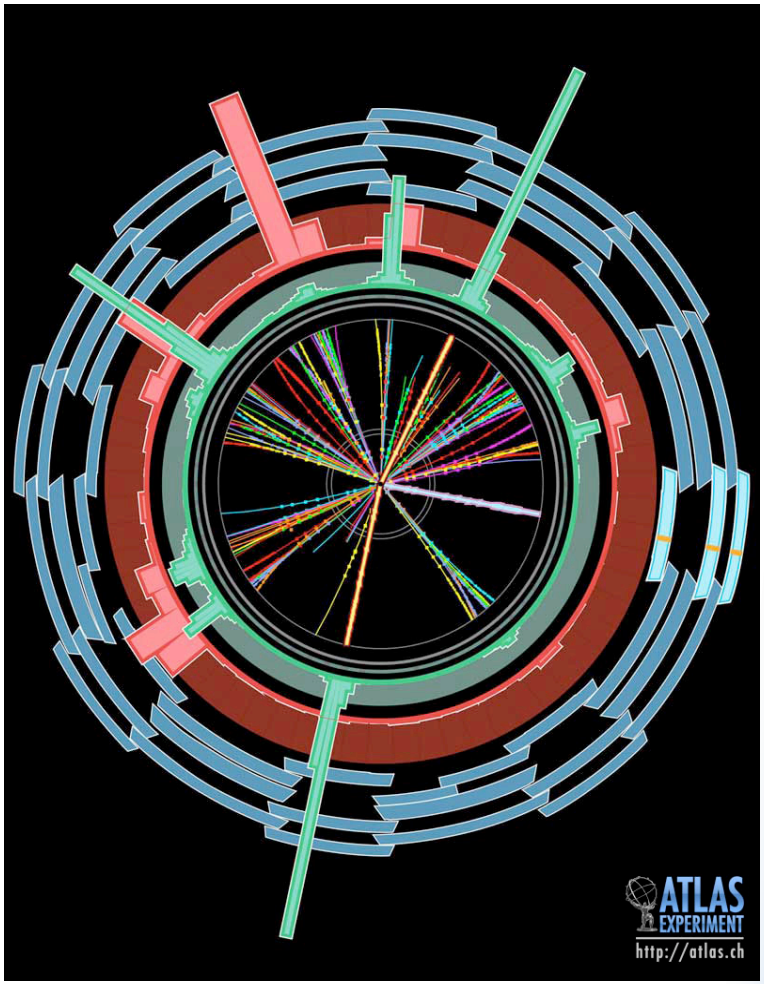


Rodzaje detektorów

Zderzenia wiązek przeciwbieżnych – colliding beams (ATLAS)

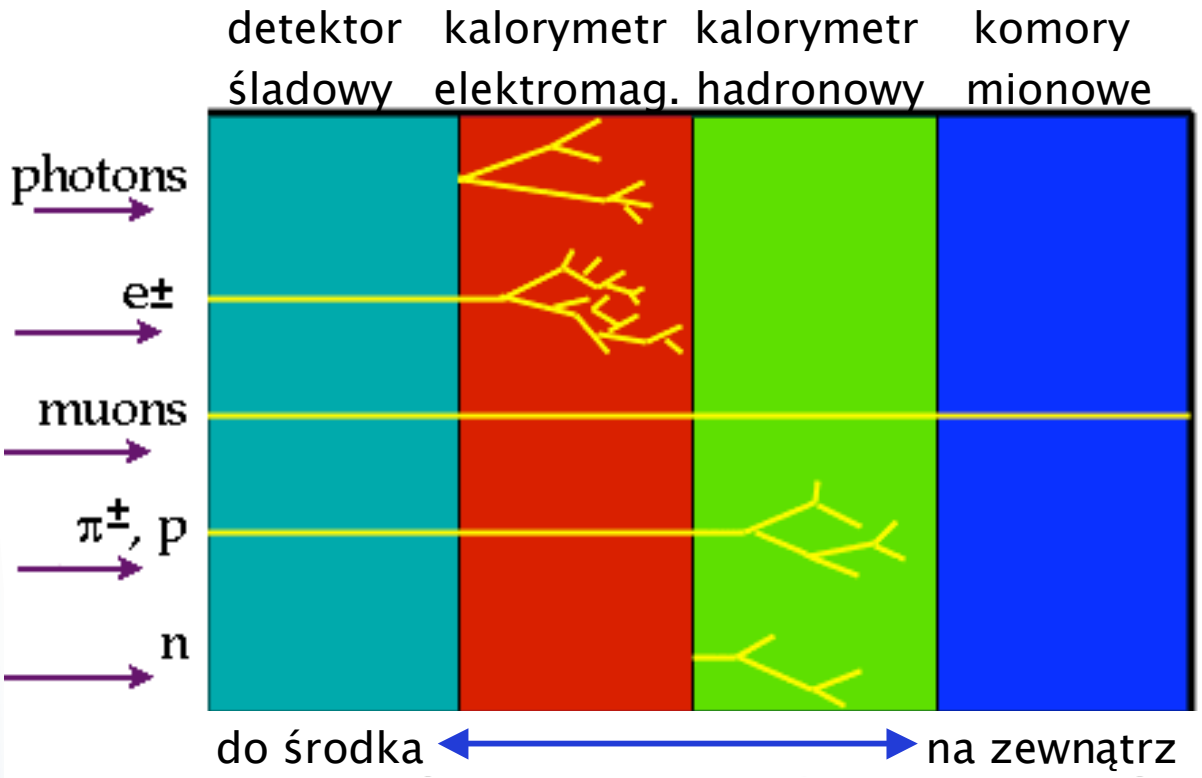






~~Obry...~~ Detektory...

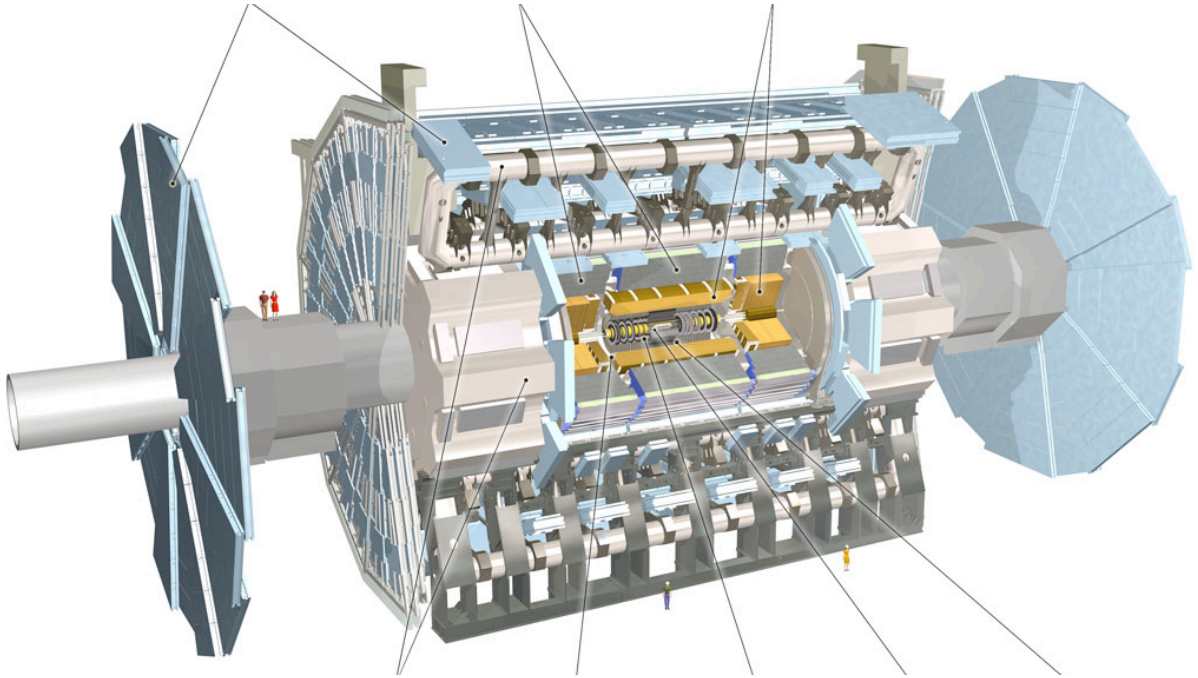
- ...są jak cebule: mają warstwy



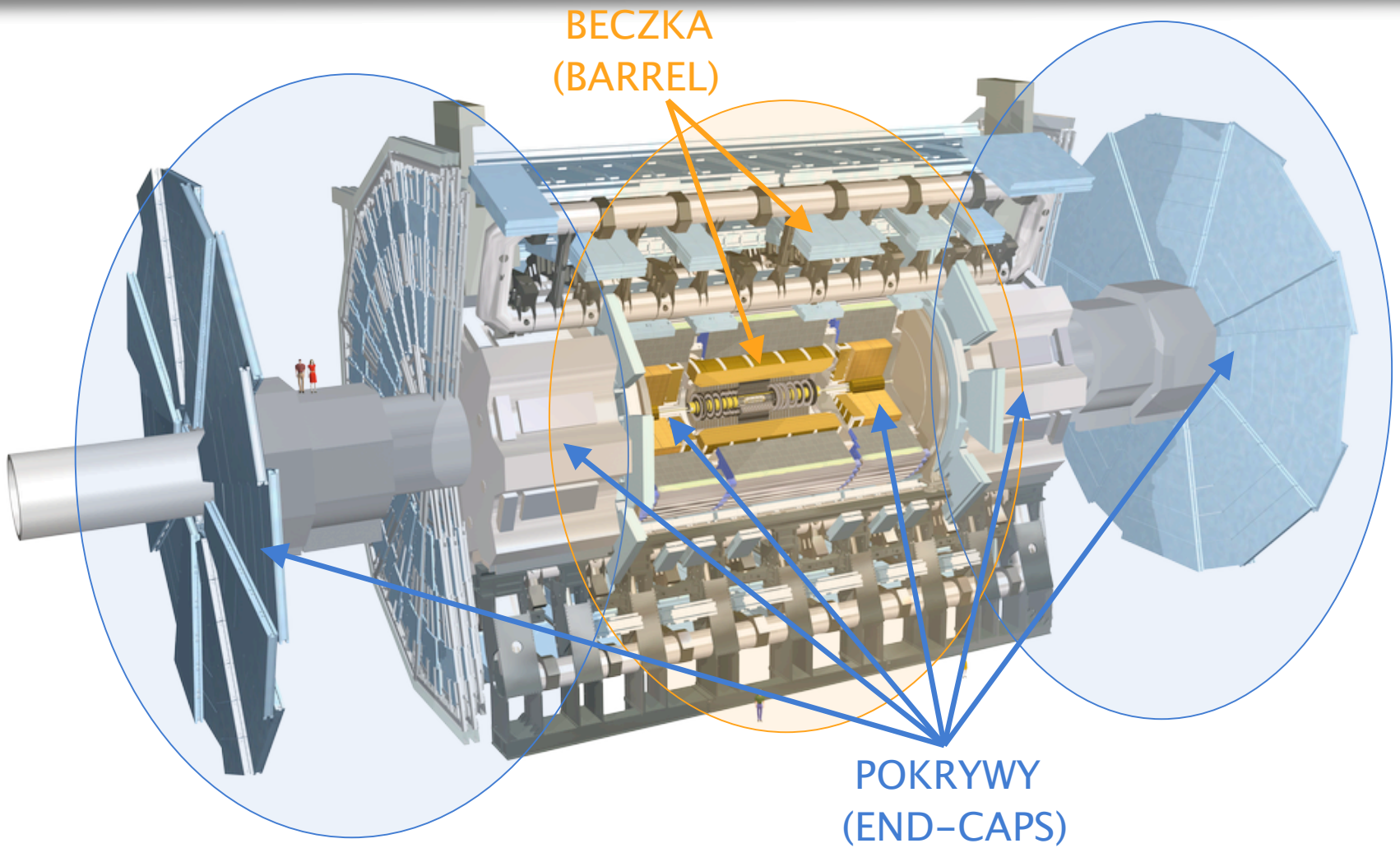
Detektor ATLAS

Długość: 43m.
Średnica: 25.
Masa: 7000 ton.

90m. pod powierzchnią ziemi



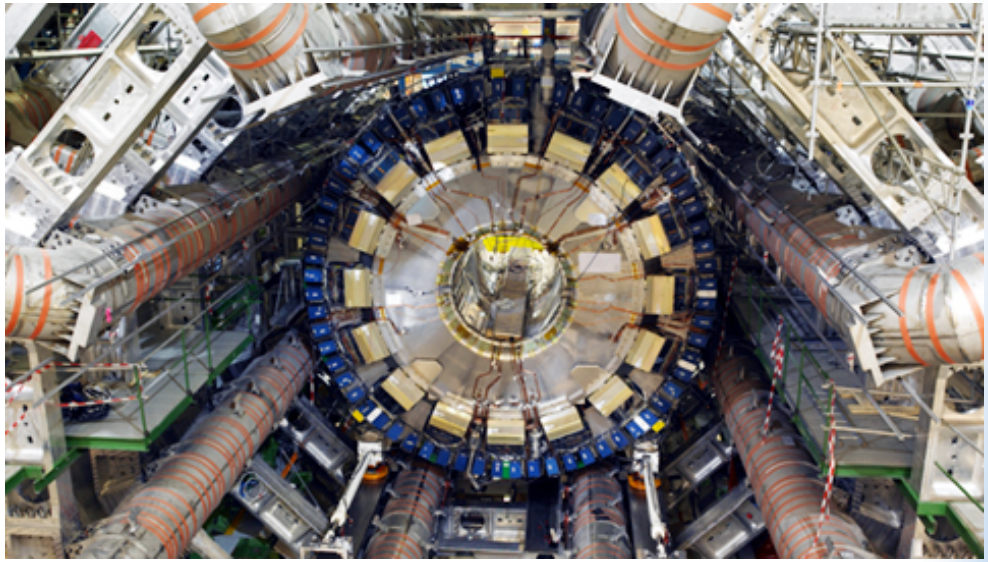
Detektor ATLAS



Milion przypadków na sekundę...

- Zadanie dla detektora: dostarczyć informacje o produktach każdego(?) zderzenia p-p
- Możemy zapisać 10-100 przypadków/s
- Informacja musi być wystarczająco szczegółowa do rozpoznania produktów kolizji:
  - Cząstki dobrze nam znane
  - Nowe cząstki/procesy

W detektorze nie “widzimy” cząstek: widzimy skutki ich oddziaływania z materią detektora

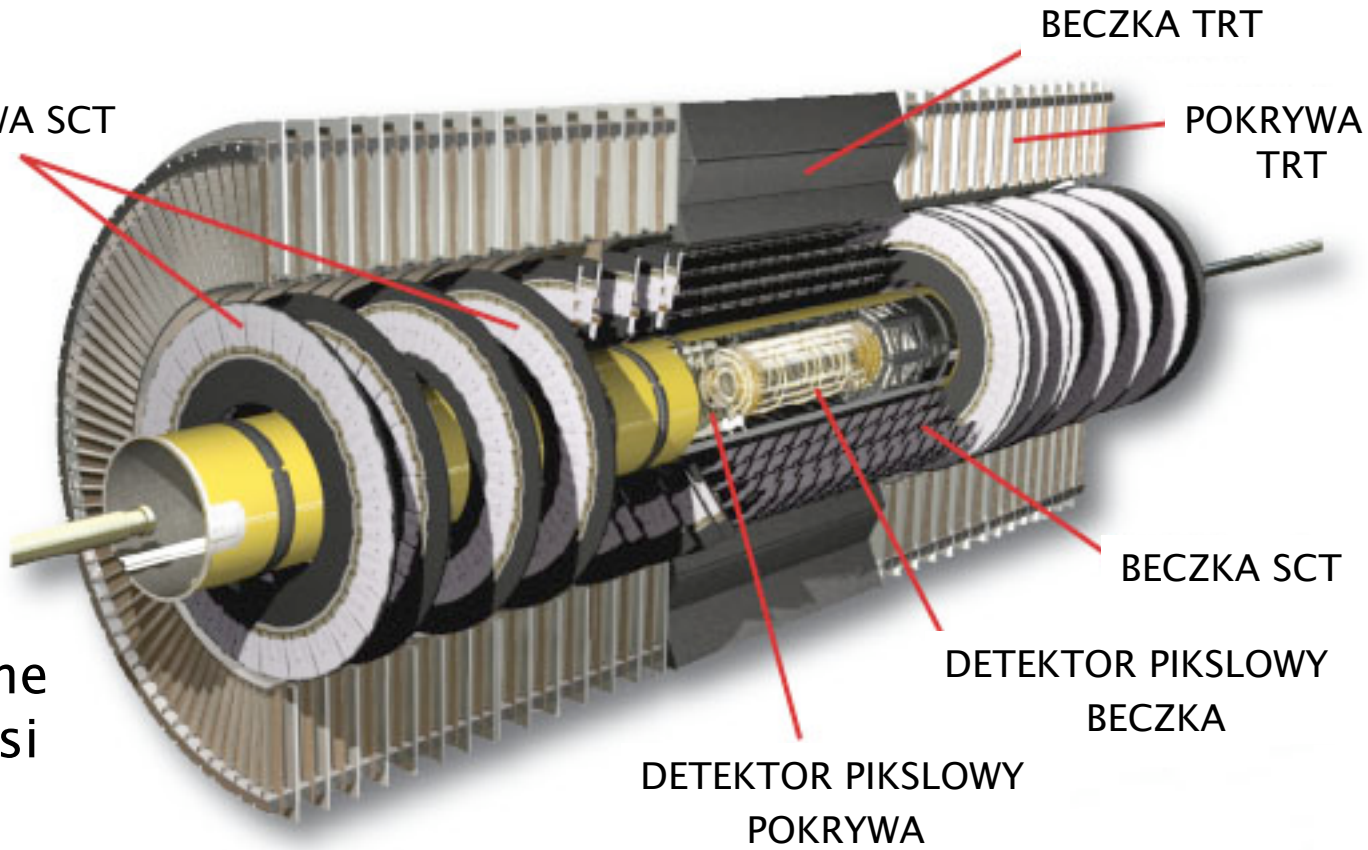


Co musi "umieć" detektor?

- Mierzyć:
  - kierunki, pędy i znak ładunku naładowanej cząstki
  - energię niesioną przez elektrony i fotony w każdym kierunku
  - energie protonów, neutronów, pionów w każdym kierunku
- Zidentyfikować:
  - elektrony wśród naładowanych cząstek (o ile są)
  - miony wśród naładowanych cząstek (o ile są)
  - pochodzenie cząstki (z punktu oddziaływania lub z wierzchołka wtórnego)
- Wnioskować o istnieniu "niemierzalnych" cząstek neutralnych
- Przetworzyć wszystkie te informacje szybko
- Pracować niezawodnie przez długi czas (lata) w środowisku promieniowania radioaktywnego

Detektor śladowy

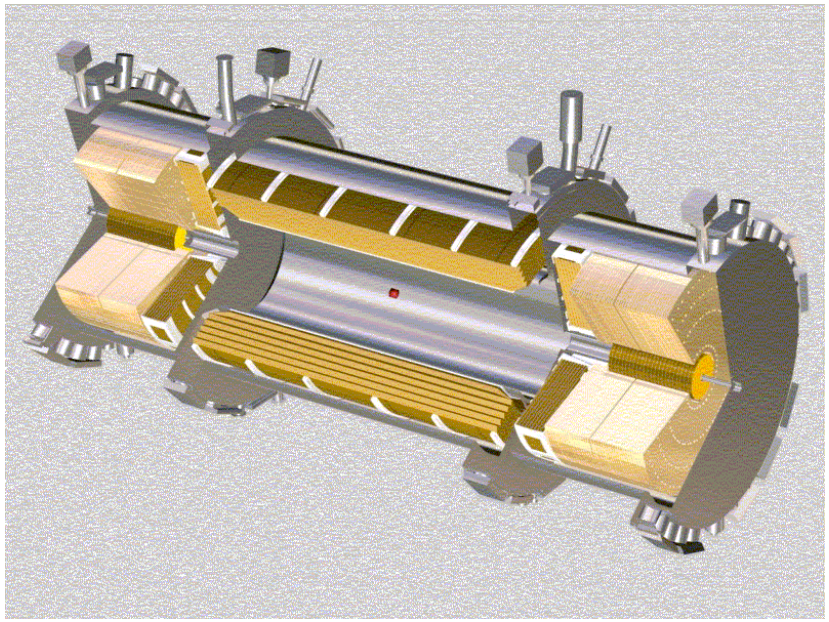
- Detektor śladowy umożliwia pomiar kierunku, pędu i znaku ładunku cząstek naładowanych
- 3 niezależne systemy (Piksle, SCT, TRT)

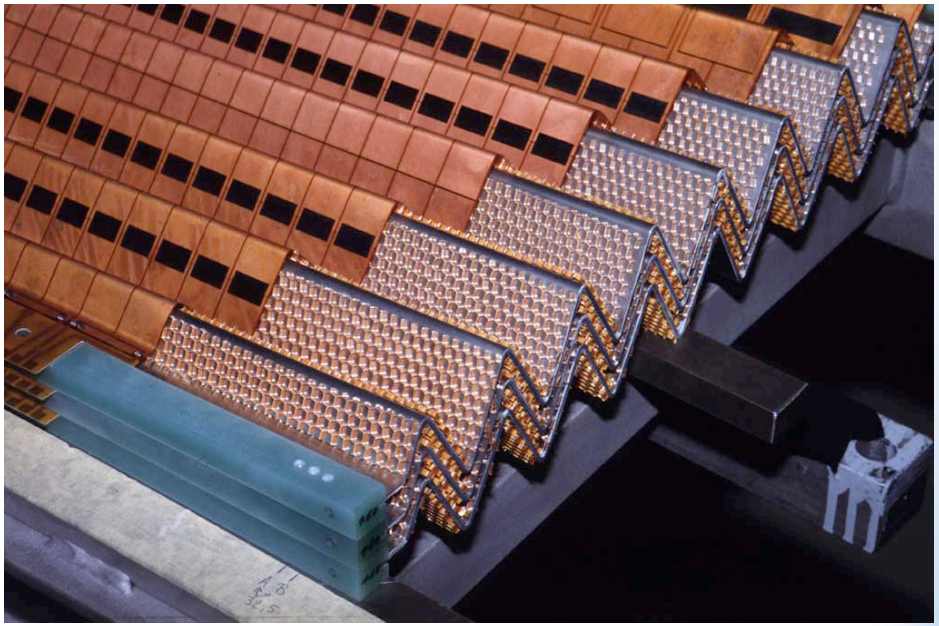


- Detektor jest otoczony solenoidem, wytwarzającym pole magnetyczne równoległe do osi wiązki

Kalorymetr elektromagnetyczny

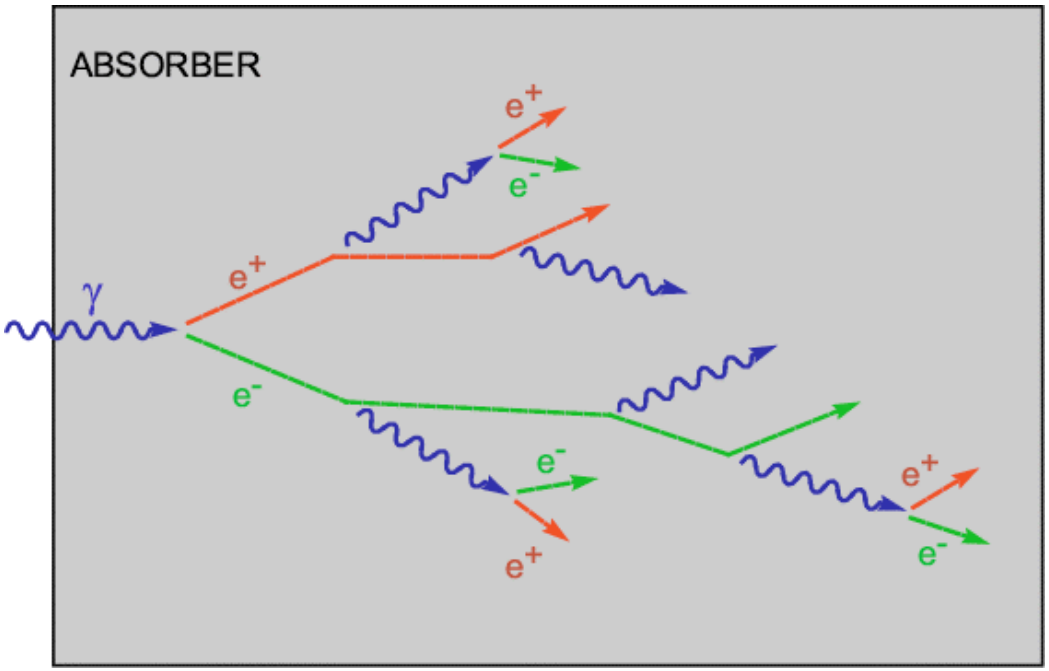
- …pochłania energie e i γ i daje sygnał proporcjonalny do tych energii
- …jest podzielony na drobne “cele” (kierunkowość zdeponowanej energii)
- Kalorymetr składa sie z cienkich (1.5mm) ołowianych płyt (absorber), zanurzonych w ciekłym argonie (materiał aktywny)
- Ciekły argon poddany jest wysokiemu napięciu (2000V)





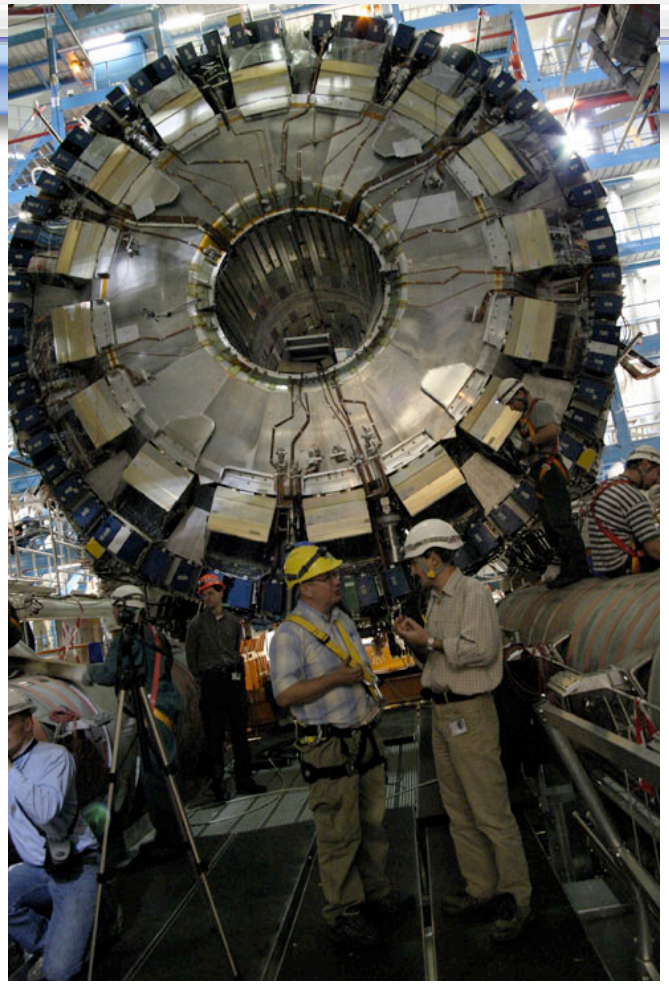
Co sie dzieje w kalorymetrze?

- Elektron lub foton przechodząc przez ołow wytwarza kaskadę wtórnych elektronów i fotonów (prysznic elektronowy – ang. *shower*).
- Początkowa energia zamienia się w masę wielu elektronów i pozytonów o niskiej energii.



Co się dzieje w kalorymetrze?

Liczba takich elektronów/pozytonów jest proporcjonalna do początkowej energii pierwotnego elektronu/fotonu a ich obecność jest wykrywana przez ciekły argon (jonizacja ośrodka → prąd)



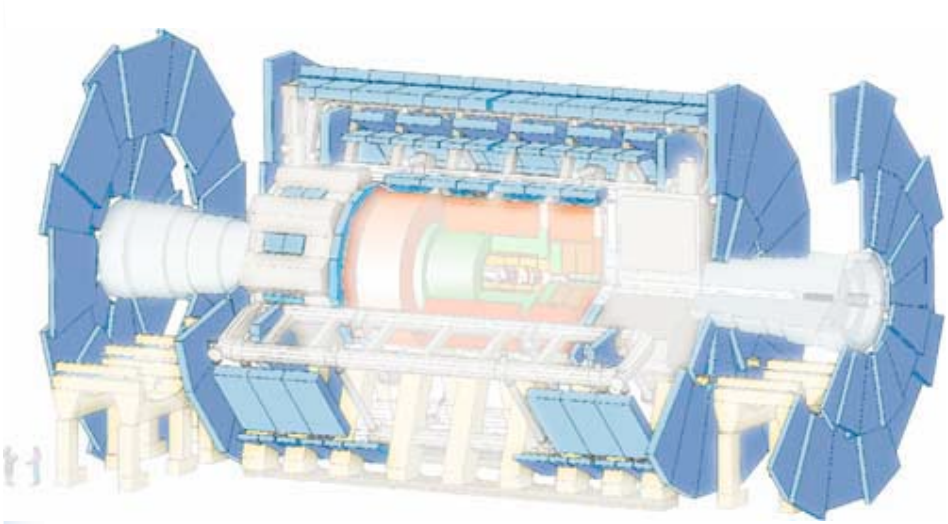
Żeby określić dokładny związek między energią elektronu/fotonu i prądem, trzeba wykalibrować kalorymetr.

Kalorymetr hadronowy

- Otacza kalorymetr elektromagnetyczny
- Mierzy energię i kierunek dżetów (strumieni cząstek)
- Podpowiada o istnieniu cząstek nie wykrywalnych bezpośrednio (neutrina).
  - Zasada zachowania pędu (poprzecznego)

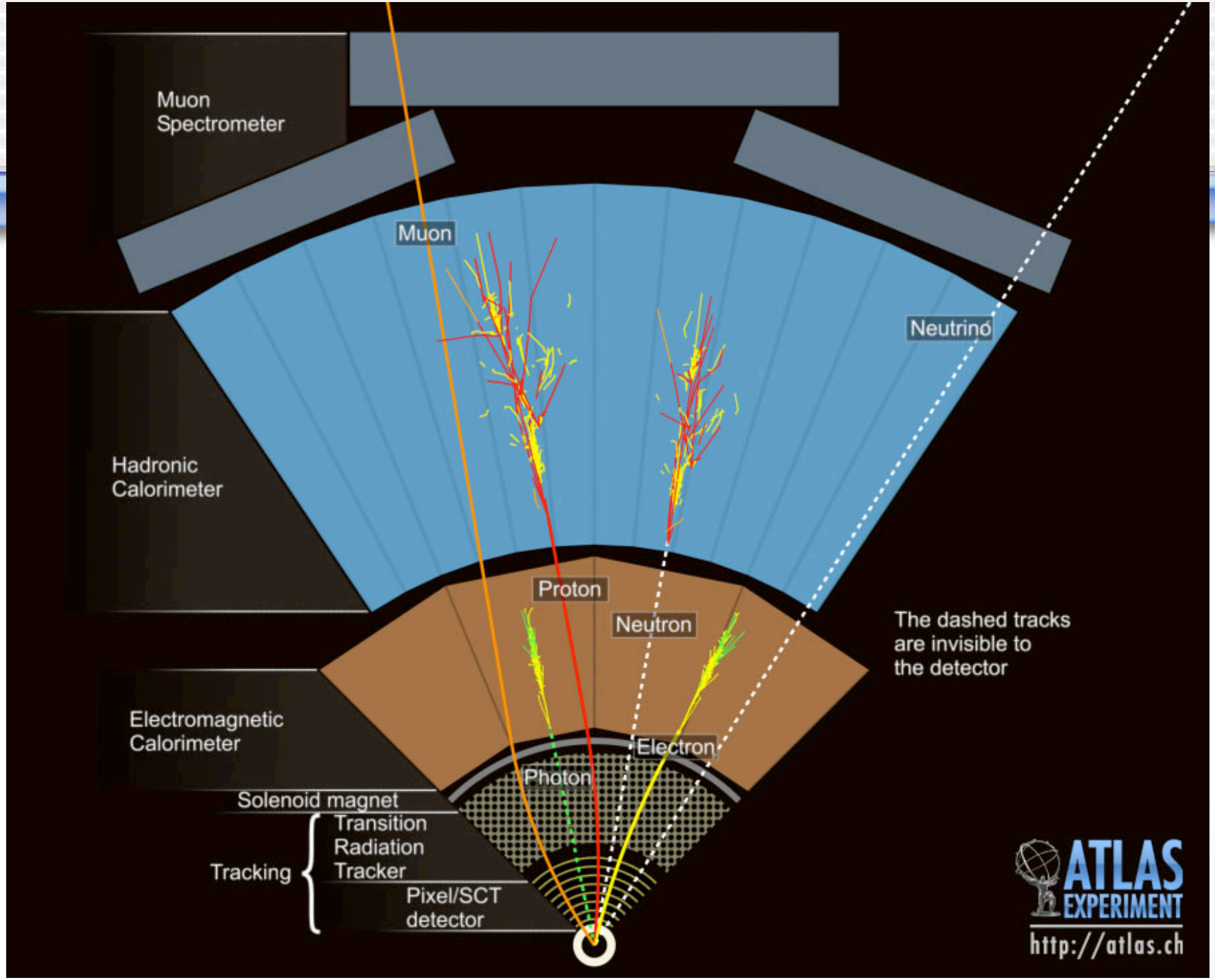
- Kalorymetr hadronowy składa się ze stalowych plytek (absorber) poprzetykanych 3mm płytkami scyntylatora (materiał aktywny)
- Zasada działania jest niemal taka sama, jak dla kalorymetru elektromagnetycznego

Komory mionowe



- Miony (μ) – jedyne cząstki, które mogą przebyć cały detektor i sięgnąć najbardziej zewnętrznych warstw detektora
- Komory mionowe dostarczają informacji o znaku ładunku i określaja pęd mionów
- Miony nie wytwarzają “prysznica mionowego”

- Mion o energii 5GeV przeniknie 5m stali, podczas gdy na zatrzymanie hadronu o prawie dowolnej energii potrzeba zaledwie 1.5 m stali.
- Dlatego wiemy, że cząstki zarejestrowane poza kalorymetrem hadronowym to na pewno miony


Muon
Spectrometer
Muon
Neutrino
Hadronic
Calorimeter
Proton
Neutron
The dashed tracks
are invisible to
the detector
Electromagnetic
Calorimeter
Electron
Photon
Solenoid magnet
Tracking
Transition
Radiation
Tracker
Pixel/SCT
detector
ATLAS
EXPERIMENT
http://atlas.ch

Podsumowanie

- Fizycy używają akceleratorów, aby zajrzeć w strukturę cząstek
- Detektory zbierają dane, które analizowane są najpierw przez komputery, a następnie przez ludzi
- Z pomocą detektora ATLAS chcemy szukać “nieznanej” fizyki.
- Być może ATLAS pozwoli zbliżyć się nam do Wielkiej Teorii Unifikacji i przetestować teorię, którymi usiłujemy wypełnic luki naszej wiedzy

Dziękuję za uwagę i życzę miłego zwiedzania detektora ATLAS (i niezapomnianych wrażeń!)