U T W
20.10.2016

Jan Pluta
Wydział Fizyki PW

Aula Wydziału Fizyki PW; Festiwal Nauki Małego Człowieka”
25 września 2016 r.

Zacznijmy od szkolnego sporu.

Darek

Fizyka jest najciekawsza.
Uwielbiam fizykę !!!

Jedni ją uwielbiają

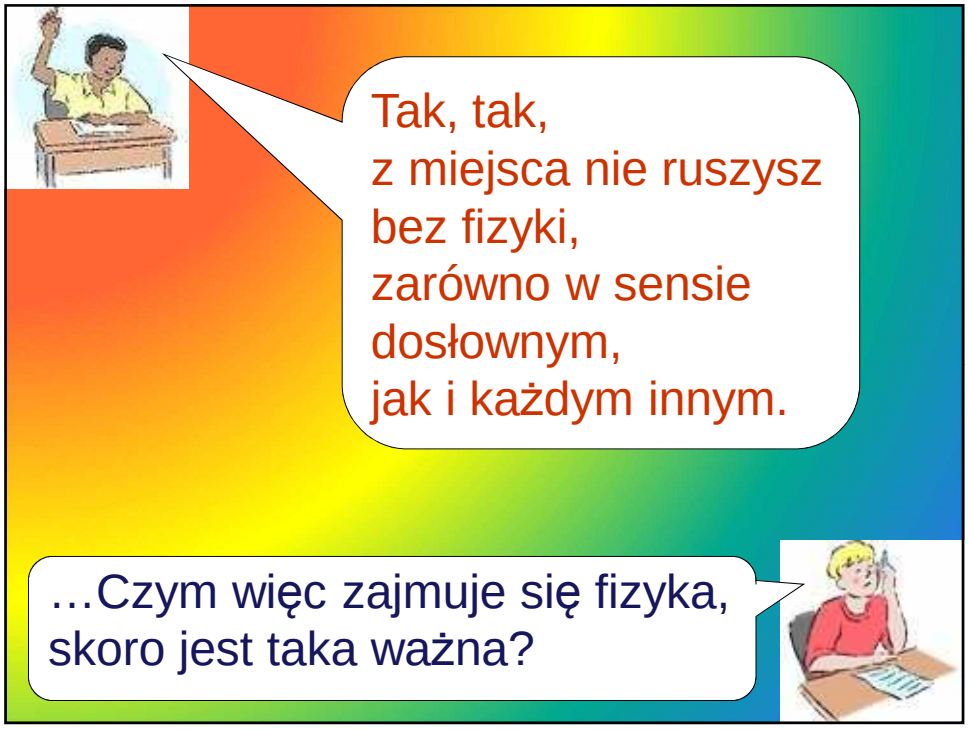
FIZYKA

drudzy – „nienawidzą”

Fizyka jest trudna i nudna.
Nienawidzę fizyki !!!

Marek

Mój drogi, z miejsca się nie ruszysz bez fizyki.
Spróbuj wstać ze stołka, nie pochylając się przy tym do przodu.
Bo i po co uczyć się fizyki? Mnie fizyka wcale nie jest potrzebna.


Tak, tak, z miejsca nie ruszysz bez fizyki, zarówno w sensie dosłownym, jak i każdym innym.
…Czym więc zajmuje się fizyka, skoro jest taka ważna?

Fizyka zajmuje się badaniem materii oraz zjawisk zachodzących w przyrodzie.

Źródłem informacji w fizyce są obserwacje i pomiary. Na ich podstawie fizycy formułują **prawa i zasady** opisujące przebieg zjawisk i związki pomiędzy mierzonymi wielkościami.

$$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

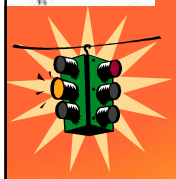
Newton

Wiemy, że prawa i zasady formułują też organizacje międzynarodowe i rządowe, prawnicy, politycy, ekonomiści...

Za najważniejsze można uznać te prawa,

- których zasięg w świecie jest największy,
- które muszą być najściślej przestrzegane.

Tymczasem, zaś…



Prawom ruchu drogowego podlegają wszyscy kierowcy.
Bywa jednak, że któryś z kierowców praw tych nie przestrzega.

Prawu karnemu podlegają wszyscy przestępcy.
Niekiedy jednak przestępcy udaje się uniknąć wymiaru sprawiedliwości.

Prawom fizyki podlegamy wszyscy - zarówno my sami, jak i cała przyroda. Praw tych nie da się nie przestrzegać, ani uniknąć. Zmiany systemów ekonomicznych i społecznych nie mają na nie żadnego wpływu.

Fizyka pozwala zrozumieć zjawiska zachodzące w przyrodzie - nawet te codzienne i na pozór oczywiste.

Dlaczego rower nie przewraca się kiedy jedzie, a przewraca się - kiedy stoi?

Dlaczego niebo jest niebieskie?

Dlaczego woda wrze?

Jaka siła wznosi samolot w powietrze?

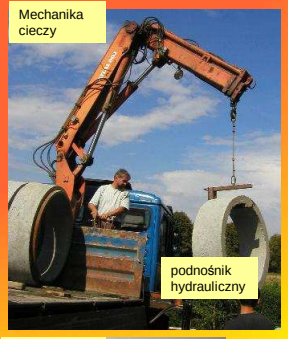
Co jest powodem „tęczy” na płycie kompakto wej?

Dlaczegoreaktor jądrowy nie może wybuchnąć na podobieństwo „bomby atomowej”?

Przykłady można długo podawać ...

Bez znajomości i wykorzystania praw fizyki, życie byłoby o wiele trudniejsze.

Mechanika cieczy



podnośnik hydrauliczny

transport

statyka

most na linach

Inżynieria lądowa

fale elektro-magnetyczne

telefon komórkowy

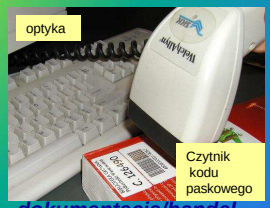
telekomunikacja

dynamika

„magiczna pętla”

rozrywka/sport

optyka



Czytnik kodu paskowego

dokumentacja/handel

...silnik odrzutowy i rakietowy, RTG, USG, tomograf, rezonans m., radar, GPS ...i wiele, wiele innych przykładów

…a próby nieprzestrzegania praw fizyki skazane są **zawsze** na niepowodzenie, a często kończą się bardzo źle

Oto przykład, czym jest…

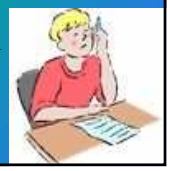
wypadek drogowy =

nie uwzględnienie:

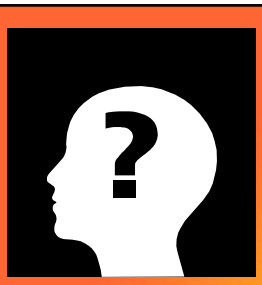
- siły odśrodkowej na zakręcie,
- zmiany współczynnika tarcia na mokrej nawierzchni,
- zależności energii kinetycznej od kwadratu prędkości,
- związku przebytej drogi z prędkością i czasem reakcji,
- dodawania się prędkości przy zbliżaniu się pojazdów,
- itd.

Podobnych przykładów można podać (niestety) mnóstwo.

OK., przekonałeś mnie
Trzeba i warto znać fizykę!



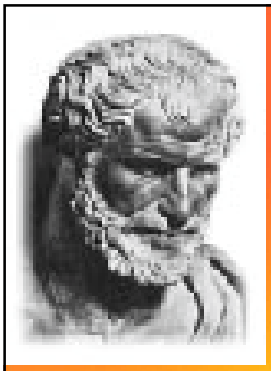
To przejdźmy do pytania, które zadaje każde dziecko.



Możemy też zapytać inaczej.

Czy istnieją takie najmniejsze cząstki, które już z niczego mniejszego się nie składają?

Nazwiemy je cząstkami elementarnymi.



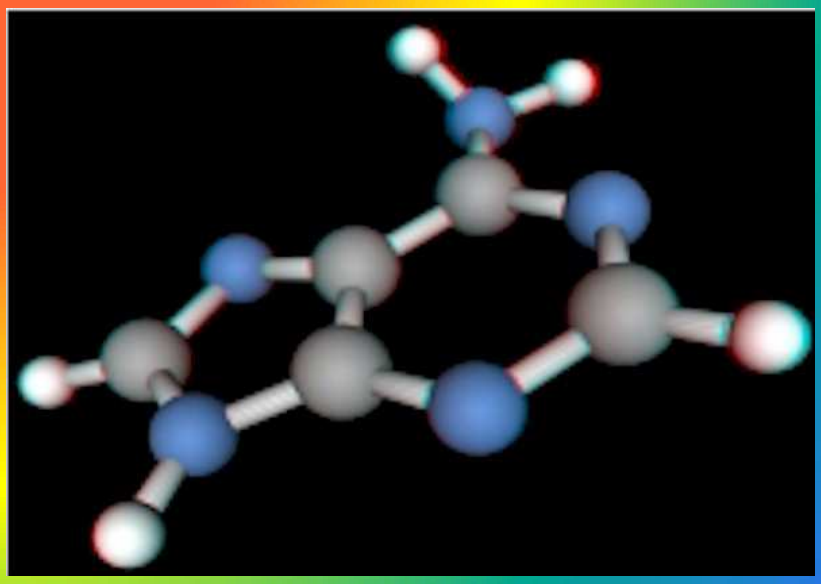
Starożytny filozof – Demokryt z Abdery uważał, że...

...cały świat składa się

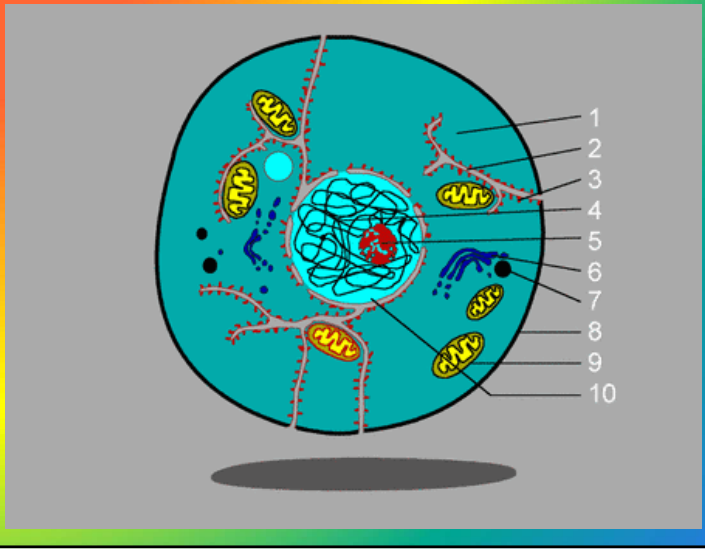
z atomów,

które są wieczne i niepodzielne.

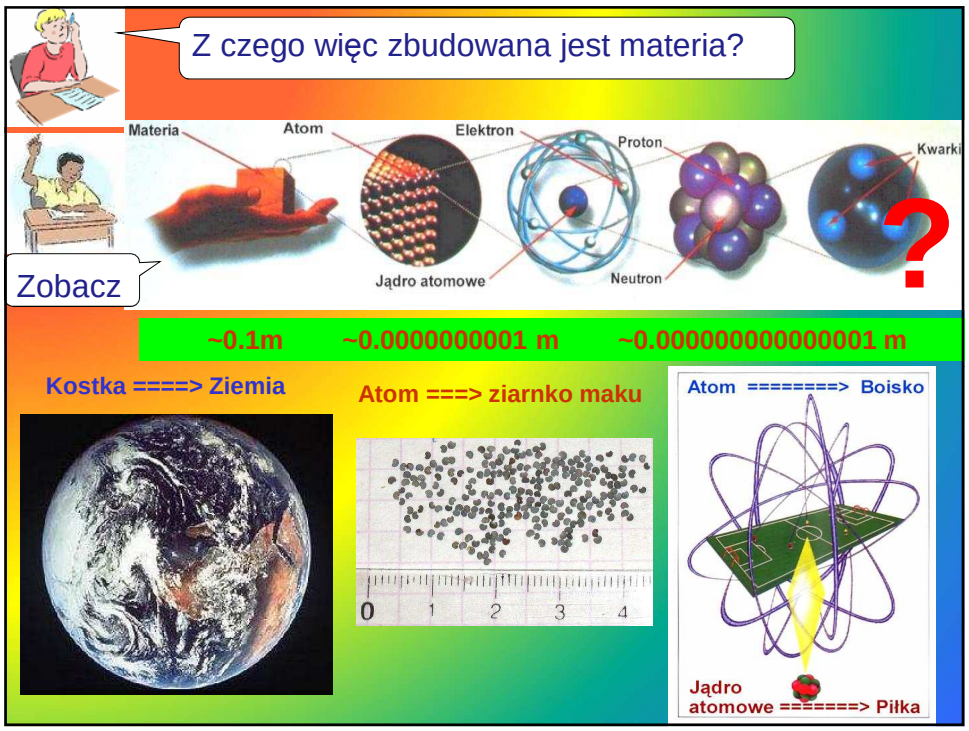
Atomy łączą się w cząsteczki



Z cząsteczek składają się komórki zwierząt i roślin



Z komórek składają się rośliny, zwierzęta i ludzie.


Z czego więc zbudowana jest materia?
Materia
Atom
Elektron
Proton
Kwarki
Jądro atomowe
Neutron
?
Zobacz
~0.1m
~0.0000000001 m
~0.000000000000001 m
Kostka ====> Ziemia
Atom ===> ziarnko maku
Atom ========> Boisko
Jądro atomowe ========> Piłka

A kiedy ludzie dowiedzieli się, że atom jest podzielny?
To było ponad 100 lat temu.
Status fizyki końca XIX wieku:
Mechanika – równania Newtona
Elektromagnetyzm – równania Maxwella
Powszechna opinia – fizyka jest „nauką zamkniętą”
tj. opisuje poprawnie prawa przyrody
i nie ma potrzeby jej dalej rozwijać.

„Kiedy rozpoczynałem studia fizyczne i u mego czcigodnego nauczyciela Philippa von Jolly'ego zasięgałem opinii na temat warunków i perspektyw moich studiów, przedstawił mi on fizykę jako naukę wysoko rozwiniętą, prawie całkowicie dojrzałą, która po ukoronowaniu jej osiągnięć przez odkrycie zasady zachowania energii miała już wkrótce przyjąć ostateczną postać. Wprawdzie w tym czy innym zakątku pozostaje jeszcze do zbadania i usunięcia jakiś pyłek czy pęcherzyk, ale jeśli chodzi o system jako całość, to jest on dość zabezpieczony, a fizyka teoretyczna wyraźnie zbliża się do osiągnięcia takiej doskonałości, jaka od stuleci jest właściwa geometrii."
Max Planck, odczyt w Monachium (1926)

(tłum. polskie, Ryszard i Samuel Kernerowie, Warszawa 1970)

Max Planck

Twórca podstaw mechaniki kwantowej

WWW – „Fizyka około roku 1900"

...niektóre „nieistotne" cienie:

1. promieniowanie ciała doskonale czarnego - „katastrofa nadfioletu" - Rayleihg-Jeans

2. „eter" i prędkość światła – Michelson-Morley

3. nowy rodzaj promieniowania – Bequerell i M. & P. Curie

W 1905 roku

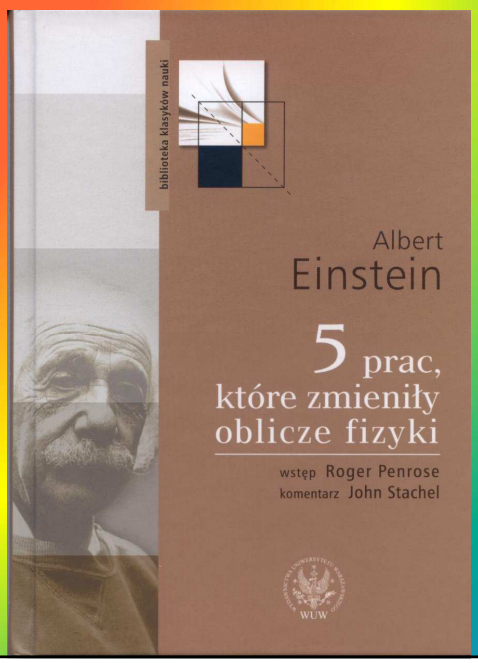
Albert Einstein opublikował 5 prac, które:

- zmieniły zasadniczo nasze rozumienie praw przyrody,
- zrewolucjonizowały rozwój fizyki i techniki w XX wieku:
  - stały się podstawą nowych odkryć i wynalazków,
  - stały się podstawą konstrukcji nowych urządzeń technicznych,
- inspirują nas obecnie (po 100 latach) do nowych poszukiwań.

Albert Einstein (1879 – 1955)

W 1905 r. ma lat 26
i jest pracownikiem
urzędu patentowego
w Bernie.

Pięć prac Einsteina opublikowanych w 1905 roku



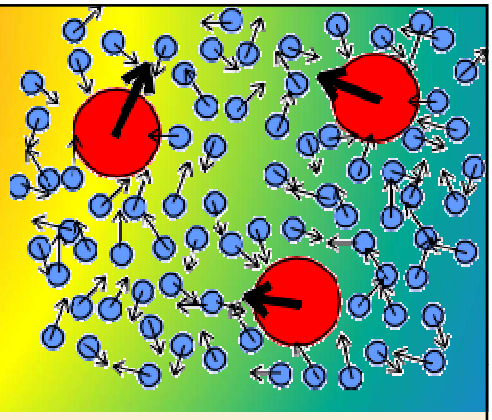
ruchy Browna

szczególna teoria względności

kwantowa natura światła

Ruchy Browna

Botanik Robert Brown zaobserwował w 1827 roku, że ziarna pyłku roślin w kropli wody oglądanej pod mikroskopem poruszają się chaotycznie.



W 1905 roku Albert Einstein pokazał, że przypadkowe błądzenie drobin jest wywołane bombardowaniem ich przez cząsteczki wody; wprowadził też podstawowe wzory matematyczne opisujące ruchy Browna.

(Do identycznych wyników doszedł w 1906 roku, niezależnie od Einsteina, polski fizyk Marian Smoluchowski.)

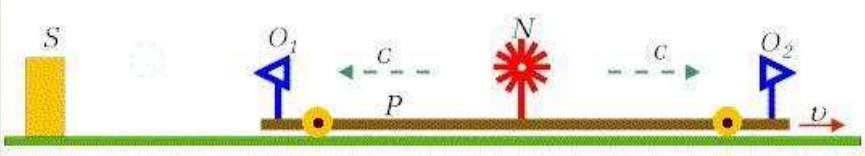
„O elektrodynamice ciał w ruchu”

„Należy raczej sądzić, że te same prawa elektrodynamiki i optyki pozostają słuszne we wszystkich układach współrzędnych, w których spełnione są równania mechaniki. ...

Tę hipotezę (będziemy ją dalej nazywać „zasadą względności”) podniesiemy tutaj do rangi postulatu i wprowadzimy jeszcze jeden postulat, tylko pozornie sprzeczny z pierwszym, który stwierdza, że

„światło zawsze rozchodzi się w próżni z określoną prędkością c i nie zależy ona od ruchu ciała emitującego światło.”

„światło zawsze rozchodzi się w próżni z określoną prędkością c i nie zależy ona od ruchu ciała emitującego światło.”



Nadajnik N wysyła błysk świetlny, który odbierany jest przez odbiorniki O_1 i O_2

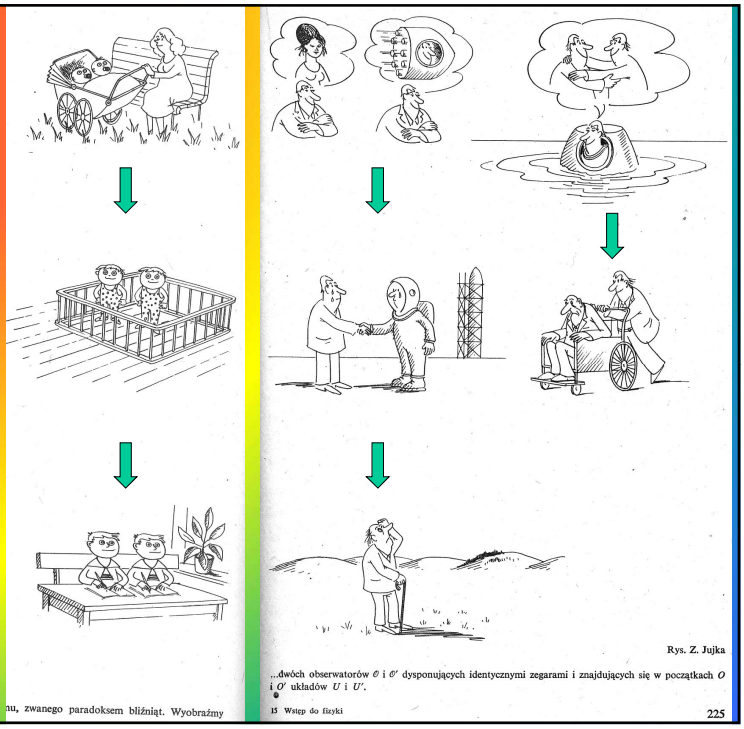
Obserwator na platformie P stwierdza, że sygnały odbierane są <u>równocześnie</u> przez oba odbiorniki

Obserwator na stacji S stwierdza, że odbiornik O_1 odebrał sygnał <u>wcześniej</u> niż odbiornik O_2.

Wniosek: równoczesność zdarzeń jest pojęciem względnym.

Paradoks bliźniąt

A.K. Wróblewski
J.A. Zakrzewski
„Wstęp do fizyki”



Newton

Istnieje absolutna przestrzeń i absolutny czas.

Odległość:

$$\Delta l^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2$$

„Absolutny, rzeczywisty lub matematyczny czas, sam z siebie, na mocy swej wewnętrznej natury, płynie równomiernie, jednostajnie, bez odniesienia do czegoś zewnętrznego.”

Einstein

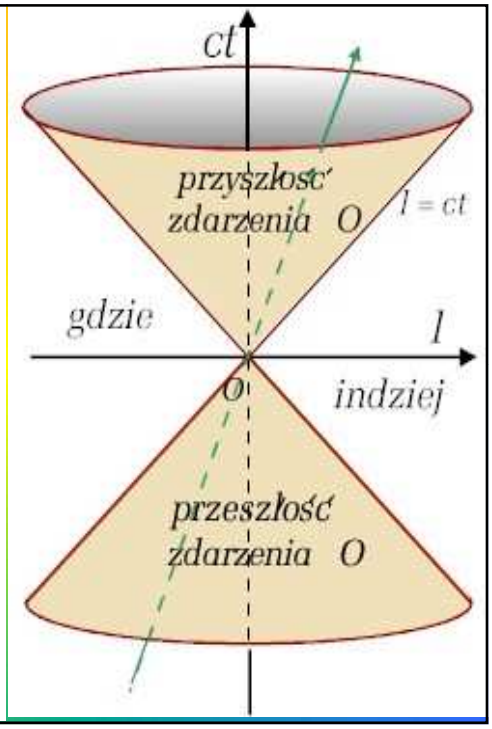
Przestrzeń i czas są częściami jednej całości , czasoprzestrzeni

Interwał:

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2$$

Stożek Minkowskiego.

Cała przeszłość i przyszłość zdarzenia „O” mieści się w obrębie stożka.



A. Einstein

$$E = m \cdot c^2$$

E -pełna energia ciała

„Masa ciała stanowi miarę zawartej w nim energii.”

$$m = m_0 \cdot \gamma$$

m_0 – masa spoczynkowa

β -stosunek prędkości ciała do prędkości światła

$$\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$$

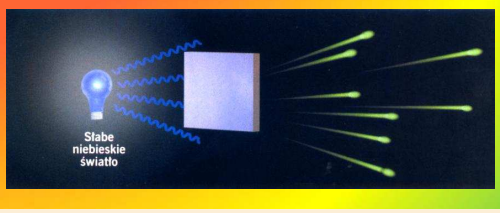
γ – czynnik Lorentza

v -prędkość ciała

$$\beta = \upsilon / c$$

Światło (strumień fotonów) porusza się w próżni z prędkością c=299 792 458 m/s, czyli ok. 300 000 km/s

„O heurystycznym punkcie widzenia w sprawie emisji i przemiany światła”



„...kwant światła przekazuje całą swą energię pojedynczemu elektronowi.”

$$\underbrace{h\nu}_{E_\gamma} = \underbrace{m_e \cdot \upsilon^2 / 2}_{E_{k_e}} + A$$

Trwał wiek XX !

Albert Einstein stał się symbolem -
ale oni wszyscy współtworzyli fizykę 20-go wieku

... 100 lat później

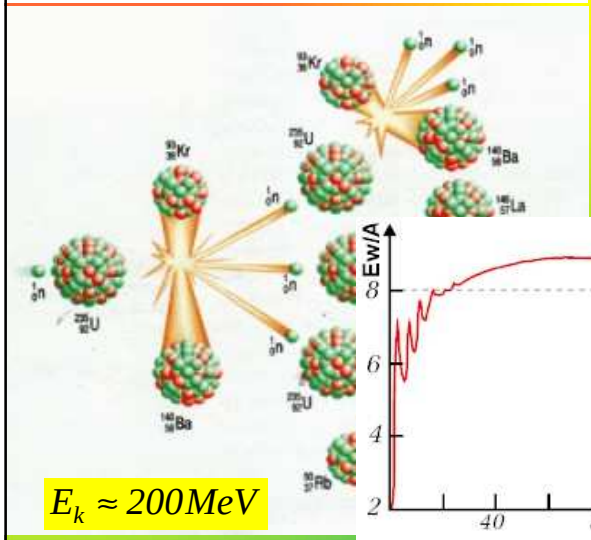
Uwieczniona w brązie – postać Marii Skłodowskiej-Curie – Doktora Honoris Causa Politechniki Warszawskiej

Odsłonięcie miało miejsce 13 września 2005r.

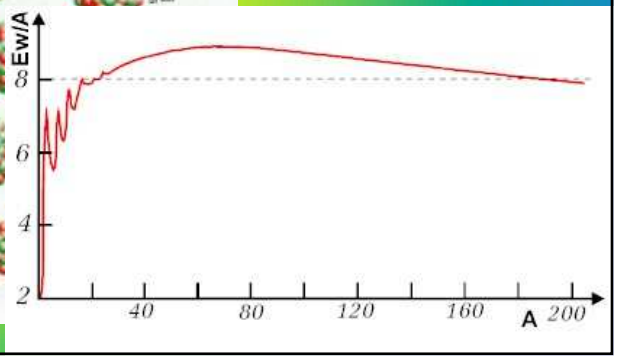
Energia jądrowa

1 kg uranu ⟷ 1000 ton węgla

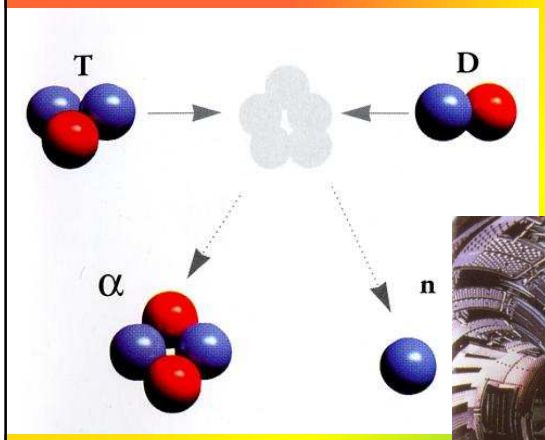
$$E_w = \Delta M \cdot c^2 = \left(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - Mj\right) \cdot c^2$$

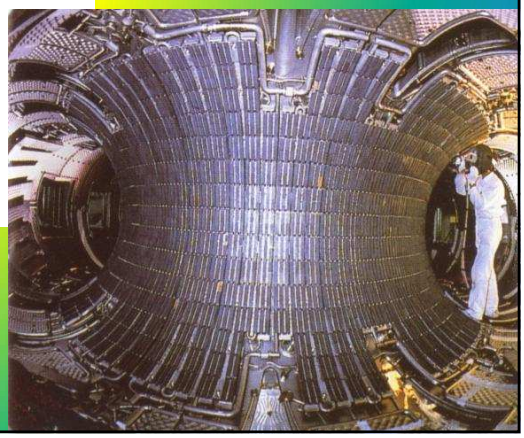


$$E_k \approx 200 MeV$$



Energia termojądrowa



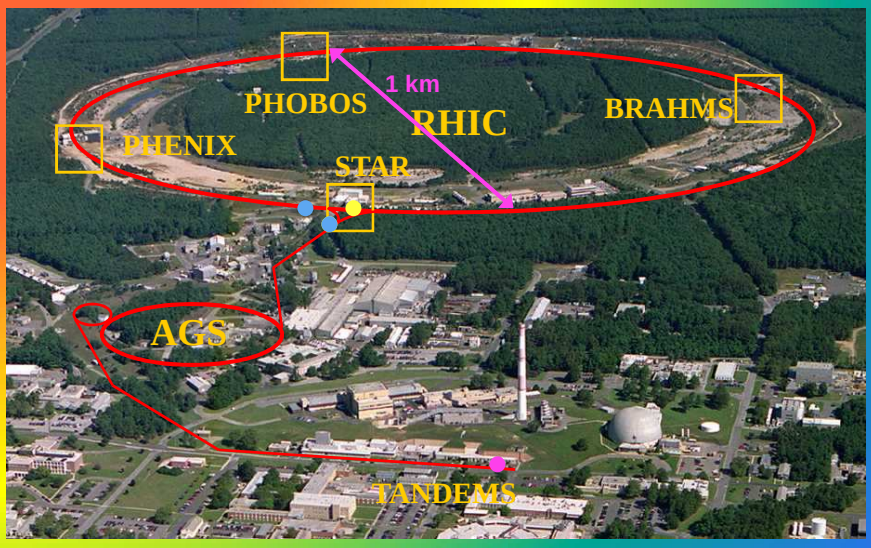


„Energia gwiazd – energia dla naszej planety”

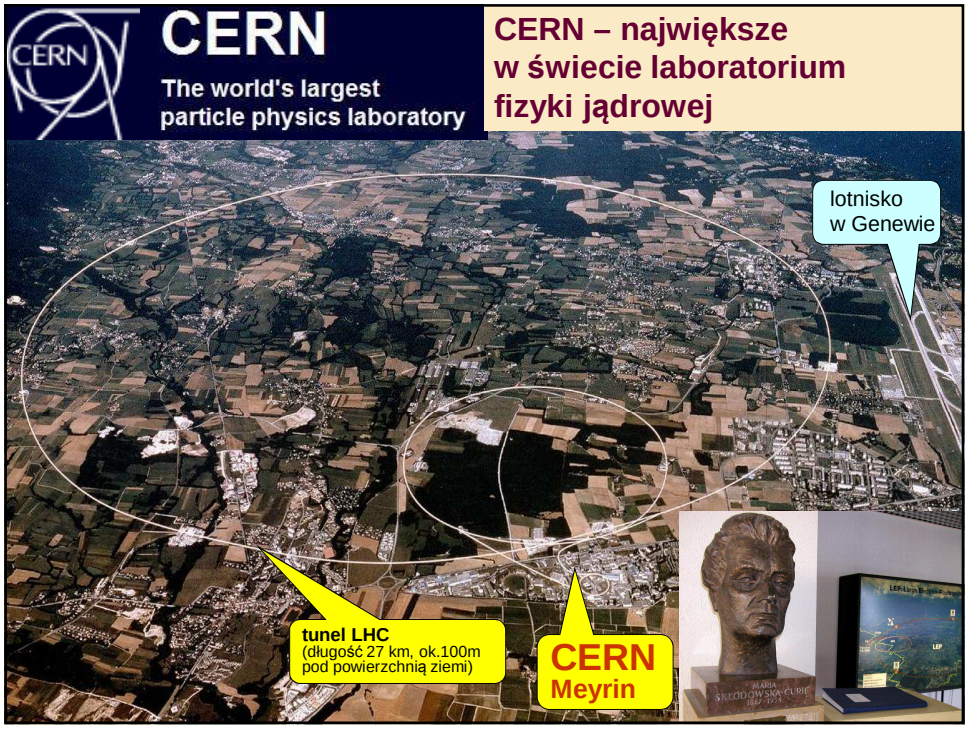
Wystawa na Wydziale Fizyki PW

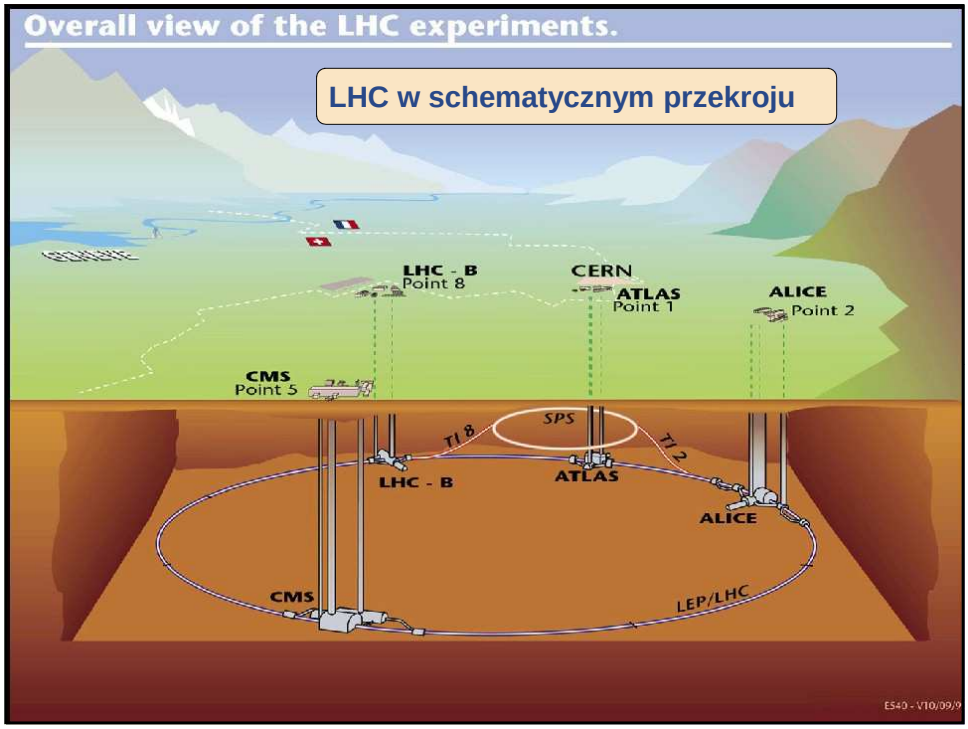
Powstały ogromne laboratoria
fizyki jądrowej
skupiające naukowców z całego świata

Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) at Brookhaven

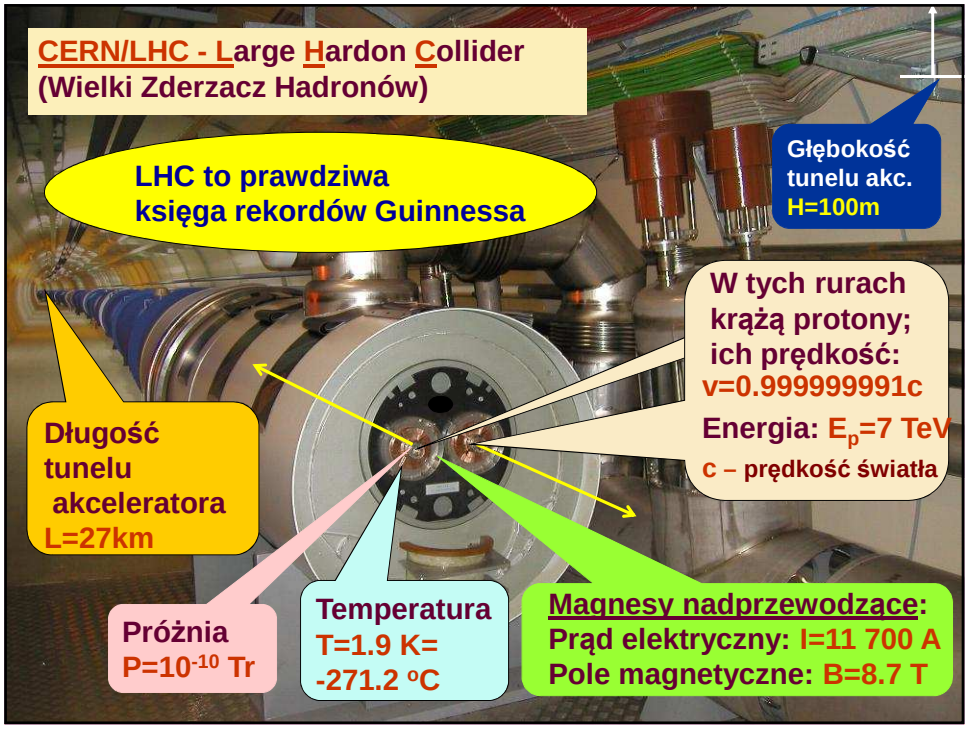


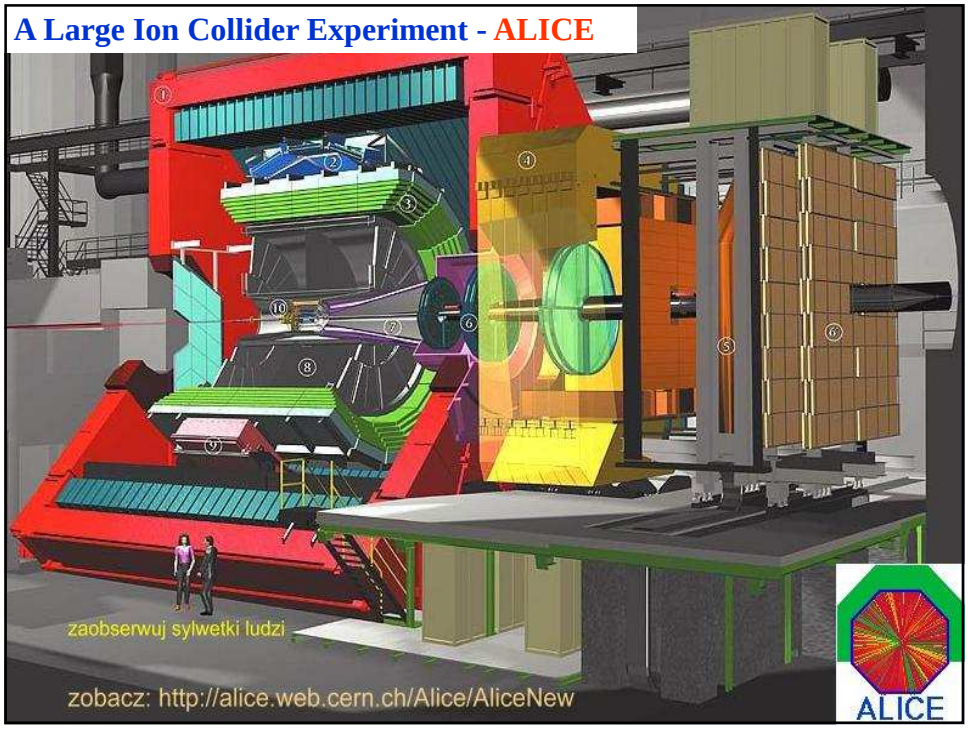
42 animation by Mike Lisa

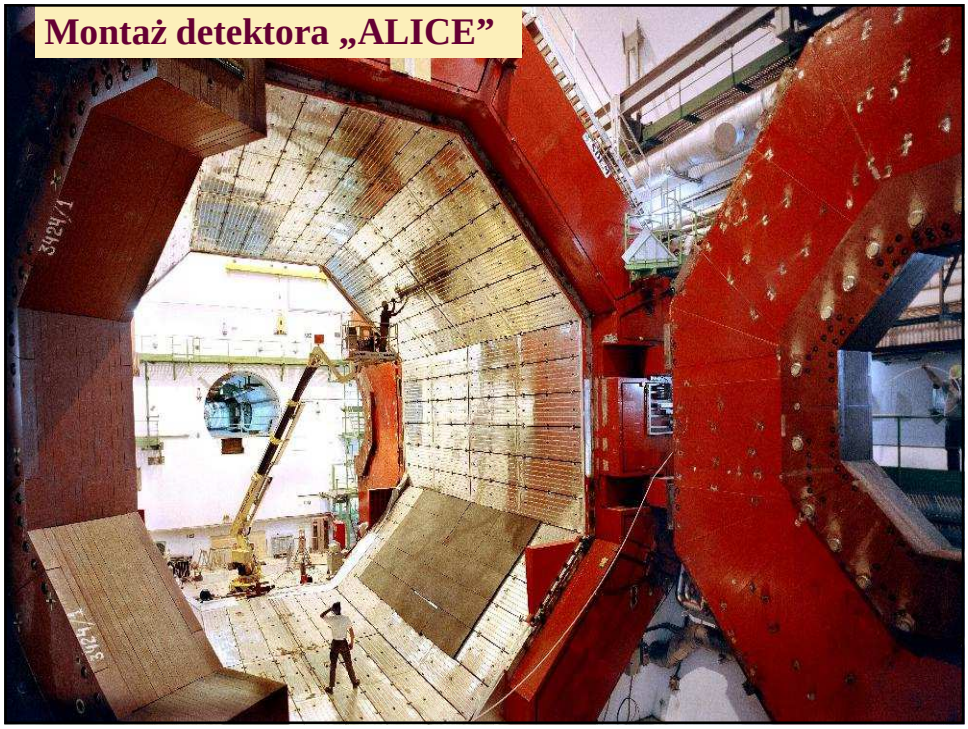

CERN
The world's largest
particle physics laboratory
CERN – największe
w świecie laboratorium
fizyki jądrowej
lotnisko
w Genewie
tunel LHC
(długość 27 km, ok.100m
pod powierzchnią ziemi)
CERN
Meyrin

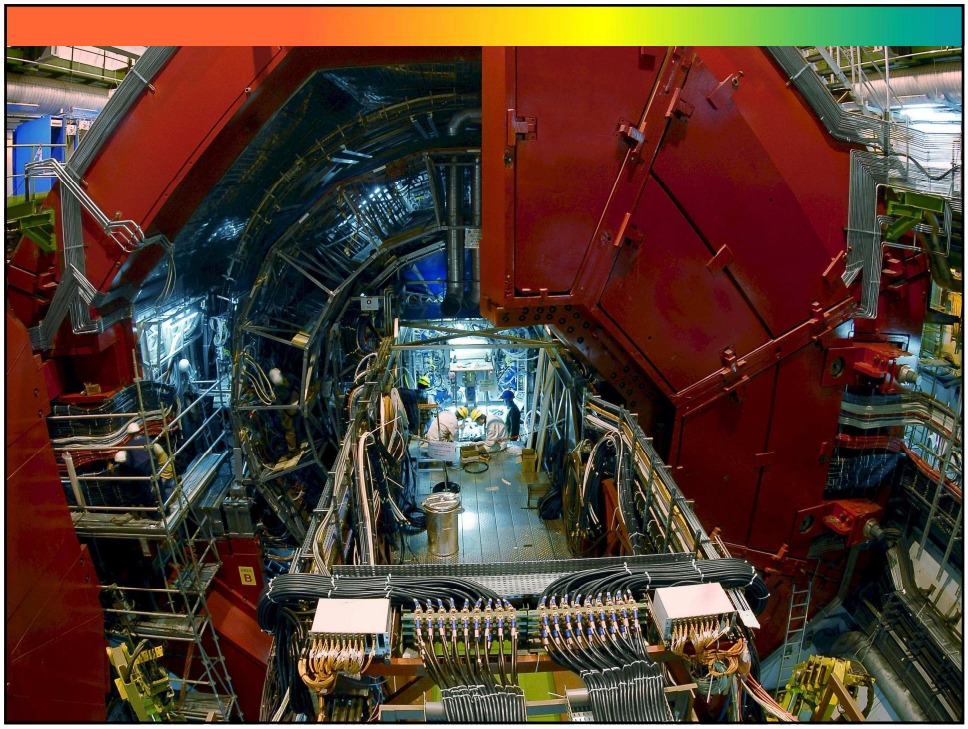

Overall view of the LHC experiments.
LHC w schematycznym przekroju
LHC - B
Point 8
CERN
ATLAS
Point 1
ALICE
Point 2
CMS
Point 5
SPS
TI 8
TI 2
LHC - B
ATLAS
ALICE
CMS
LEP/LHC

LHC, Large Hadron Collider - Wielki Zderzacz Hadronów

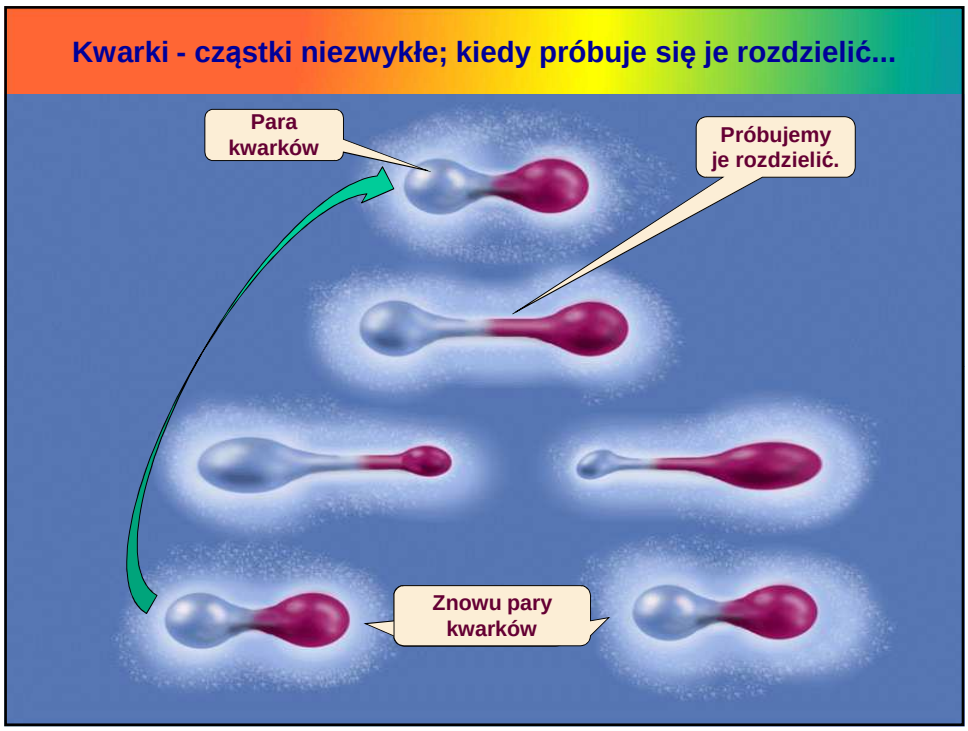


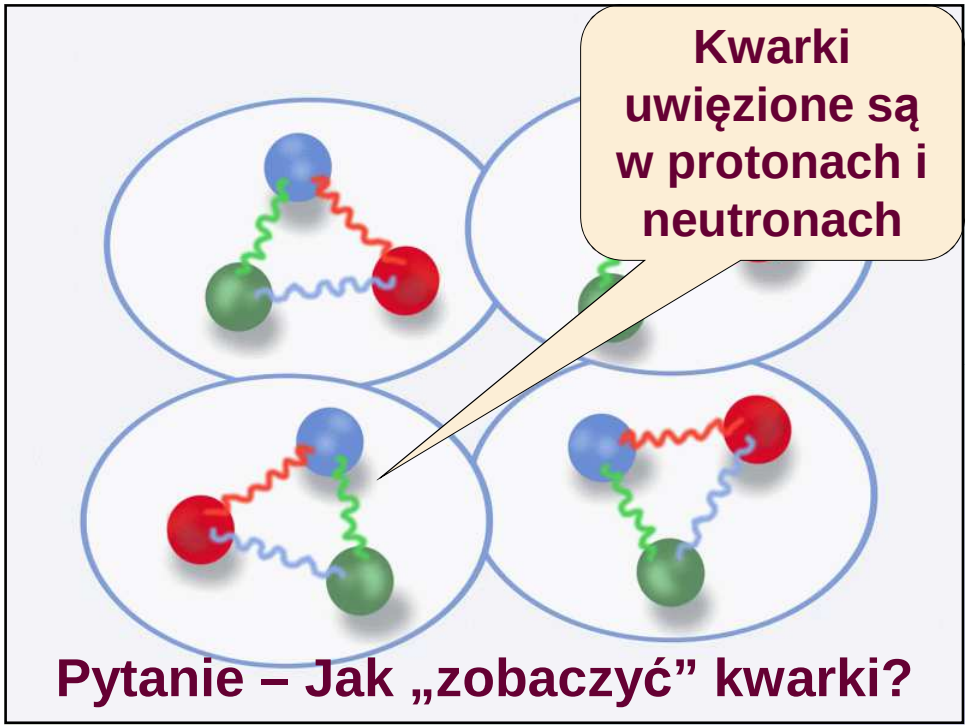

A Large Ion Collider Experiment - ALICE
zaobserwuj sylwetki ludzi
zobacz: http://alice.web.cern.ch/Alice/AliceNew
ALICE

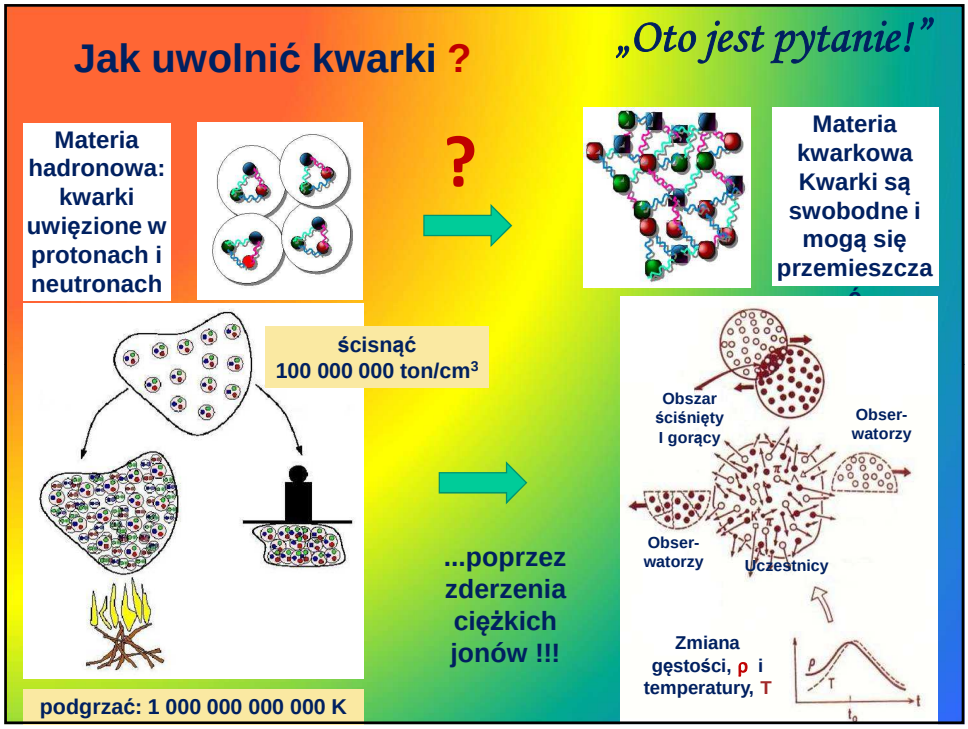

Montaż detektora „ALICE”

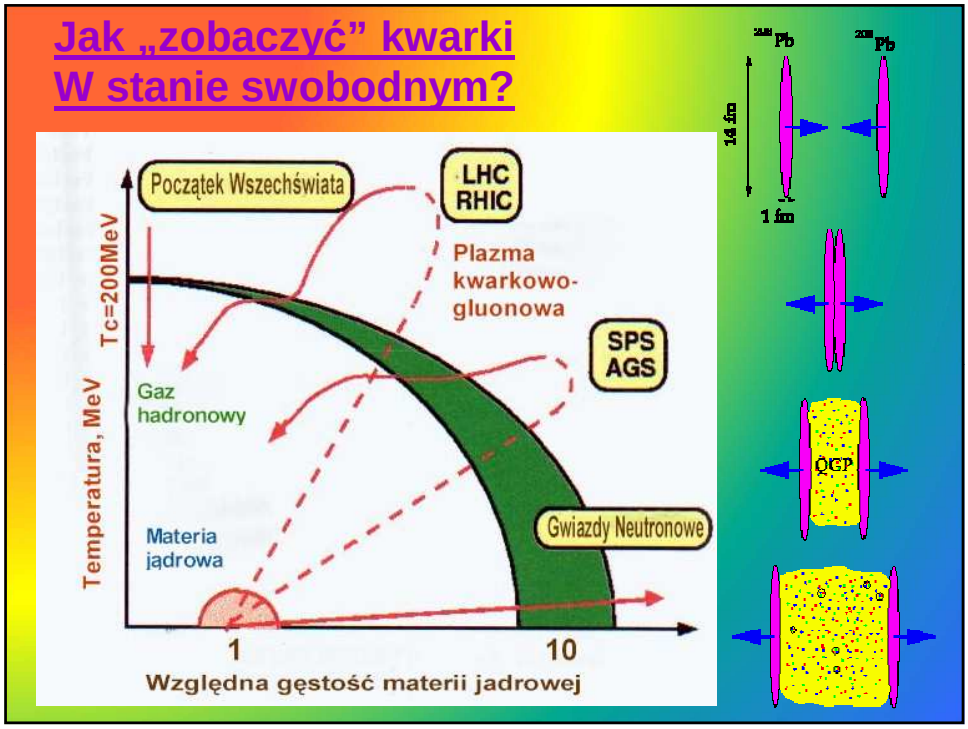


Po co taka ogromna aparatura ?

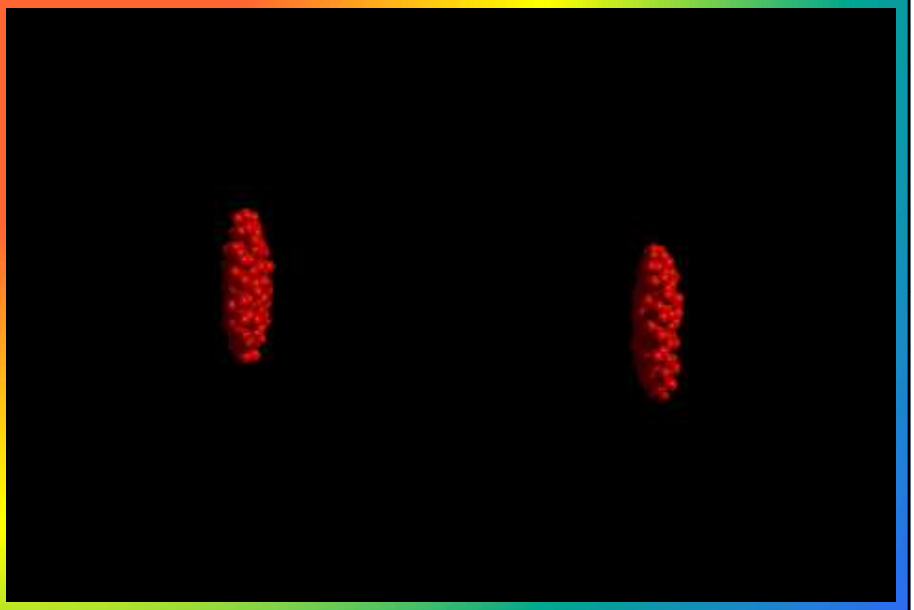

Kwarki - cząstki niezwykłe; kiedy próbuje się je rozdzielić...
Para kwarków
Próbujemy je rozdzielić.
Znowu pary kwarków


Kwarki uwięzione są w protonach i neutronach
Pytanie – Jak „zobaczyć” kwarki?

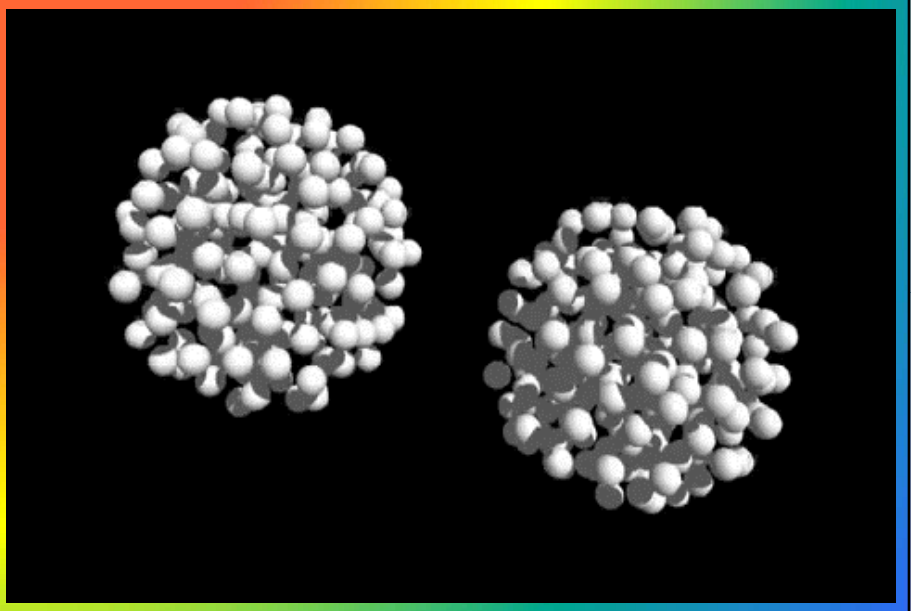

Jak uwolnić kwarki ?
„Oto jest pytanie!”
Materia hadronowa: kwarki uwięzione w protonach i neutronach
?
Materia kwarkowa Kwarki są swobodne i mogą się przemieszcza
ścisnąć 100 000 000 ton/cm3
podgrzać: 1 000 000 000 000 K
...poprzez zderzenia ciężkich jonów !!!
Obszar ściśnięty I gorący
Obser-watorzy
Obser-watorzy
Uczestnicy
Zmiana gęstości, ρ i temperatury, T

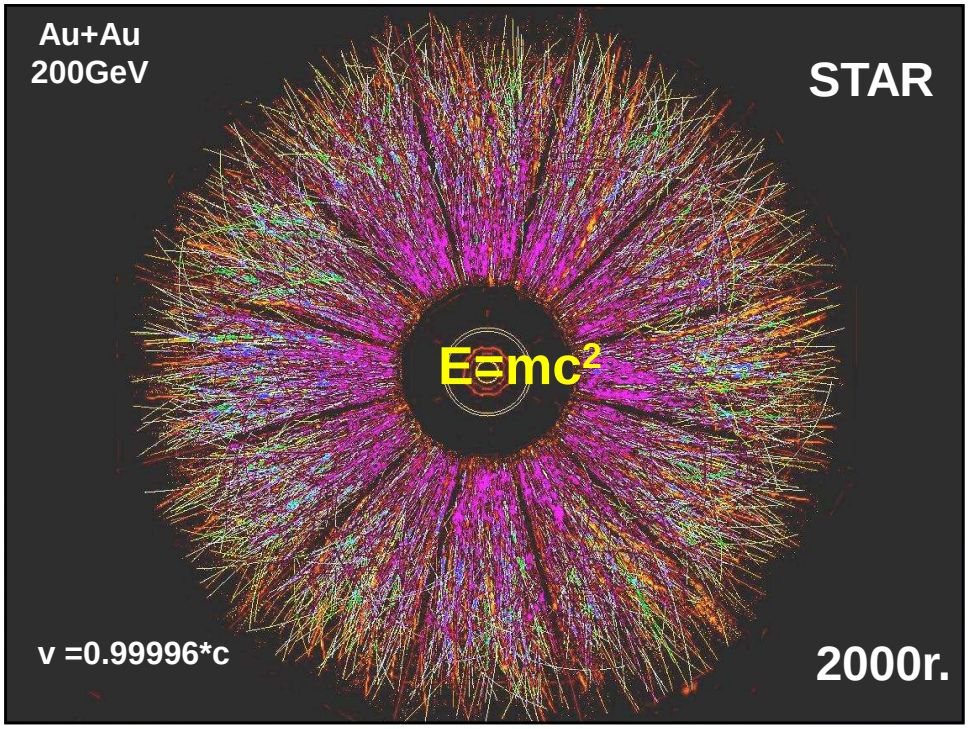

Jak „zobaczyć” kwarki
W stanie swobodnym?
Początek Wszechświata
LHC
RHIC
Plazma kwarkowo-gluonowa
SPS
AGS
Gaz hadronowy
Materia jądrowa
Gwiazdy Neutronowe
Tc=200MeV
Temperatura, MeV
1
10
Względna gęstość materii jadrowej
14 fm
1 fm
QGP

UrQMD – Ultra-relativistic Quantum-Molecular Dynamics

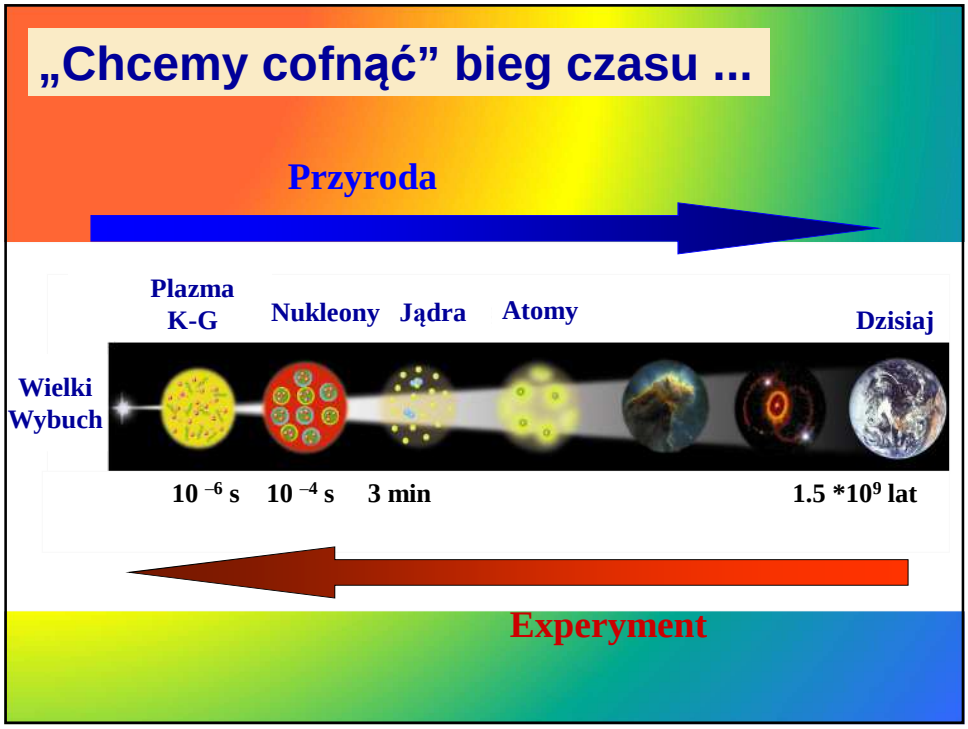


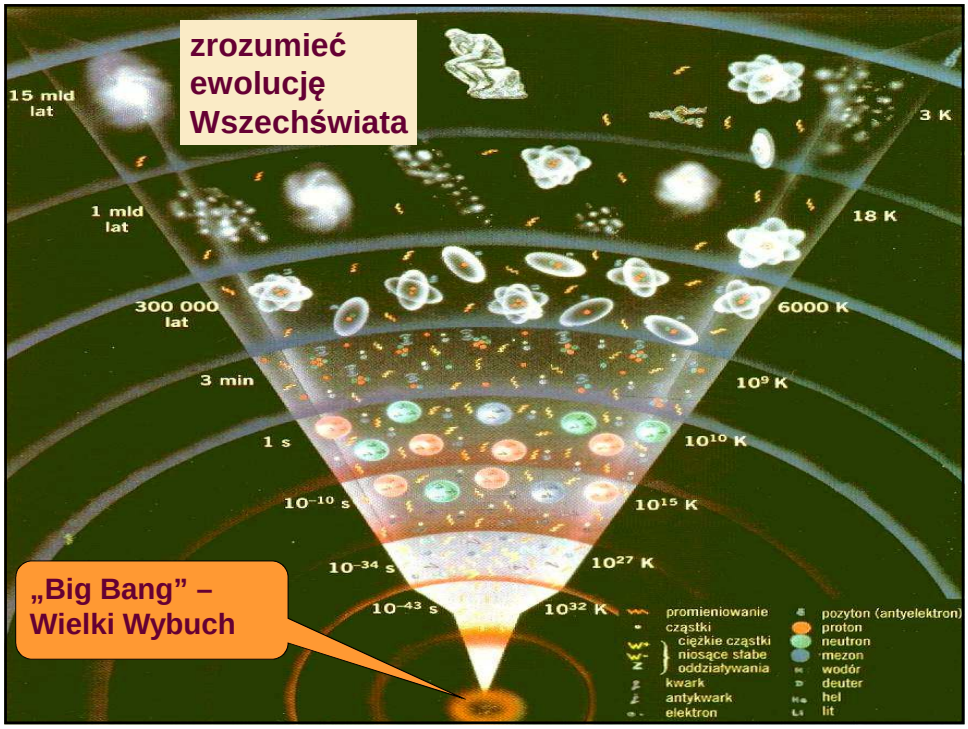
UrQMD – Ultra-relativistic Quantum-Molecular Dynamics





Dlaczego to jest ważne?


„Chcemy cofnąć” bieg czasu ...
Przyroda
Plazma K-G
Nukleony
Jądra
Atomy
Dzisiaj
Wielki Wybuch
10 −6 s
10 −4 s
3 min
1.5 *10⁹ lat
Experyment

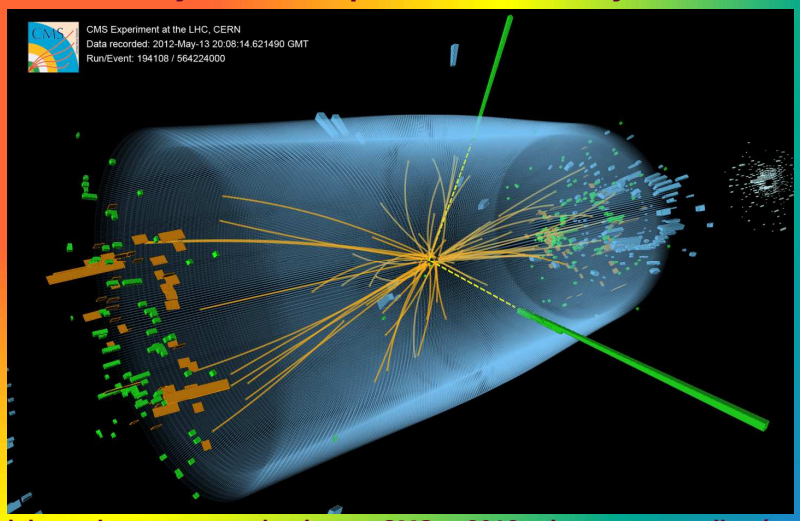

zrozumieć ewolucję Wszechświata
15 mld lat
1 mld lat
300 000 lat
3 min
1 s
10⁻¹⁰ s
10⁻³⁴ s
10⁻⁴³ s
3 K
18 K
6000 K
10⁹ K
10¹⁰ K
10¹⁵ K
10²⁷ K
10³² K
„Big Bang” – Wielki Wybuch
promieniowanie
cząstki
ciężkie cząstki
niosące słabe oddziaływania
kwark
antykwark
elektron
pozyton (antyelektron)
proton
neutron
mezon
wodór
deuter
hel
lit

Osiągnięcia ostatnich lat (2012)

Jak zaobserwować bozon Higgsa?
To jest „szukanie igły w stogu siana”!!!

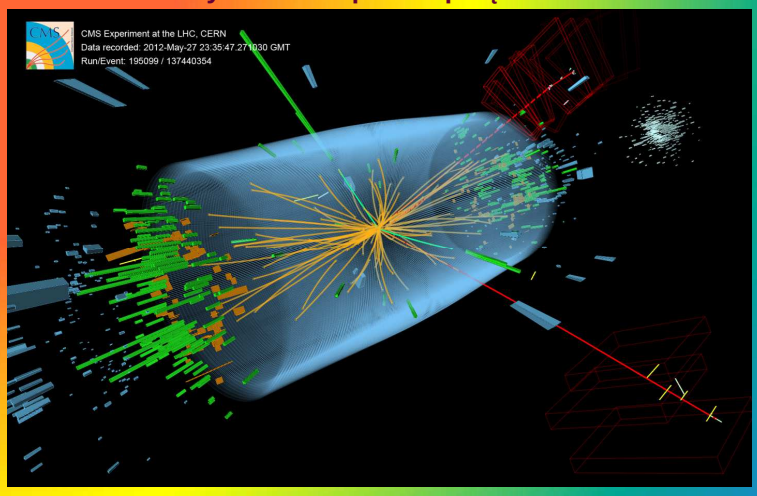
Trzeba zarejestrować cząstki, na które się rozpada, zmierzyć ich kierunki i energie i na tej podstawie wyliczyć odpowiadającą im masę.

Przykład 1. rozpad na dwa fotony



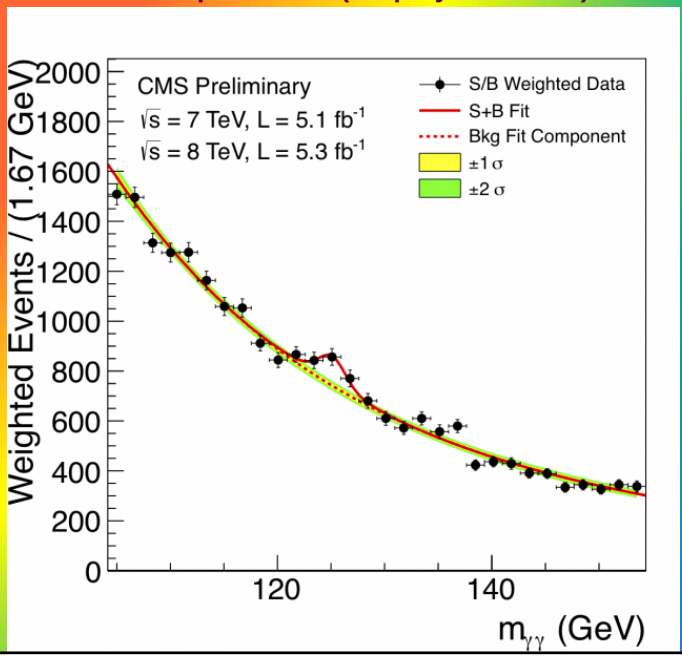
Przypadek zarejestrowany w detektorze CMS w 2012 roku, przy energii w środku masy rownej 8 TeV. Przypadek jest zgodny z charakterystyką oczekiwaną dla rozpadu standardowego bozonu Higgsa na parę fotonow (żołte, przerywane linie i zielone prostopadłościany). Przypadek ten może też być efektem znanych procesow tła opisywanych przez model standardowy.

Przykład 2. rozpad na parę bozonow Z

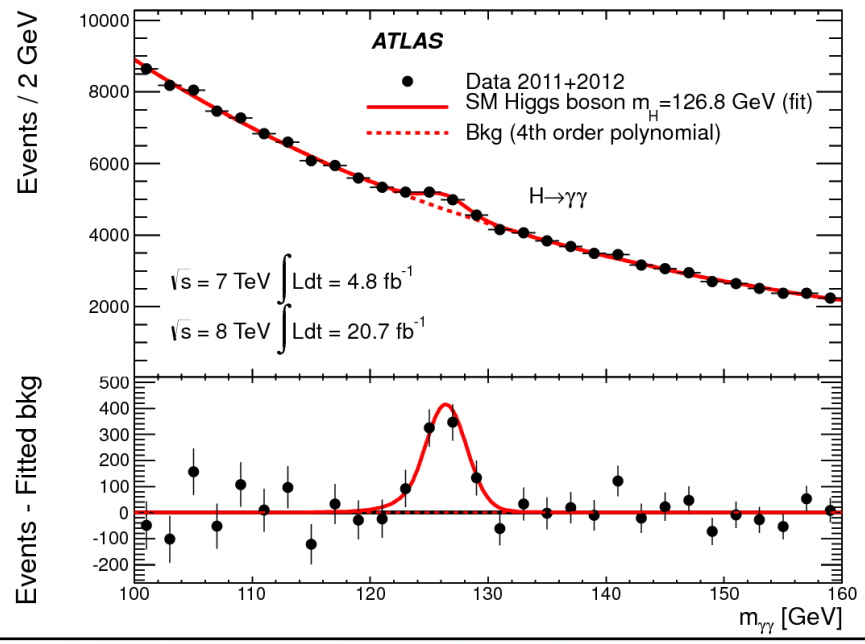


Przypadek zarejestrowany w detektorze CMS w 2012 roku, przy energii w środku masy rownej 8 TeV. Przypadek jest zgodny z charakterystyką oczekiwaną dla rozpadu standardowego bozonu Higgsa na parę bozonow Z, z ktorych jeden rozpadł się na parę elektronow (zielone linie i prostopadłościany) a drugi na parę mionow (czerwone linie). Przypadek ten może też być efektem znanych procesow tła opisywanych przez model standardowy.

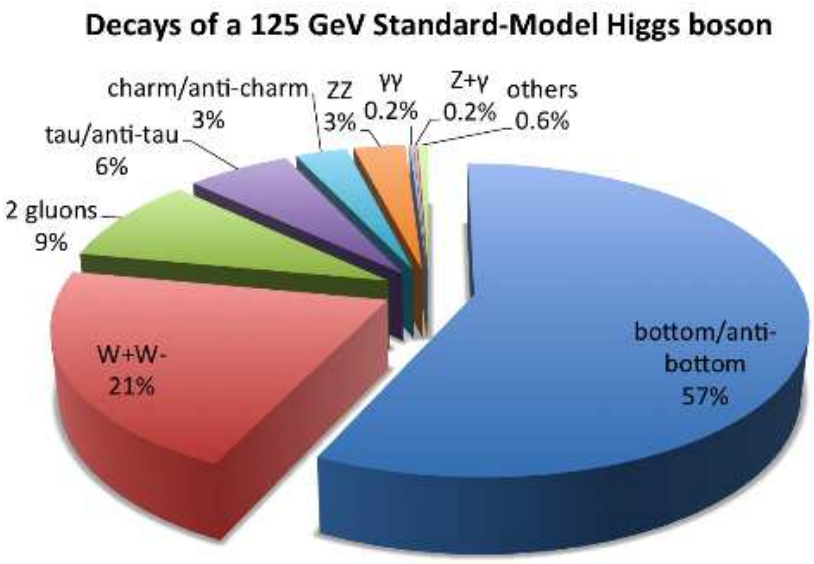
Pierwsze obserwacje bozonu Higgsa pokazane na konferencji prasowej w CERN 4 lipca 2012 r. (eksperyment CMS)



Obserwacja bozonu Higgsa w 2013 r. (eksperyment ATLAS)



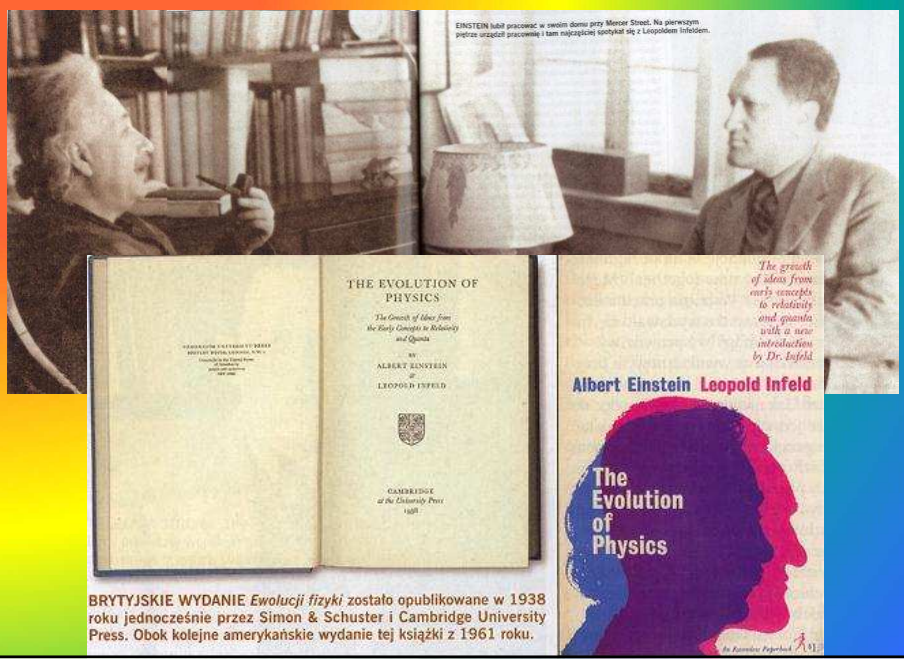
Jak stwierdzić, że to na pewno bozon Higgsa, a nie jakaś inna nowa cząstka? Bada się tzw „stosunki rozgałęzień" (branching ratio).



Nagroda Nobla w 2013 r.
Peter Higgs i Francois Englert

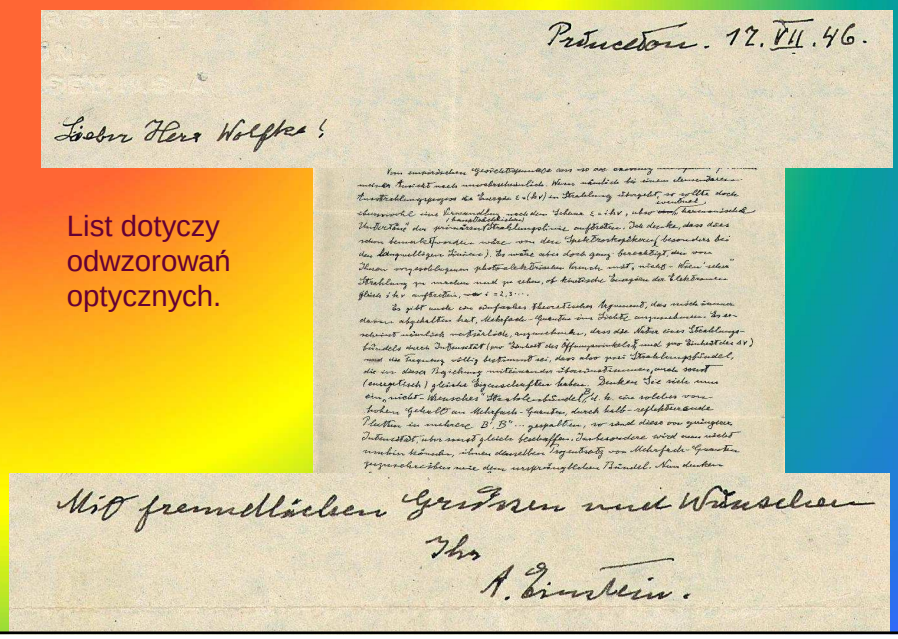
A gdzie Polacy?
A gdzie Politechnika Warszawska?

Leopold Infeld – profesor UW - współpracownik Alberta Einsteina



BRYTYJSKIE WYDANIE *Ewolucji fizyki* zostało opublikowane w 1938 roku jednocześnie przez Simon & Schuster i Cambridge University Press. Obok kolejne amerykańskie wydanie tej książki z 1961 roku.

List Alberta Einsteina do Profesora Fizyki Politechniki Warszawskiej Mieczysława Wofke'go.


Princeton. 12. VII. 46.

Sehr Herr Wolfke!

Mit freundlichen Grüßen und Wünschen

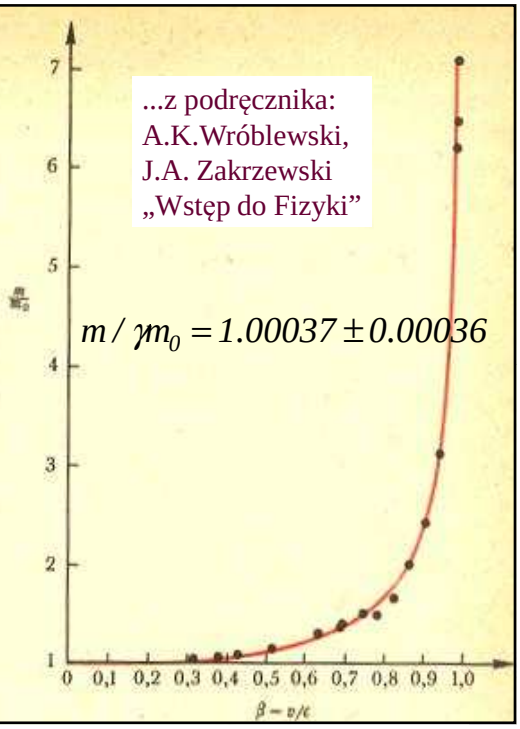
Ihr

A. Einstein.

List dotyczy odwzorowań optycznych.

Niektóre wyniki pomiarów masy elektronów przy różnych prędkościach. Pokazane są wyniki uzyskane przez W. Kaufmanna (1906 r.), A. H. Bucherera (1909 r.), M. M. Rogersa, A. W. McReynoldsa i F. T. Rogersa (1940 r.) oraz V. Meyera, W. Reicharta, H. Stauba, H. Winklera, F. Zamboniego i W. Zycha (1963 r.). W tej ostatniej pracy mierzono masę elektronów poruszających się z $\beta \approx 0{,}99$. Krzywa przedstawia zależność masy od prędkości $m = \gamma m_0$, przewidzianą przez szczególną teorię względności Einsteina. Doświadczenie wspaniale potwierdza te przewidywania. Tak np. w pracy Meyera i innych wartość doświadczalna stosunku $m/\gamma m_0 = 1{,}00037 \pm 0{,}00036$.

Podkreślmy, że pokazujemy tu wyniki *bezpośrednich* pomiarów masy cząstek przy różnych prędkościach. Pośrednio sprawdza się relatywistyczny wzrost masy na co dzień w niemal wszystkich doświadczeniach z cząstkami elementarnymi. Zależność $m = \gamma m_0$ trzeba uwzględniać przy budowie każdego akceleratora cząstek!



...z podręcznika:
A.K.Wróblewski,
J.A. Zakrzewski
„Wstęp do Fizyki”

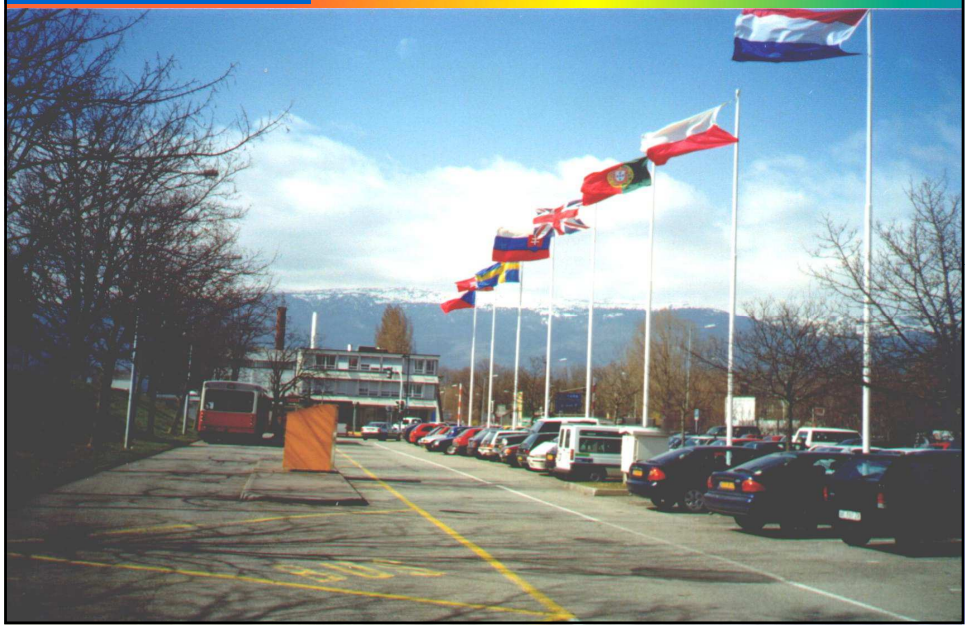
$$m/\gamma m_0 = 1.00037 \pm 0.00036$$

To było dawniej,

a czy jesteśmy teraz obecni w tym „świecie”?

Tak, jesteśmy – jako kraj

CERN - przed wejściem głównym – flagi państw - członków CERN-u

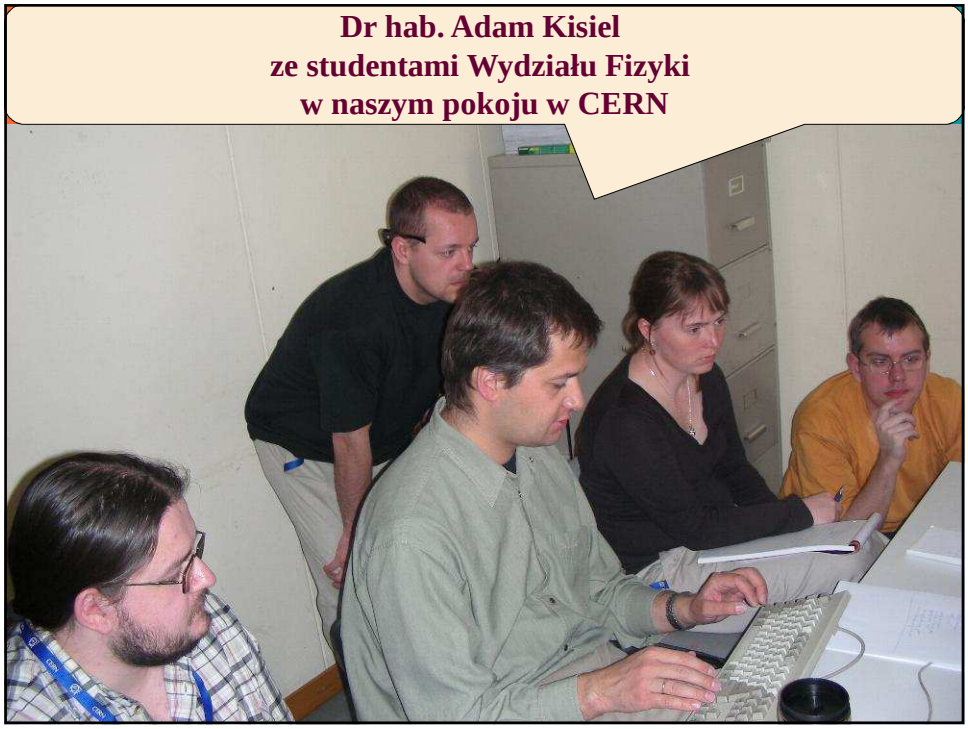


A gdzie Darek i Marek?
Już są studentami, doktorantami, adiunktami…

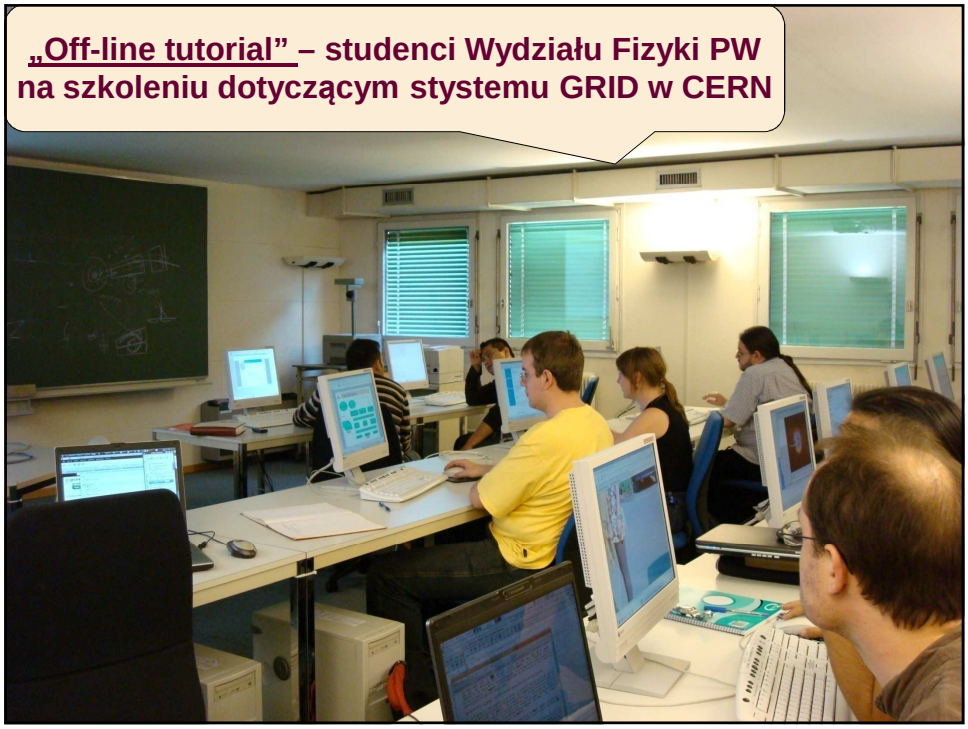
Hanna Gos, doktorantka
Wydziału Fizyki PW
referuje wyniki swych prac
W Brookhaven National Laboratory

Jesteśmy w CERN, jako grupa
z Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej
Warsaw
Houston
544
R-030

Dr Radomir Kupczak ze studentami
Wydziału Fizyki w naszym pokoju w CERN


Dr hab. Adam Kisiel
ze studentami Wydziału Fizyki
w naszym pokoju w CERN

Dyskusję na temat baz danych dla detektora ALICE
(z udziałem studentów wydziałów: EiTI, MiNI i Fizyki)
prowadzi w CERN dr Wiktor Peryt
CERN
GENEVA


„Off-line tutorial" – studenci Wydziału Fizyki PW
na szkoleniu dotyczącym stystemu GRID w CERN

Uczniowie z Liceum w Radomiu wraz ze swym Profesorem przy eksperymencie ALICE

oprowadza ich mgr inż. Marek Chojnacki - niegdyś uczeń Liceum w Radomiu, a potem absolwent Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej,

A jeśli ktoś nie lubi fizyki,

czy jest mu rzeczywiście potrzebna?

Przykład 1.

Georges Charpak

Georges Charpak urodził się w 1924 r. w Dąbrowicy w Polsce. W wieku 7 lat wyjechał z Polski do Francji. Interesował się fizyką i otrzymał doktorat z fizyki jądrowej w College de France w Paryżu w 1955 r.

Pracę w CERN-ie rozpoczął w 1959 r. Pracował najpierw nad komorami iskrowymi, które wykrywają przechodzące cząstki przez emisję małych iskier. W 1968 r. wynalazł komorę drutową, za którą otrzymał Nagrodę Nobla in 1992.

Wielodrutowa komora proporcjonalna Charpaka i jego następne projekty rozpoczęły erę całkowicie elektronicznej detekcji cząstek. Detektory Charpaka są już używane do badań biologicznych i mogą w końcu zastąpić rejestrację fotograficzną w radiobiologii stosowanej. Większa szybkośc rejestracji oznacza szybsze skanowanie i mniejsze napromieniowanie ciała w diagnostycznej aparaturze medycznej wykorzystującej promieniowanie i wiązki czastek.

Przylatujących
na lotnisko w Genewie
wita foto-tablica...

CERN

Największe w świecie laboratorium fizyki
gdzie narodził się World Wide Web...
... 5 minut stąd!

- nie biznes,
- nie wojsko,
- nie przemysł,
- nie polityka...

...to FIZYKA !

...stworzyła potrzebę i znalazła rozwiązanie , z którego teraz korzysta cały świat !!!

Dziękuję za uwagę,

Jan Pluta

The Big Bang Is Back

A high-powered physics experiment promises to turn back the clock to a microsecond after the birth of the universe

By Adam Rogers

THIS IS PROBABLY NOT THE WAY the world ends: sometime this fall, researchers at Brookhaven National Laboratory will tap a few commands into a computer terminal, bringing their new particle accelerator—the Relativistic Heavy Ion Collider, or RHIC—up to full power. Atoms of gold—heavy enough to cause some real quantum fireworks—will course around two nearly circular, 2.4-mile "racetracks" in opposite directions at 99.9 percent of the speed of light. The nuclei will smash into each other, exploding at a temperature 10,000 times hotter than at the center of the sun. For a hundred trillionths of a trillionth of a second, conditions will mirror the universe immediately after the big bang. From that brief genesis, though, a new universe will not be born. It won't grow, and it won't destroy the pre-existing universe, one we know and love. No Apocalypse, no Big Goodbye.

So don't panic. Brookhaven physicists really are shaking down RHIC. And while they checked to make sure they weren't going to bring about the End Time in the process, they are going to be playing with some seriously primal forces. The $365 million collider will accelerate heavier ions—charged atomic particles—at higher energies than anywhere else in the world. If all goes well, RHIC will indeed simulate the universe right after the big bang and create a state of matter unseen on Earth, testing basic theories about what the universe is made of and how it got that way. "It's like a tiny peephole into the whole way cosmology works," says Miklos Gyulassy, a physicist at Columbia University. "We're trying to re-create the birth of the universe in a laboratory."

Under construction since 1991, RHIC is the largest accelerator at Brookhaven, on New York's Long Island. Other accelerators, like those at CERN in Switzerland or Fermilab in Illinois, generally shoot particles called protons. RHIC heaves complete nuclei, anything from a hydrogen nucleus—one proton—to a gold nucleus, a massive

NEWSWEEK AUGUST 16, 1999

Wielki Wybuch - powraca

Potężny eksperyment fizyczny obiecuje cofnąć wskazówki zegara do mikrosekund po narodzinach Wszechświata

...W czasie paruset trylionowych trylionowych części sekundy zostaną odzwierciedlone warunki pierwszych chwil po wielkim wybuchu, ale nowy wszechświat nie narodzi sie.... Nie będzie rósł i nie zniszczy istniejącego - tego, który znamy i kochamy. Nie będzie Apokalipsy nie będzie Wielkiego „Goodbye".

Newsweek, 16.08.1999