



ATLAS
EXPERIMENT

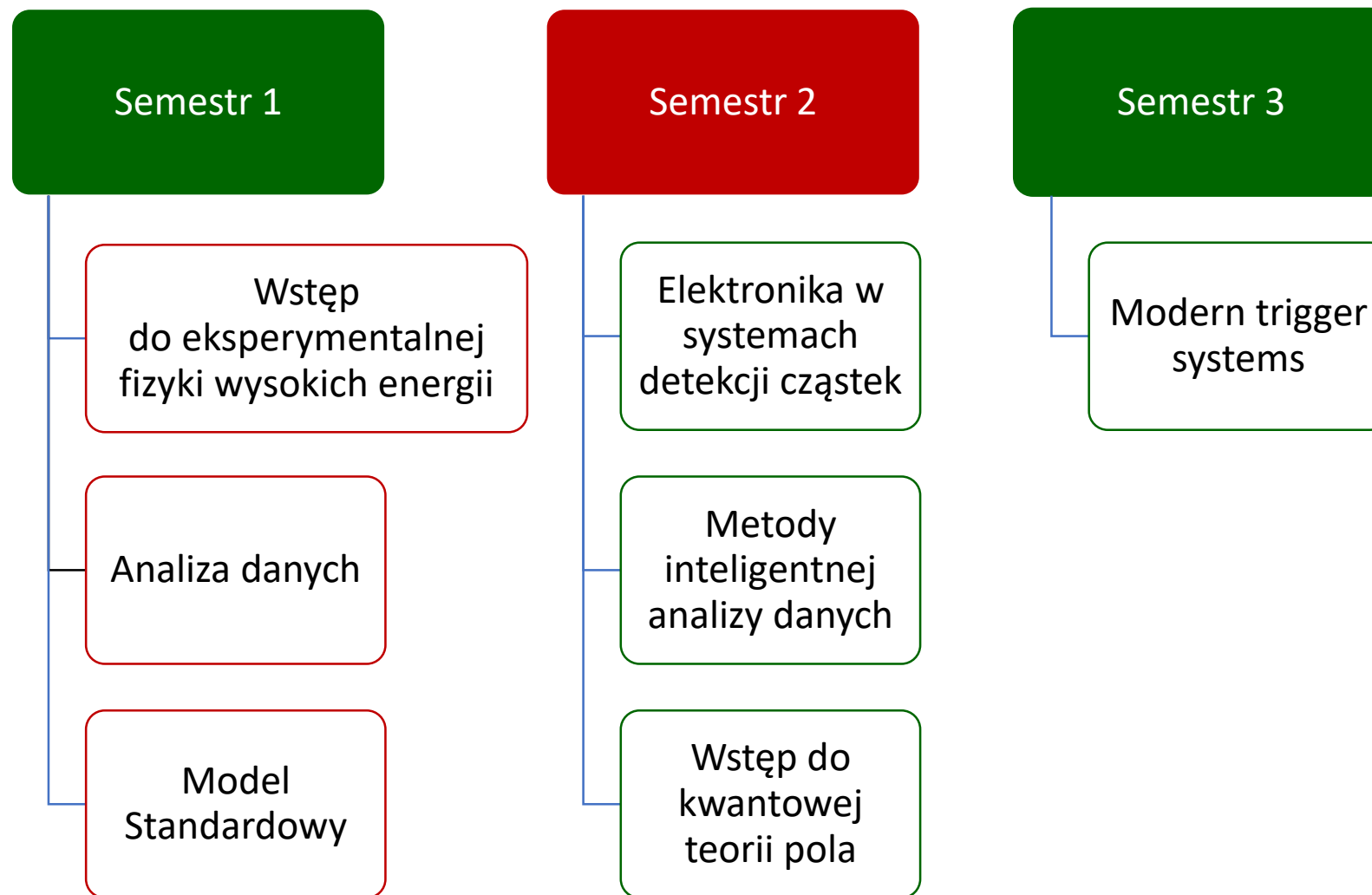


TOMASZ SZUMLAK

KATEDRA ODDZIAŁYWAŃ I DETEKCJI CZĄSTEK

23/01/2025, KRAKÓW

Oddziaływania i detekcja cząstek

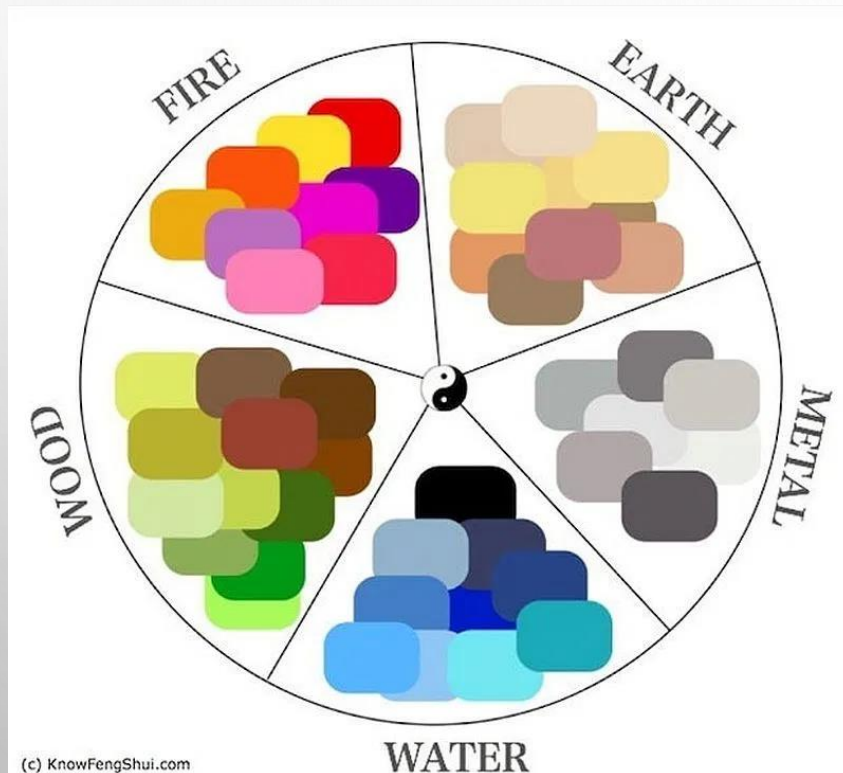


ODDZIAŁYWANIA I DETEKCJA

- ☐ Fundamentalne własności Wszechświata badamy w makro skali lub mikroskali
- ☐ Astrofizyka
- ☐ Fizyka Cząstek – Fizyka Wysokich Energii
- ☐ Zaskakująco bliski związek – stosunek masy helu do masy wodoru uzależniony od liczby leptonów w Modelu Standardowym

ODDZIAŁYWANIA I DETEKCJA

❑ Fundamentalne własności Wszechświata badamy w

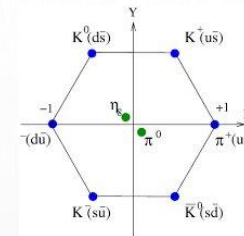


Model Standardowy v0.1

ali
ka W
qzek
ony oc

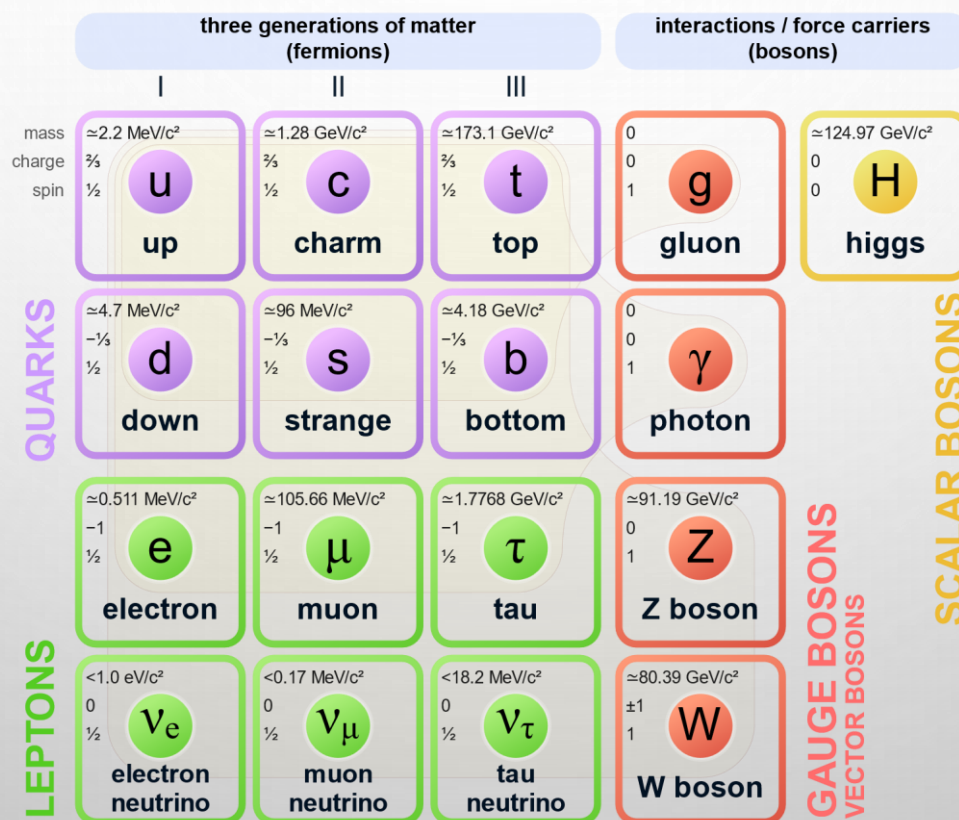
UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW

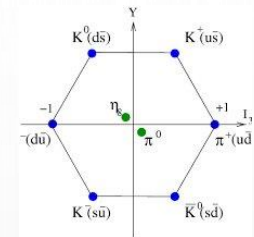
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 1.008 H Wodór Hydrogenium	2 4.003 He Helium	3 6.939 Li Lithium	4 9.012 Be Beryllium	5 10.81 B Bor	6 12.011 C Węgiel Carbonium	7 14.007 N Azot Nitrogenium	8 15.999 O Tlen Oxygenium	9 18.998 F Fluor Fluorium	10 20.18 Ne Neon	11 22.99 Na Sód Natrium	12 24.305 Mg Magnez Magnesium	13 26.982 Al Glin Aluminium	14 28.086 Si Krzem Silicium	15 30.974 P Fosfor Phosphorus	16 32.06 S Siarka Sulphur	17 35.45 Cl Chlor Chlorum	18 39.95 Ar Argon
19 39.098 K Potas Kalium	20 40.078 Ca Wapń Calcium	21 44.956 Sc Skand Scandium	22 47.867 Ti Tytan Titanium	23 50.942 V Wanad Vanadium	24 51.996 Cr Chrom Chromium	25 54.938 Mn Mangan Manganese	26 55.845 Fe Żelazo Ferrum	27 58.933 Co Kobalt Cobaltum	28 58.693 Ni Nikiel Niccolum	29 63.546 Cu Miedź Cuprum	30 65.38 Zn Cynk Zincum	31 69.723 Ga Gallum	32 72.630 Ge German Germanium	33 74.922 As Arsen Arsenicum	34 78.971 Se Selen Selenium	35 79.904 Br Brom Bromum	36 83.798 Kr Krypton
37 85.468 Rb Rubid Rubidium	38 87.62 Sr Stront Strontium	39 88.906 Y Yttrium	40 91.224 Zr Cyrkon Zirconium	41 92.906 Nb Niob Niobium	42 95.95 Mo Molibden Molybdenum	43 97.91 Tc Technet Technetium	44 101.07 Ru Ruten Ruthenium	45 102.91 Rh Ród Rhodium	46 106.42 Pd Pallad Palladium	47 107.87 Ag Srebro Argentum	48 112.41 Cd Kadm Cadmium	49 114.82 In Ind Indium	50 118.71 Sn Cyna Stannum	51 121.76 Sb Antymon Antimonium	52 127.60 Te Tellur Tellurium	53 126.90 I Jod Iodum	54 131.29 Xe Ksenon
55 132.91 Cs Cez Caesium	56 137.33 Ba Baryt Barium	57-71 Lantanowce	72 173.05 Hf Hafn Hafnium	73 178.49 Ta Tantal Tantalum	74 180.95 W Wolfram Wolfranium	75 186.21 Re Ren Rhenium	76 186.21 Os Osm Osmium	77 192.22 Ir Irid Iridium	78 195.08 Pt Platyna Pl								



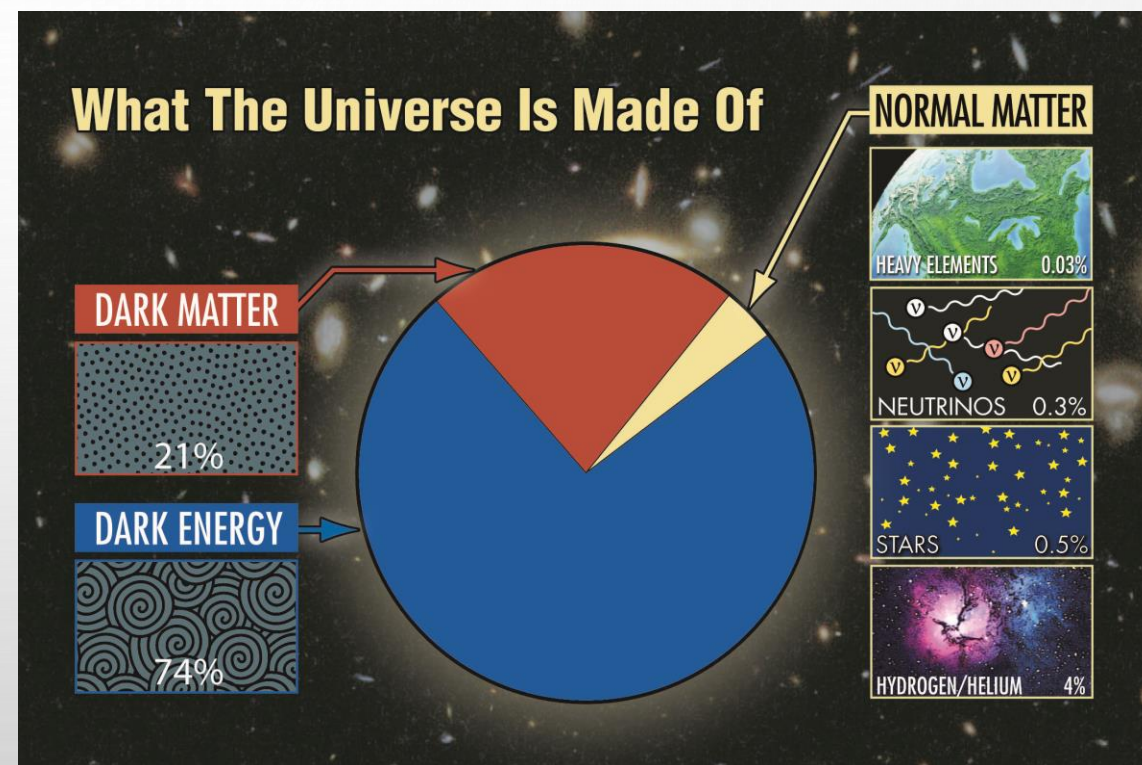
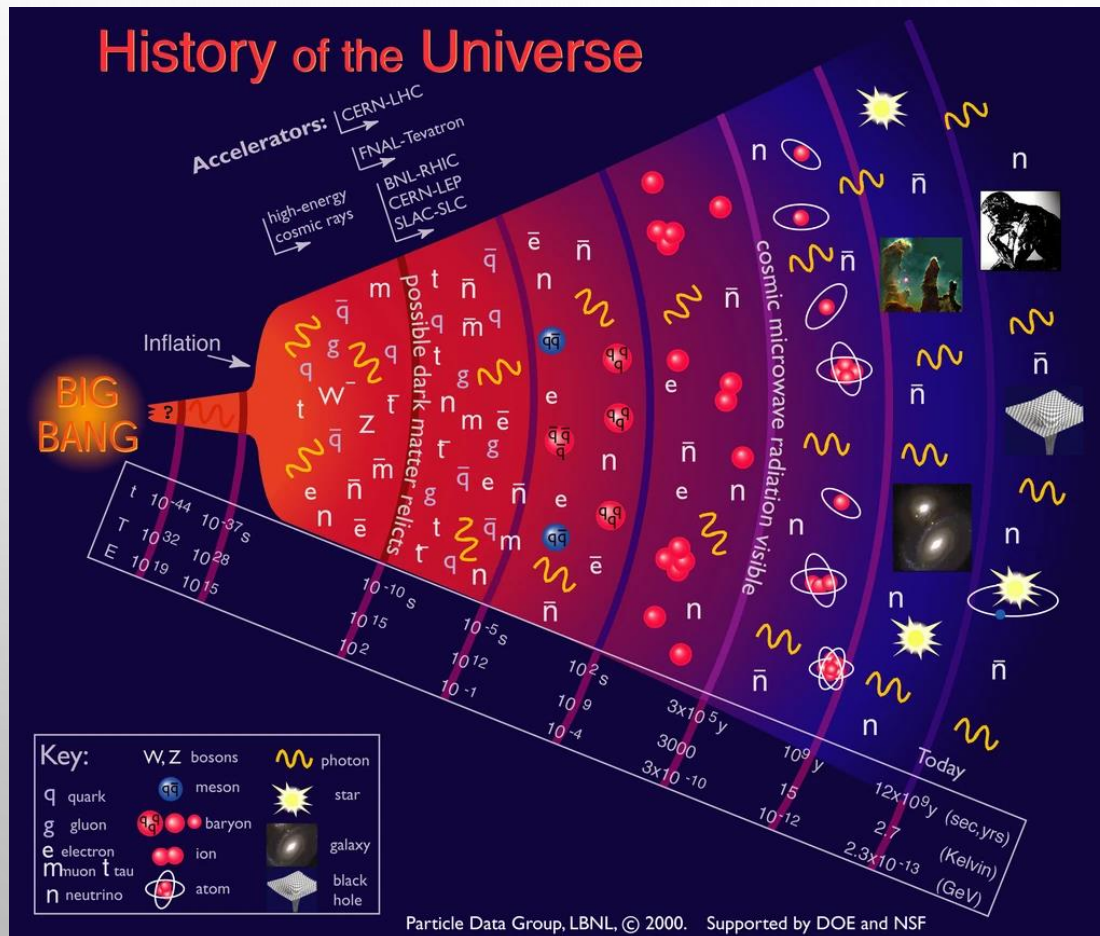
MODEL STANDARDOWY V2.0

Standard Model of Elementary Particles

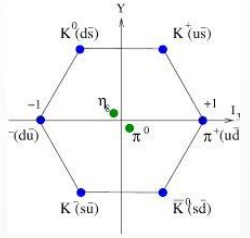




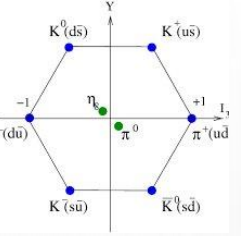
TAJEMNICA WSZECHŚWIATA...



MODEL STANDARDOWY V3.0



?

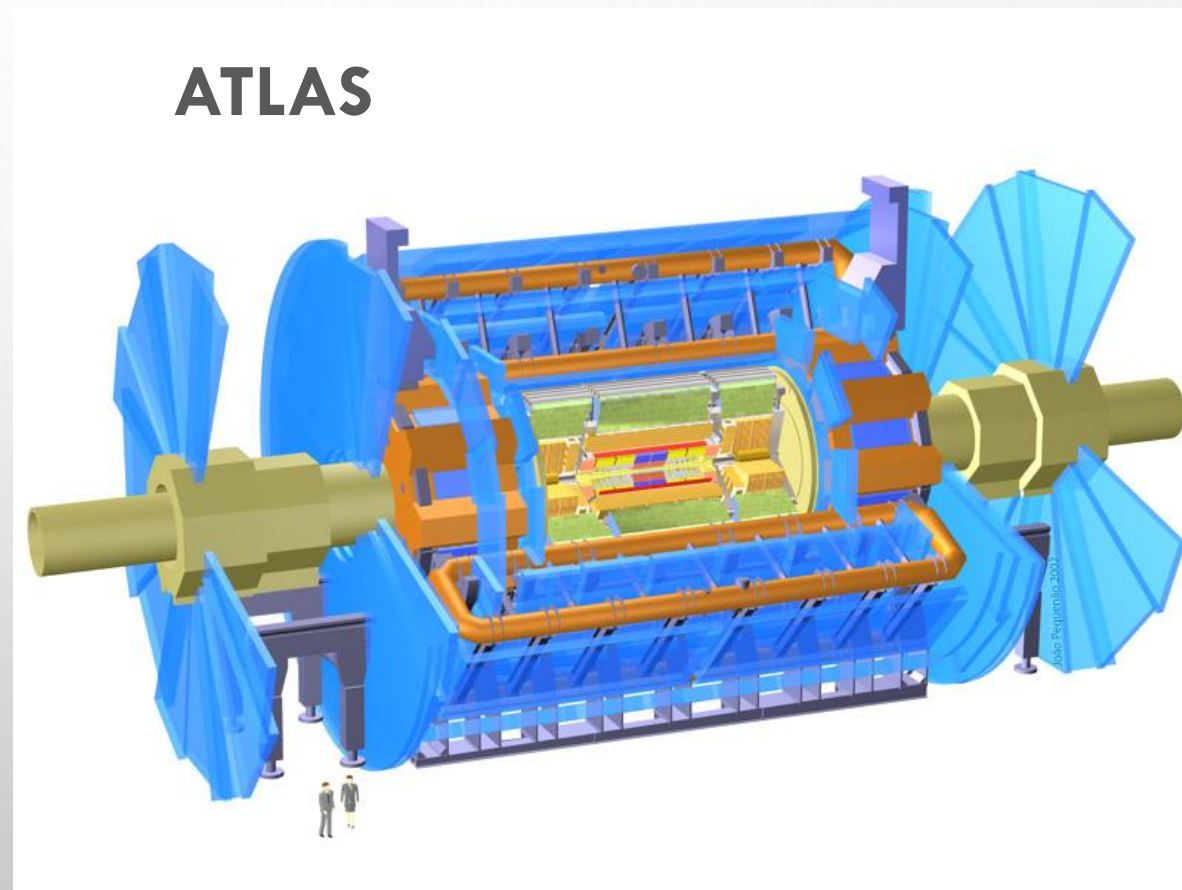
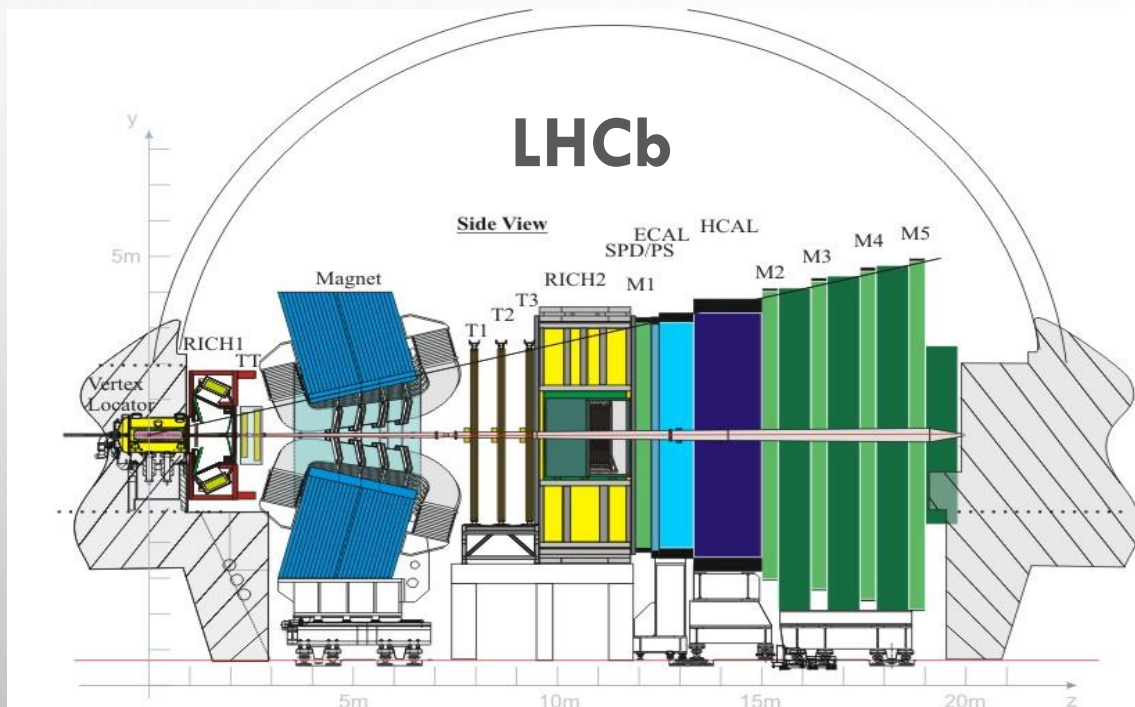
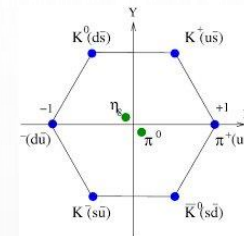


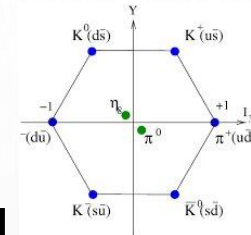
MODEL STANDARDOWY V3.0

WE NEED YOU!

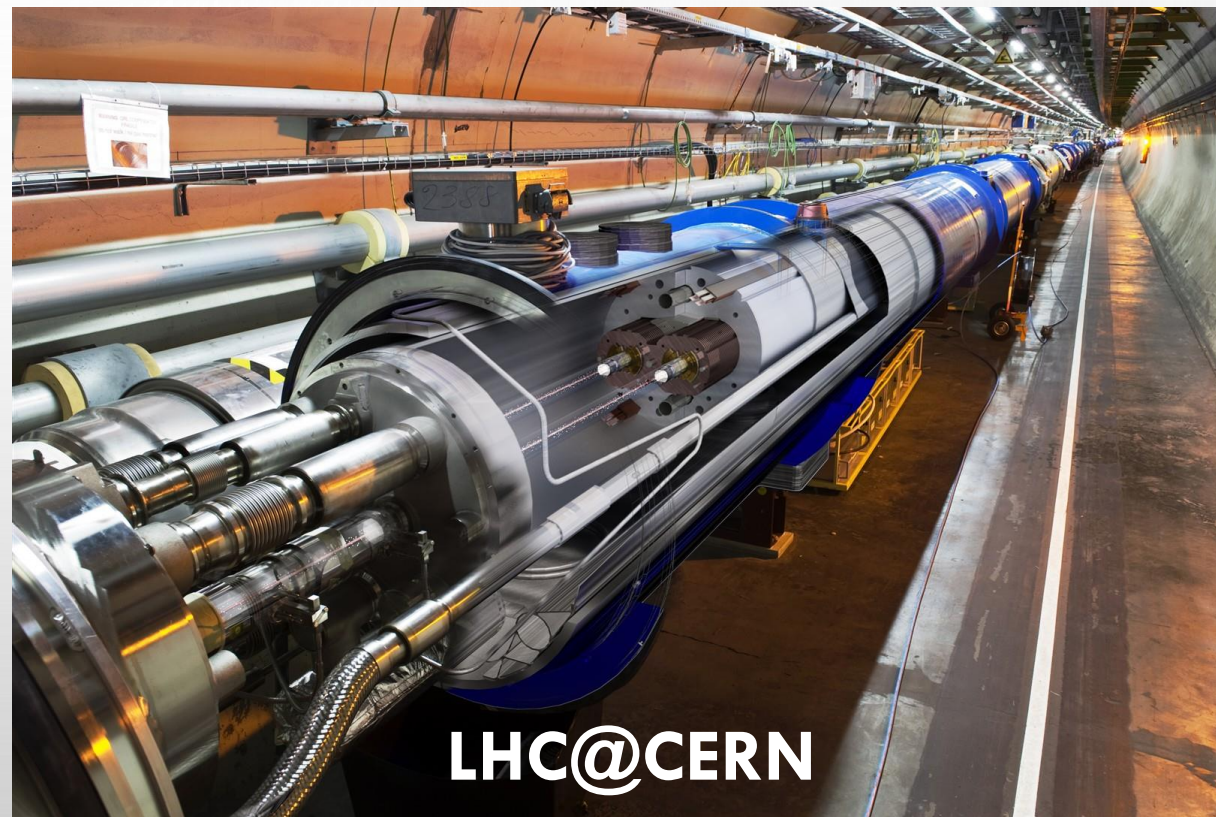


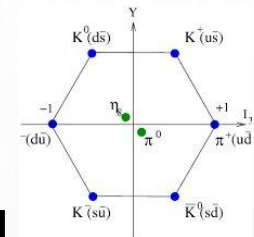
DO NASZYCH BADAŃ POTRZEBUJEMY WIELKICH DETEKTORÓW!



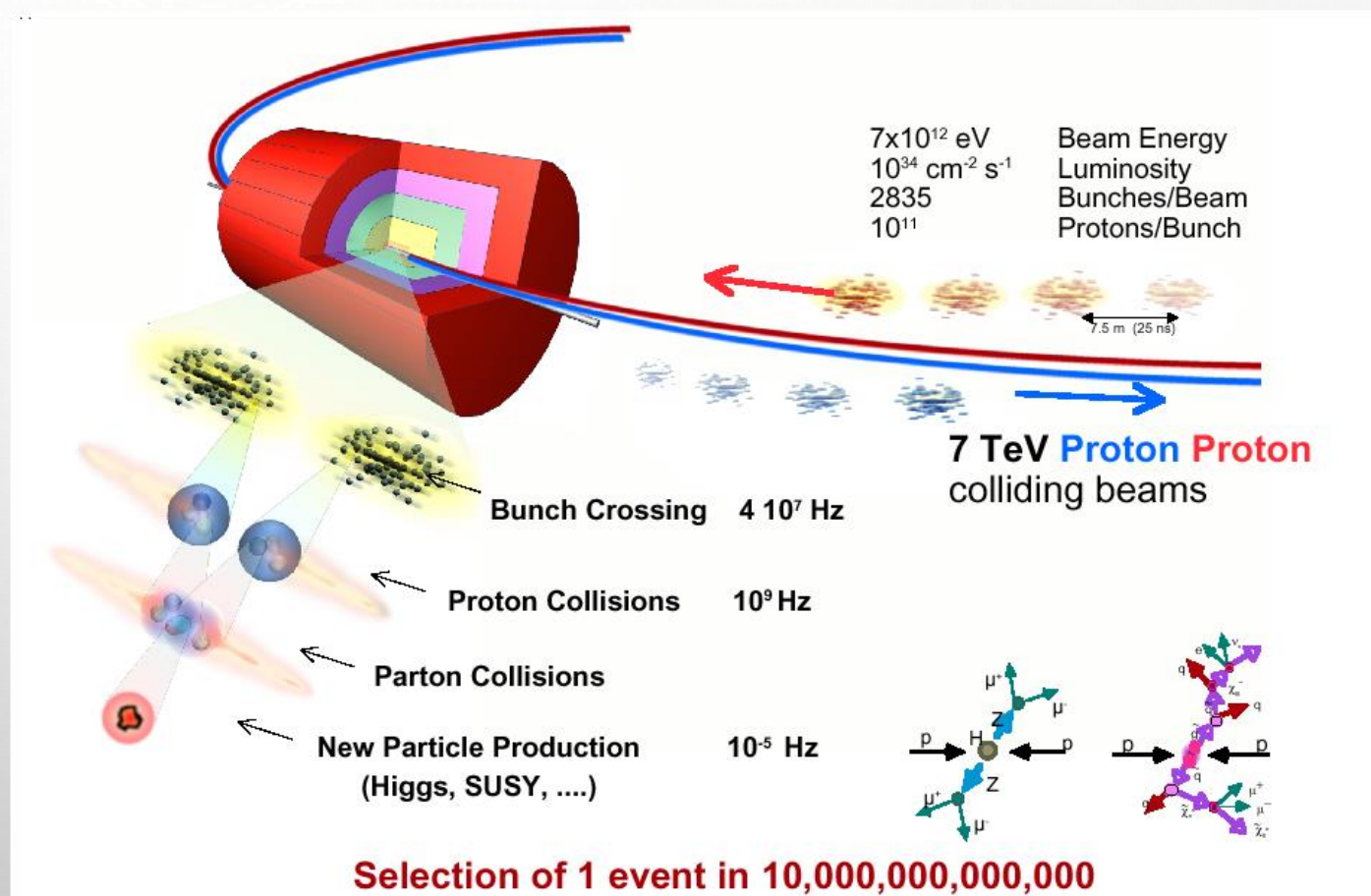
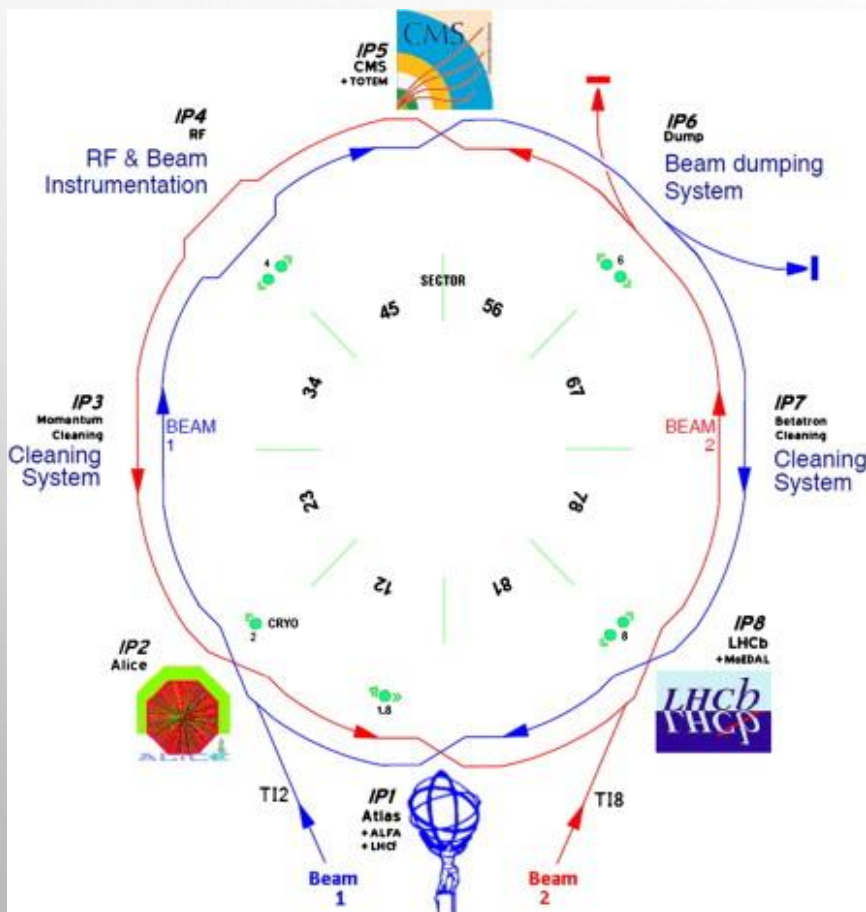


TE WSPANIAŁE URZĄDZENIA ZNAJDUJĄ SIĘ W CERN

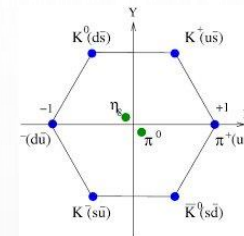




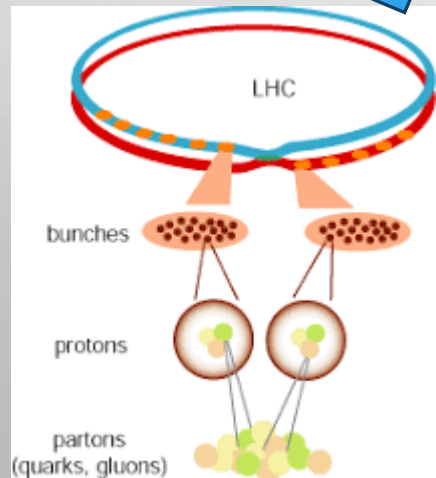
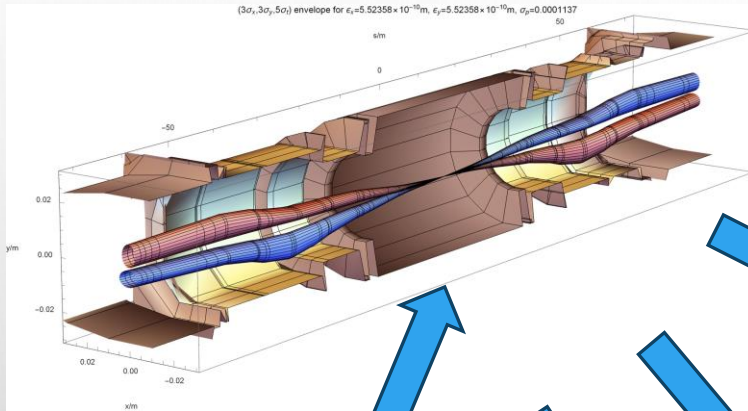
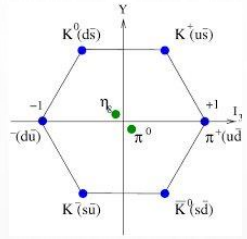
TE WSPANIAŁE URZĄDZENIA ZNAJDUJĄ SIĘ W CERN



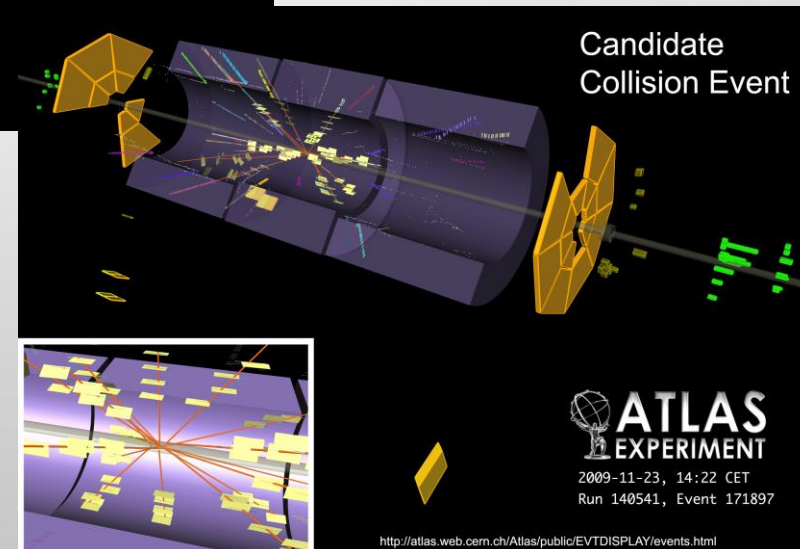
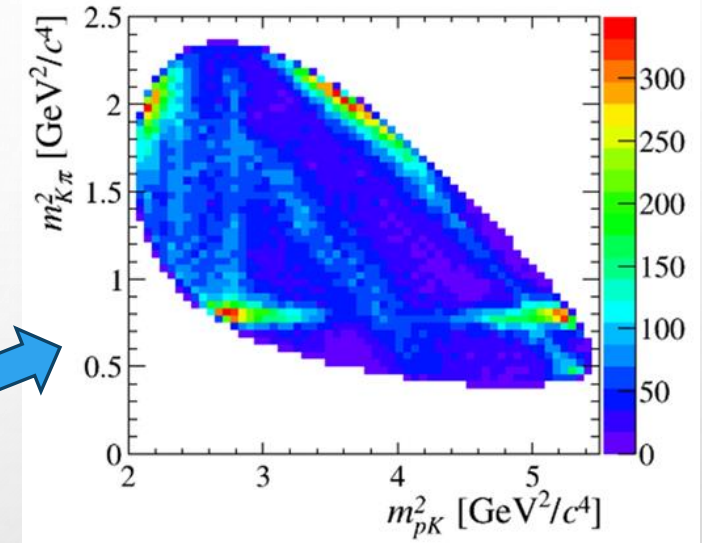
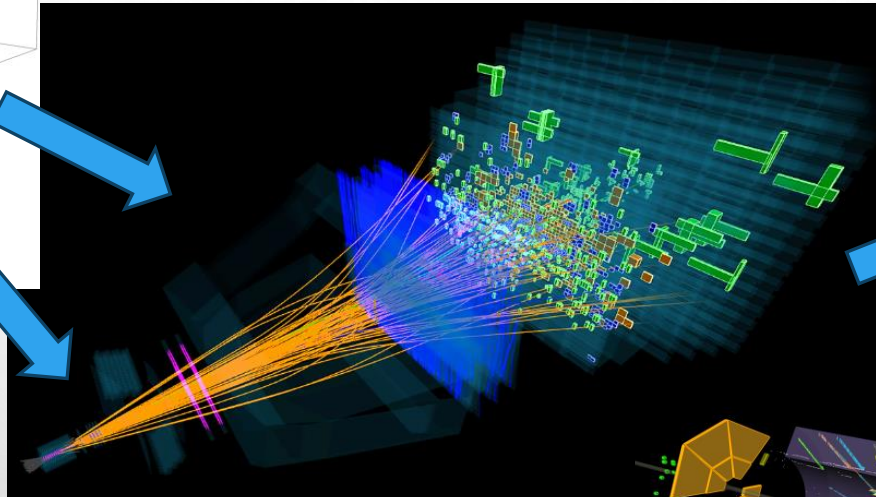
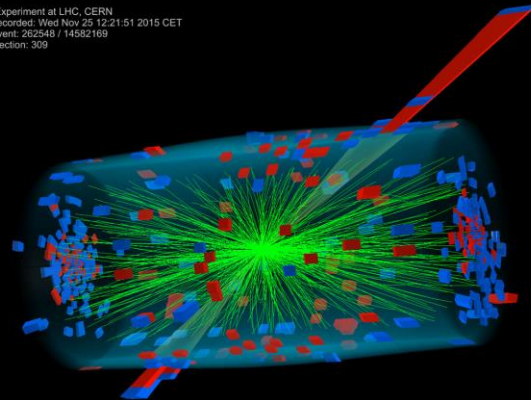
KATEDRA ODDZIAŁYWAŃ I DETEKCJI CZĄSTEK



NASZYM CELEM JEST...

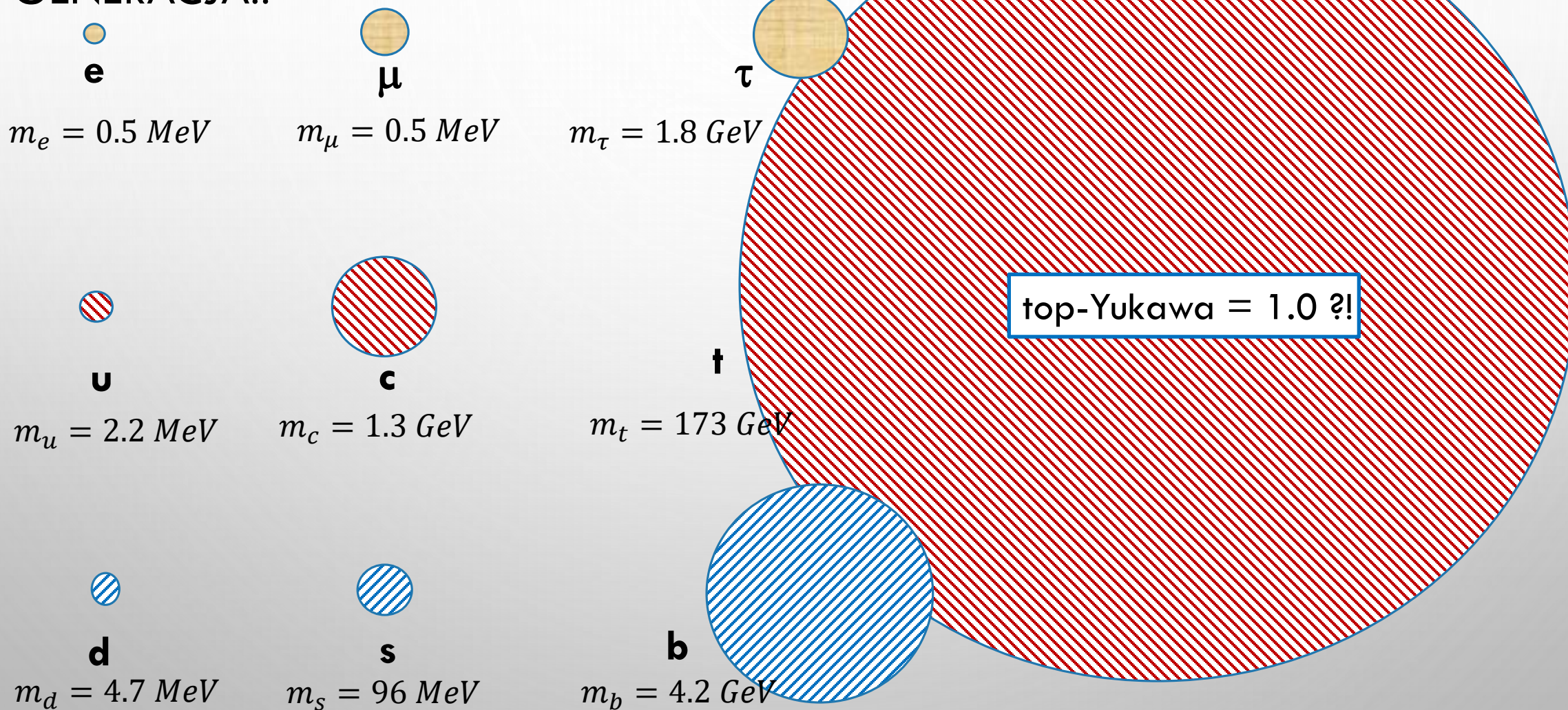


CMS
CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Wed Nov 25 12:21:51 2015 CET
Run/Event: 262549 / 14932169
Lumi section: 309



<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>

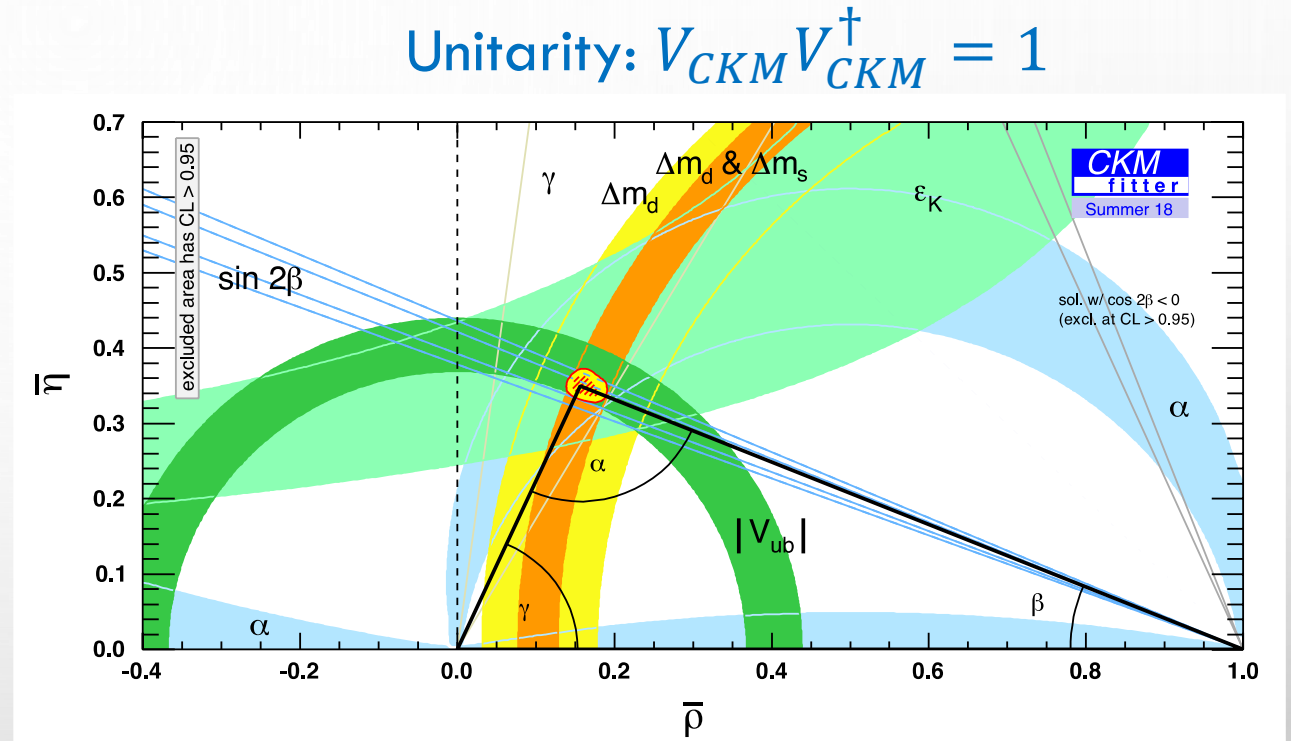
- ODDZIAŁYWANIA SŁABE NIE ROZRÓŻNIAJĄ ZAPACHU
- MECHANIZM HIGGS'A PRAKTYCZNIE TYLKO 3 GENERACJA!!



$$V_{CKM}: \begin{array}{c} d \quad s \quad b \\ \begin{array}{c} u \\ c \\ t \end{array} \begin{pmatrix} \boxed{V_{ud}} & \boxed{V_{us}} & \boxed{V_{ub}} \\ \boxed{V_{cd}} & \boxed{V_{cs}} & \boxed{V_{cb}} \\ \boxed{V_{td}} & \boxed{V_{ts}} & \boxed{V_{tb}} \end{pmatrix} \end{array}$$

- Parametryzacja Wolfenstein'a: $V_{CKM} =$

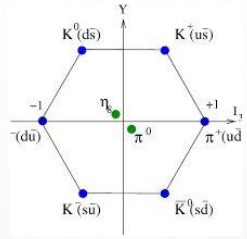
$$\begin{pmatrix} |V_{ud}| & |V_{us}| & |V_{ub}|e^{-i\gamma} \\ -|V_{cd}| & |V_{cs}| & |V_{cb}| \\ |V_{td}|e^{-i\beta} & -|V_{ts}|e^{i\beta_s} & |V_{tb}| \end{pmatrix}$$



CP violation:

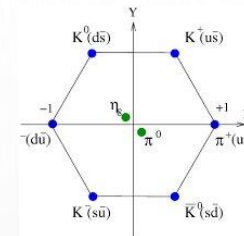
→ Surface $\neq 0$

→ Non-zero CP-phases.



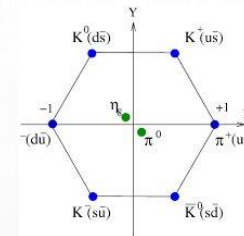
FIZYKA WYSOKICH ENERGII

- ☐ Fizyka akceleratorów (maszyny)
- ☐ Fizyka detektorów i elektronika odczytu
- ☐ Systemy wyzwalań i selekcji on-line (h/w oraz s/w)
- ☐ Rekonstrukcja wielkości fizycznych
- ☐ Analiza fizyczna – publikacje



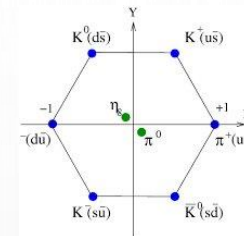
FIZYKA WYSOKICH ENERGII – KOIDC

- ❑ Badania własności magnesów używanych w LHC
- ❑ Opracowanie nowych systemów detekcji
 - ❑ Projektowanie elektroniki front-end
 - ❑ Konstrukcja detektorów
 - ❑ Badanie nowych typów detektorów (krzemowe, gazowe, scyntylacyjne)
 - ❑ Projekty typu spin-off: badanie dzieł sztuki, rozwój technologii medycznych



FIZYKA WYSOKICH ENERGII – KOIDC

- ❑ Systemy czasu rzeczywistego do szybkiej selekcji przypadków
 - ❑ Rekonstrukcja lokalna (oddziaływanie promieniowania z materią)
 - ❑ Rekonstrukcja śladów cząstek (metody statystyczne, sztuczna inteligencja i akceleracja obliczeń)
 - ❑ Selekcje przypadków



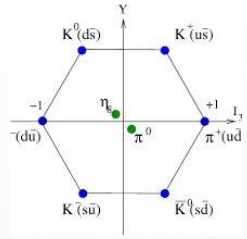
FIZYKA WYSOKICH ENERGII – KOIDC

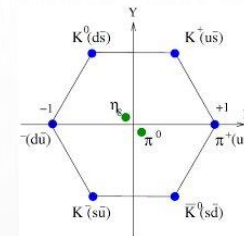
- ☐ Analizy fizyczne (lista nie jest kompletna!)
 - ☐ Oddziaływanie foton-foton
 - ☐ Fizyka ciężkich jonów
 - ☐ Fizyka procesów ekskluzywnych
 - ☐ Fundamentalne symetrie natury w rozpadach powabnych
 - ☐ Poszukiwania Nowej Fizyki (lepton tau oraz procesy ultra rzadkie)
- ☐ Nowe metody analizy danych oparte o AI

OFERTA KOIDC

- ❑ Prace badawczo-rozwojowe w międzynarodowych zespołach dotyczące nowych technologii, nowych metod analizy danych oraz rozwoju sztucznej inteligencji
- ❑ Wykłady i projekty związane z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie fizyki wysokich energii
- ❑ Przyjazny zespół doświadczonych dydaktyków i znakomitych naukowców

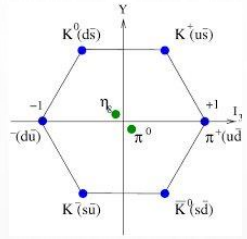
DZIĘKUJĘ!





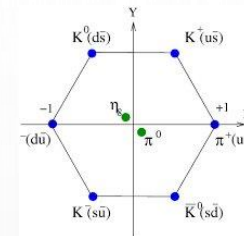
NASZYM CELEM JEST...

- ❑ BLISKIE ZWIĄZKI FIZYKI CZĄSTEK ELEMENTARNYCH Z KOSMOLOGIĄ
- ❑ HISTORIA WSZECHŚWIATA $kT = N_{q,i}(nq, nl) \frac{1 \cdot MeV}{\sqrt{t}}$, T JEST CZASEM EKSPANSJI A FUNKCJA $N_{q,i}$ ZALEŻY OD LICZBY KWARKÓW I LEPTONÓW
 - ❑ DLA $kT \approx 10^6 [MeV] \rightarrow t \approx 10^{-12} [s]$, WARUNKI PANUJĄCE W LHC PODCZAS ZDERZEŃ PROTONÓW PODOBNE DO TYCH JAKIE PANOWAŁY TUŻ PO WIELKIM WYBUCHU
- ❑ STOSUNEK MASY HELU DO MASY WODORU OBSERWOWANY WE WSZECHŚWIECIE ZALEŻY OD LICZBY LEPTONÓW W MS
- ❑ **TO JEST NIEZWYKŁE!**



DŁUGA DROGA PRZED NAMI...

- ❑ POWTARZALNOŚĆ STRUKTURY M_S , DLACZEGO MASA ISTNIEJE I DLACZEGO TAKIE RÓŻNE WARTOŚCI?
- ❑ M_S POTRZEBUJE AŻ 19 WOLNYCH PARAMETRÓW – TO JEST DUŻO!
- ❑ PROBLEM HIERARCHII ODDZIAŁYWAŃ – SKALA ODDZIAŁYWAŃ SŁABYCH ZNACZNIE PONIŻEJ SKALI PLANCKA
- ❑ ŹRÓDŁO DUŻEGO ŁAMANIA SYMETRII POMIĘDZY MATERIAŁ I ANTY-MATERIAŁ JEST NIEZNANE!
- ❑ NATURA CIEMNEJ MATERII DOMINUJĄCEJ MASY GALAKTYK (PRĘDKOŚĆ OBROTOWA)?
- ❑ NATURA CIEMNEJ ENERGII POWODUJĄCEJ PRZYSPIESZANIE EKSPANSJI WSZECHŚWIATA?
- ❑ GRAWITACJA...?



SYMETRIE I PRAWA ZACHOWANIA

- ❑ JEDNA Z BARDZO CIEKAWYCH WŁASNOŚCI UKŁADÓW FIZYCZNYCH, KTÓRE PODLEGAJĄ EWOLUCJI W FUNKCJI CZASU: NIEKTÓRE WŁASNOŚCI TYCH UKŁADÓW **ZOSTAJĄ ZACHOWANE**
- ❑ UNIWERSALNOŚĆ TAKIEGO ZACHOWANIA SPRAWIA, ŻE TRAKTUJEMY JE JAKO PRAWA FIZYKI
- ❑ CO CIEKAWE – NIEKTÓRE Z TYCH ZASAD ZACHOWANIA SĄ DOKŁADNE, INNE TYLKO PRZYBLIŻONE
- ❑ CO WIĘCEJ, ZASADY ZACHOWANIA SĄ ZWIĄZANE Z ISTNIENIEM OPERACJI SYMETRII, WZGLĘDEM KTÓRYCH UKŁAD FIZYCZNY POZOSTAJE NIEZMIENNICZY
- ❑ NP. SYMETRIE ZWIĄZANE Z OPERACJAMI CZASO-PRZESTRZENNYMI (OBROTY, TRANSLACJE) PROWADZĄ DO ZACHOWANIA PĘDU, ENERGII, MOMENTU PĘDU