

Fundamentalne składniki materii i oddziaływania

Piotr Urban

Instytut Fizyki Jądrowej PAN
w Krakowie

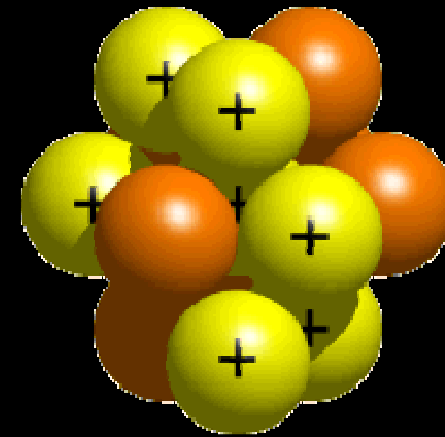
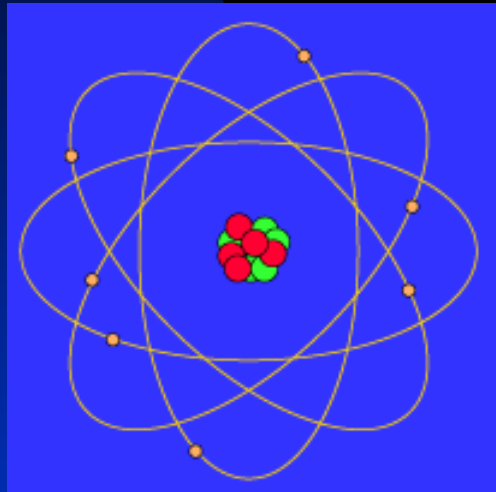
Budowa Wszechświata

- Matematyczne zasady opisujące prawa rządzące Wszechświatem
- Rozmiary badanych obiektów: od femtometrów
(1 fm = 0,000 000 000 000 001 m)
do miliardów lat świetlnych
(1 rok świetlny = 9 460 528 404 879 km)

ODLEGŁOŚCI KOSMICZNE

- Układ Słoneczny
- Galaktyka (Droga Mleczna)
- Inne galaktyki
i gromady galaktyk

Odległości atomowe i jądrowe



Elementarne składniki

- Czy materia złożona jest z małej liczby elementarnych składników ?



Poglądy starożytnych



- Demokryt: hipoteza o atomach
- Brak doświadczalnych podstaw, poglądy czysto teoretyczne

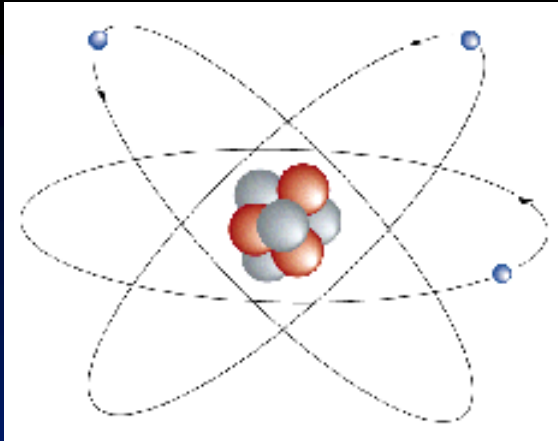
Empedokles: 4 elementy (ziemia, woda, powietrze, ogień)



Atom

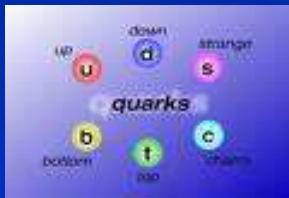
- Materia składa się z atomów
- Układ Okresowy Pierwiastków (Mendelejew, 1869)
- Przełomowe dla nauki odkrycie

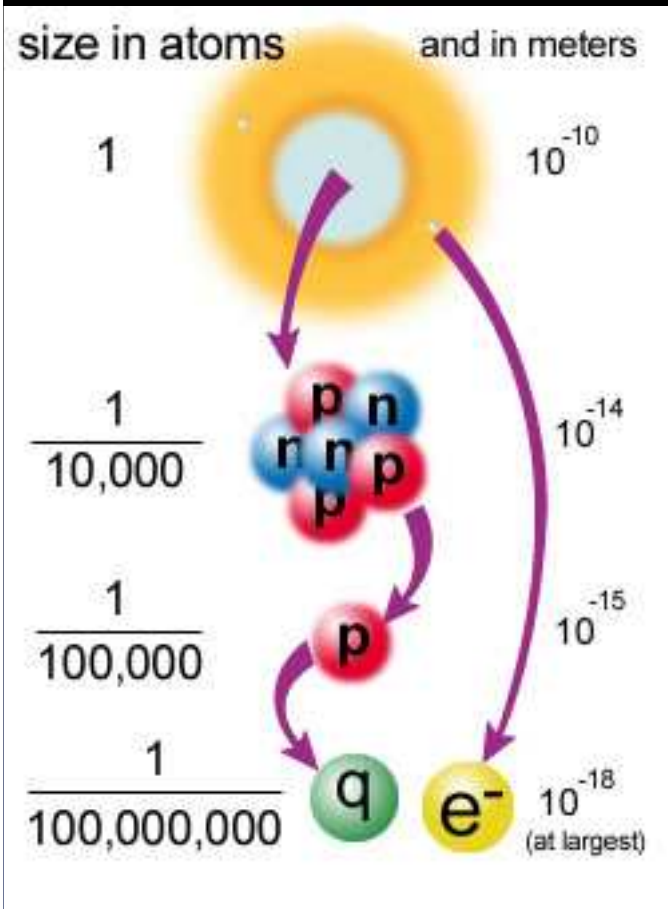
IA												VIIA		VIIIA					
1												17		18					
1	H 1											III A	IV A	V A	VIA	H 1	He 2		
		IIA												13	14	15	16		
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10	
3	Na 11	Mg 12	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	IIB	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	



Atom jest podzielny !

- Atom składa się z jądra i elektronów (1911)
- Jądro z kolei składa się z protonów i neutronów(1932)
- Protony i neutrony składają się z kwarków i gluonów (1968)



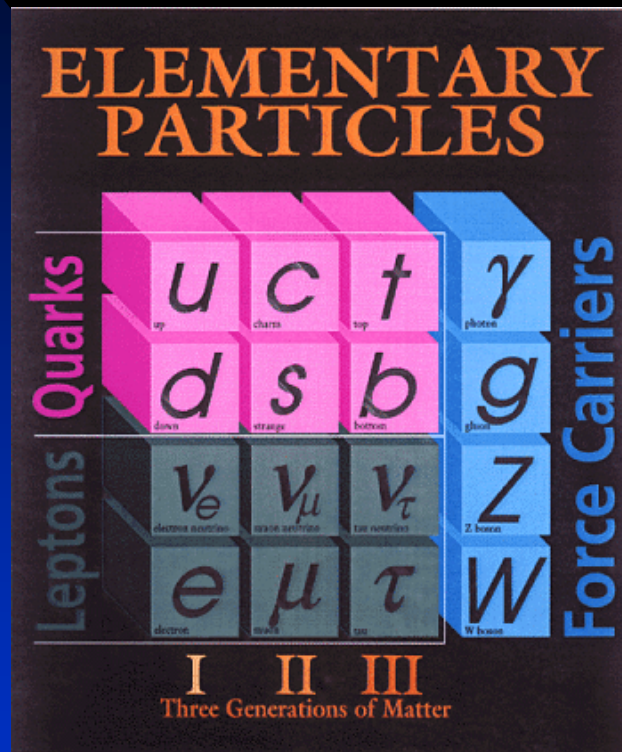


Dokąd można dzielić?

Kryterium elementarności:
punktowość !



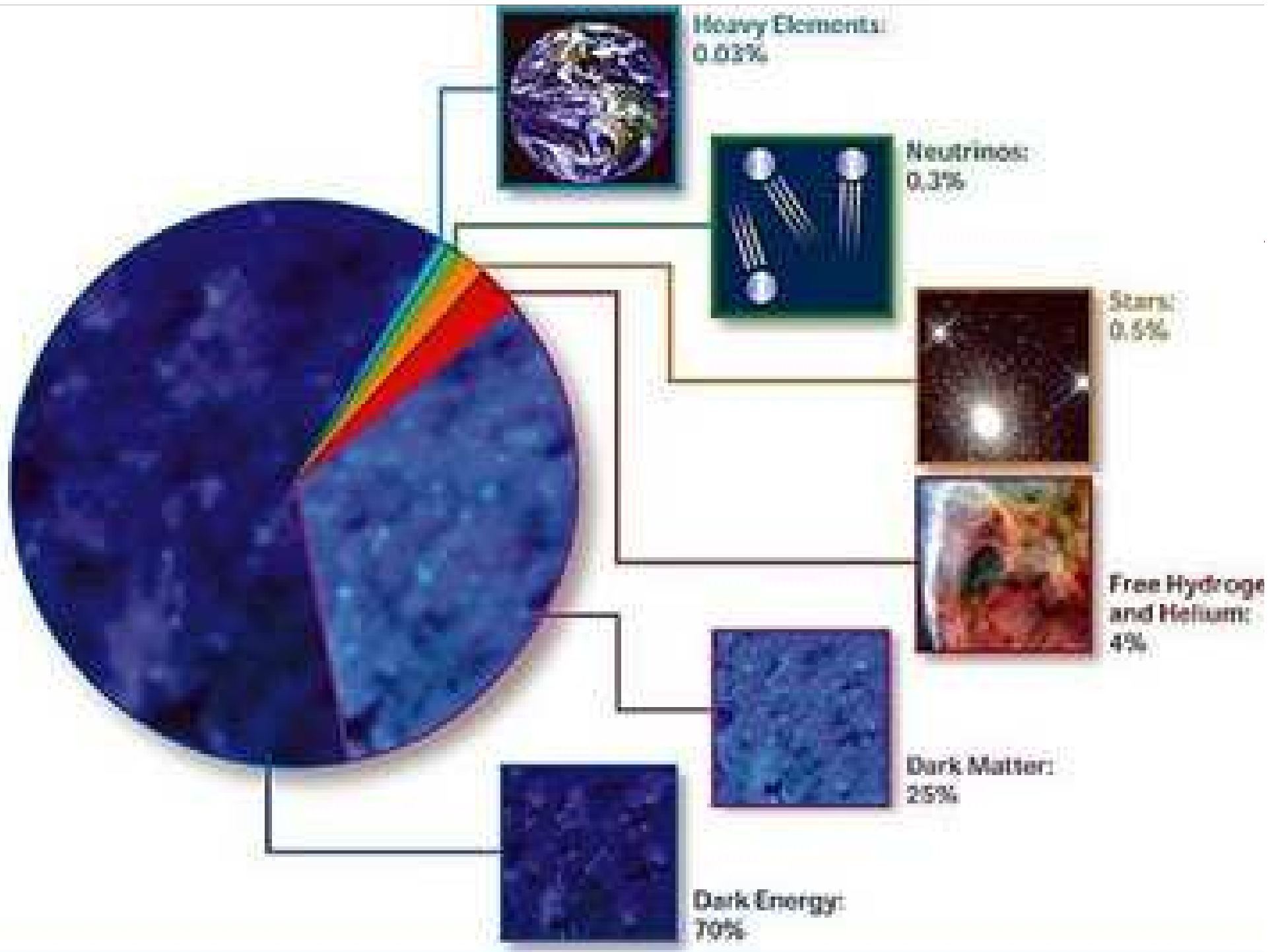
Cząstki elementarne:



- Model Standardowy:
- Cząstki materii
- Cząstki oddziaływania
- 4 oddziaływania (elektromagnetyczne, silne, słabe, grawitacyjne)
- ??? Bozon Higgsa (nie odkryty)
- ??? grawiton

Składniki materii:

- 4% zwykła materia (gwiazdy, planety, stół, krzesło)
- 22% „ciemna materia”
- 74% „ciemna energia”



Teoria cząstek

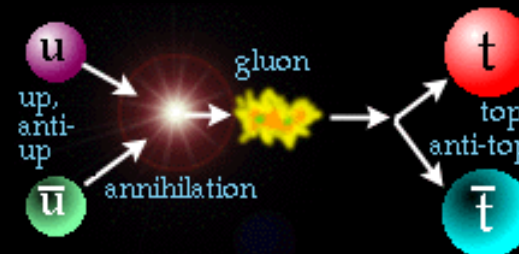
- Redukuje materię i oddziaływania do cząstek
- Oparta na mechanice kwantowej i szczególnej teorii względności
- Przewiduje istnienie antycząstek (teoria 1928, odkrycie pozytonu w 1932)

Sukcesy teorii cząstek

- Sztandarowy sukces:
namagnesowanie (anomalny
moment magnetyczny) elektronu
- Dzisiaj 10 miejsc po przecinku!
 $(g-2)/2=0.001159652175(1)$ [teoria]
 $=0.001159652188(4)$ [dośw.]

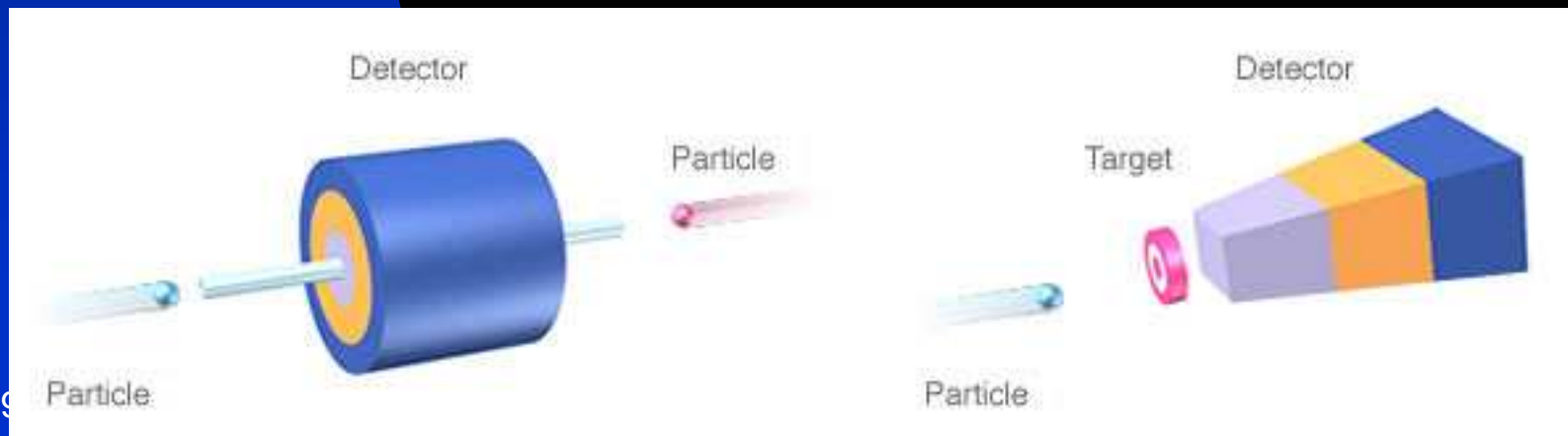
Dzień dzisiejszy

- Model Standardowy opisuje wszystkie znane oddziaływania cząstek
- Badania cząstek: zderzanie i badanie produktów reakcji



Eksperyment

- Akceleratorzy (zderzacze) cząstek
- Podstawowa reakcja:
cząstka+antycząstka \rightarrow X,Y,Z...
- Wybór cząstek: elektrony, protony,
jony

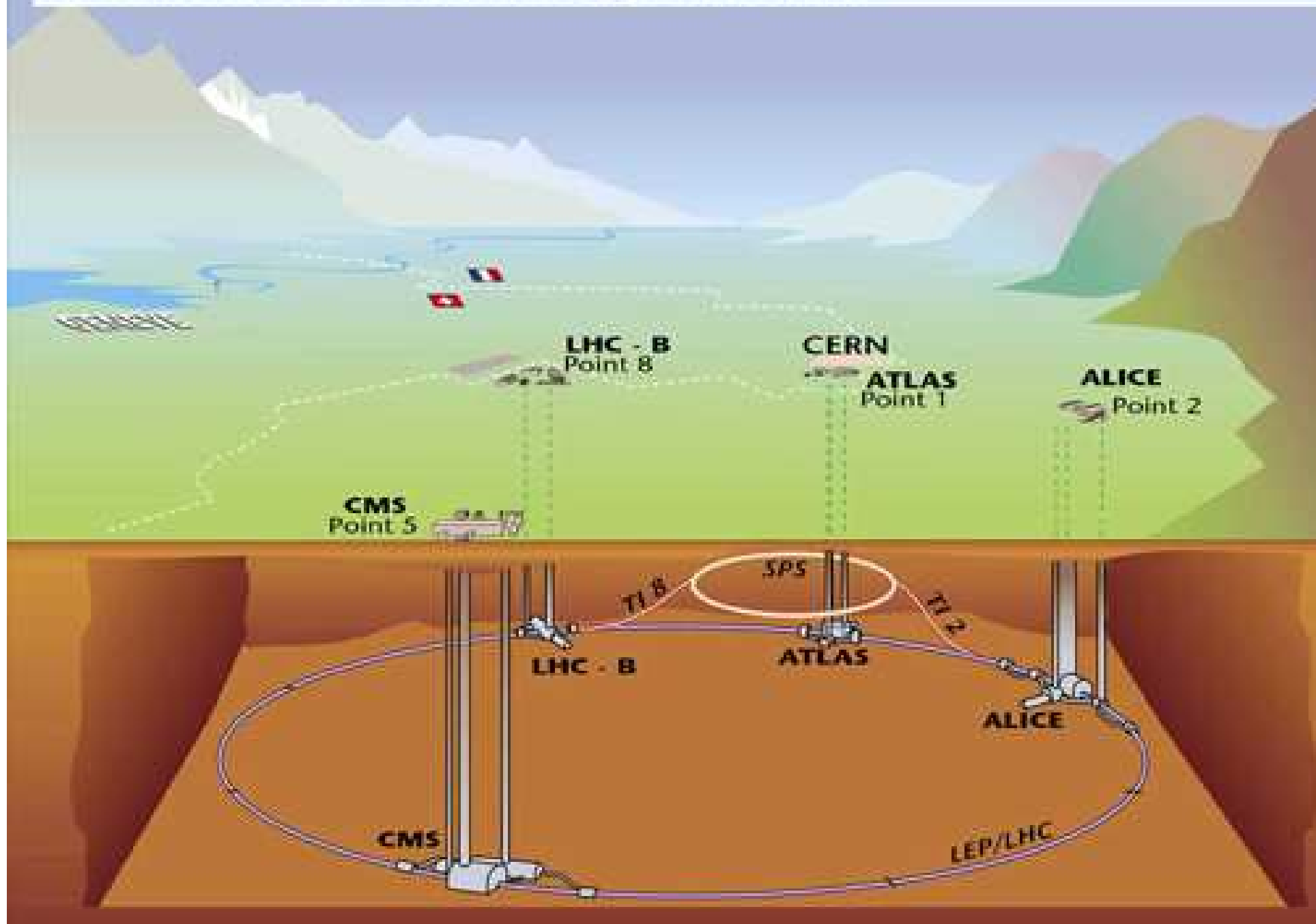


Najnowszy projekt: LHC



- ‘Large Hadron Collider’
(Duży zderzacz hadronowy)
- 27 km obwodu
- Zderzenia proton+antyproton
- Umiejscowiony w CERN w Genewie
- Cel: Znalezienie bozonu Higgsa !
Odkrycie supersymetrii ?

Overall view of the LHC experiments.



LHC: udział IFJ PAN

- Grupy ATLAS, ALICE, LHC-b



Nierozwiązane problemy



- Czy grawitacja też odbywa się za pośrednictwem cząstek?
- Dlaczego są akurat 3 rodziny cząstek?
- Dlaczego cząstek jest więcej niż antycząstek?
- Czym jest niewidzialna ('ciemna') materia w kosmosie?
- Czy istnieją dodatkowe wymiary oprócz trzech, w których żyjemy i czasu?

Zapraszamy!

Oddział Fizyki Teoretycznej
na prawo od wyjścia z auli,
P.Urban – pok. 0313