

Štruktúra sveta z hľadiska súčasnejasticovej fyziky

Stanislav Tokár

Univerzita Komenského

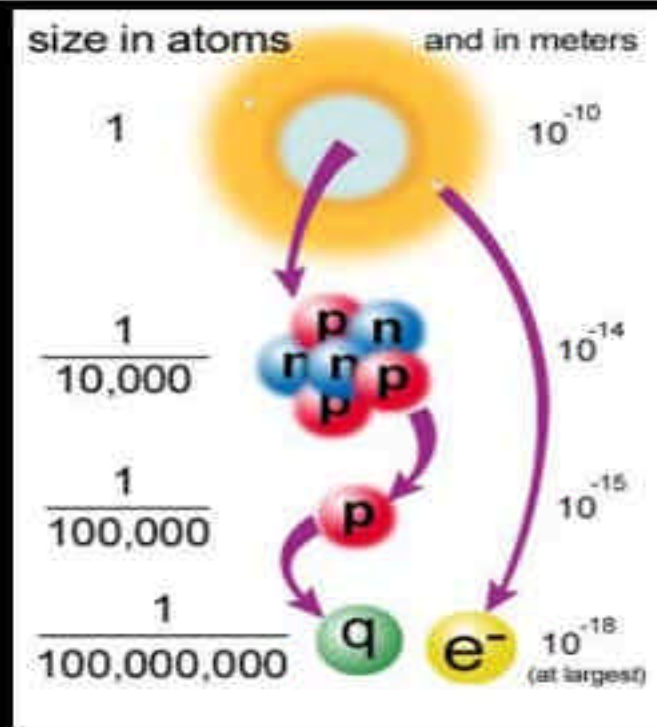
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Katedra jadrovej fyziky

Bratislava

Aká je štruktúra sveta okolo nás?

A Sense of Scale



To resolve very small objects, we need to use very high energy.
(Heisenberg again)

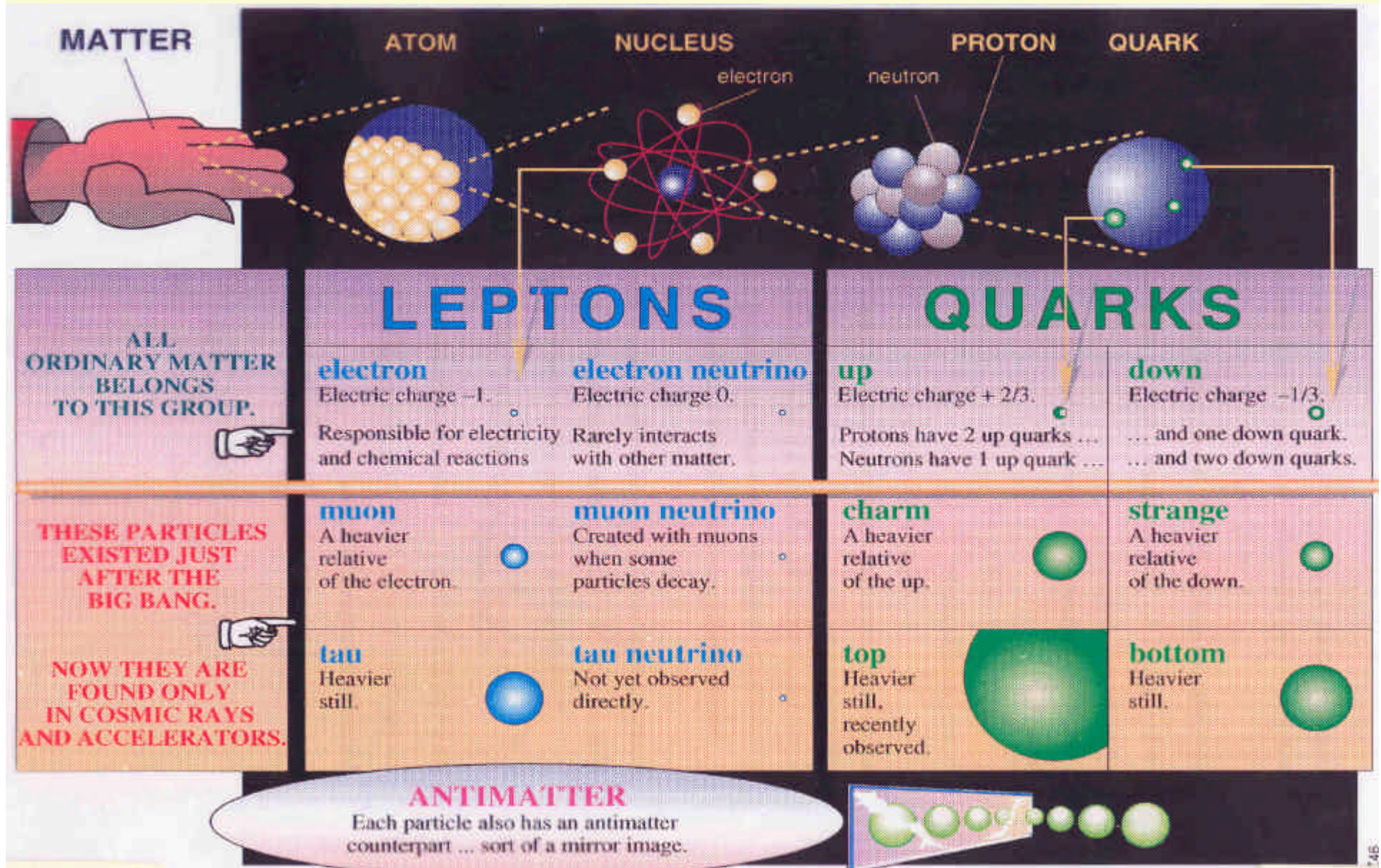


This is why we have very large accelerators.



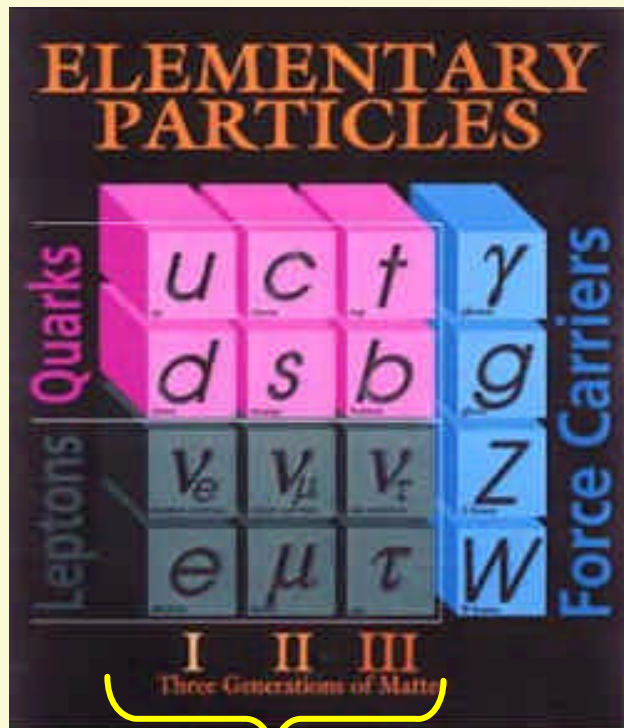
High energy collisions also create new particles.
($E=mc^2$ again)

Aké sú fundamentálne castice?

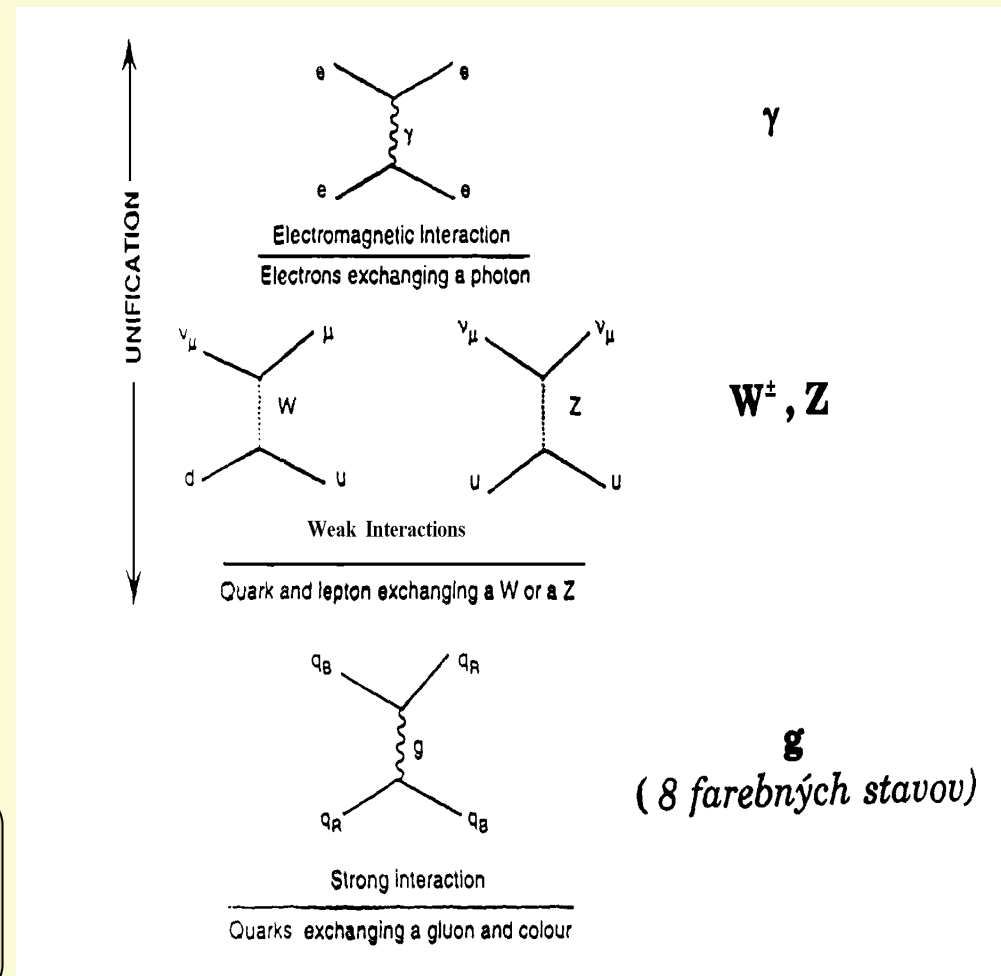


Podstata síl prírody

Sily medzi fundamentálnymi casticami sú sprostredkované výmennými casticami

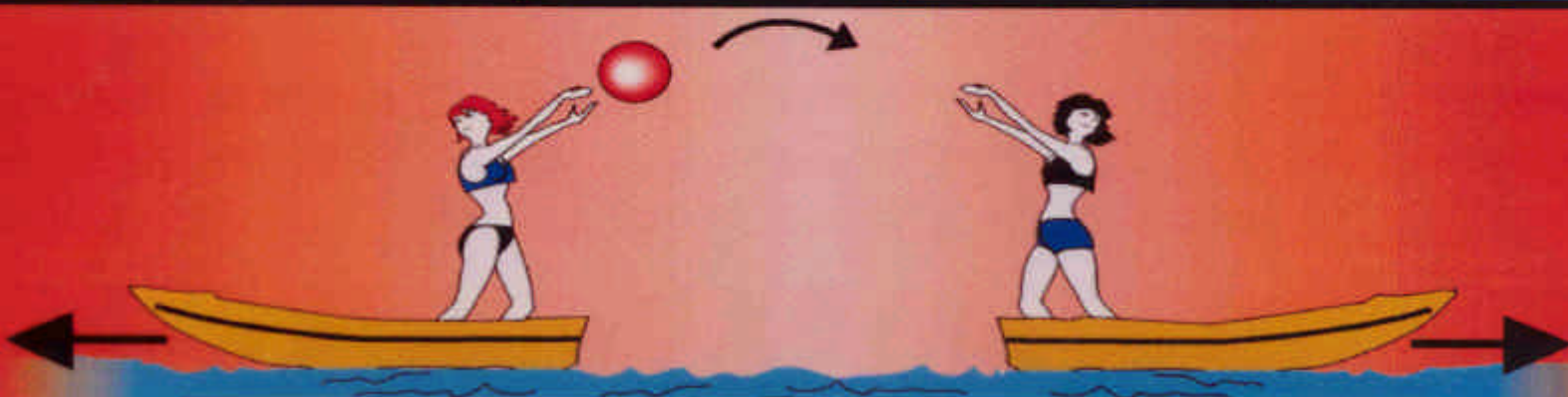


3 skupiny
fundamentálnych castíc
(2leptóny+2 kvarky)



Vel kost síl přírody

THE FORCES IN NATURE			
TYPE	INTENSITY OF FORCES (DECREASING ORDER)	BINDING PARTICLE (FIELD QUANTUM)	OCCURS IN :
STRONG NUCLEAR FORCE	~ 1	GLUONS (NO MASS)	ATOMIC NUCLEUS
ELECTRO -MAGNETIC FORCE	$\sim 10^{-3}$	PHOTONS (NO MASS)	ATOMIC SHELL ELECTROTECHNIQUE
WEAK NUCLEAR FORCE	$\sim 10^{-5}$	BOSONS Z^0, W^+, W^- (HEAVY)	RADIOACTIVE BETA DESINTEGRATION
GRAVITATION	$\sim 10^{-38}$	GRAVITONS (?)	HEAVENLY BODIES



The diagram shows two people in small yellow boats on a blue body of water. A red ball is being thrown from the person on the left to the person on the right. A curved arrow indicates the path of the ball. Below the boats, a text box states: "THE EXCHANGE OF PARTICLES IS RESPONSIBLE FOR THE FORCE".

THE EXCHANGE OF PARTICLES IS RESPONSIBLE FOR THE FORCE

2004

Štandardný model

Obsah **štandardného modelu (SM)**:

- **Teóriu elektroslabých interakcií**
(elektromagnetické javy a javy slabých interakcií)
- **Teóriu silných interakcií (QCD)**
(sily pôsobiace medzi kvarkami, nukleónmi etc.)
- ✓ **Gravitácia nie súčasťou SM !**
(Problémy s kvantovou teóriou gravitácie)

O casticiach SM

Podľa SM základné castice $\Rightarrow$ 3 sektorov :

- **Fundamentálne fermióny**
(Základné stavebné castice fyzického sveta - vytvárajú štruktúry: nukleón, atómové jadro, atóm, etc.
• Pauliho princíp)
- **Kvantá silových polí (intermediálne castice)**
(Bozóny sprostredkujúce interakcie medzi casticami
neplatí pre nich Pauliho princíp)
- **Higgsove castice**
(Interakcia castíc s Higgsovým polom dáva casticiam hmotnosť)

Ako skúma fyzika štruktúru látky?

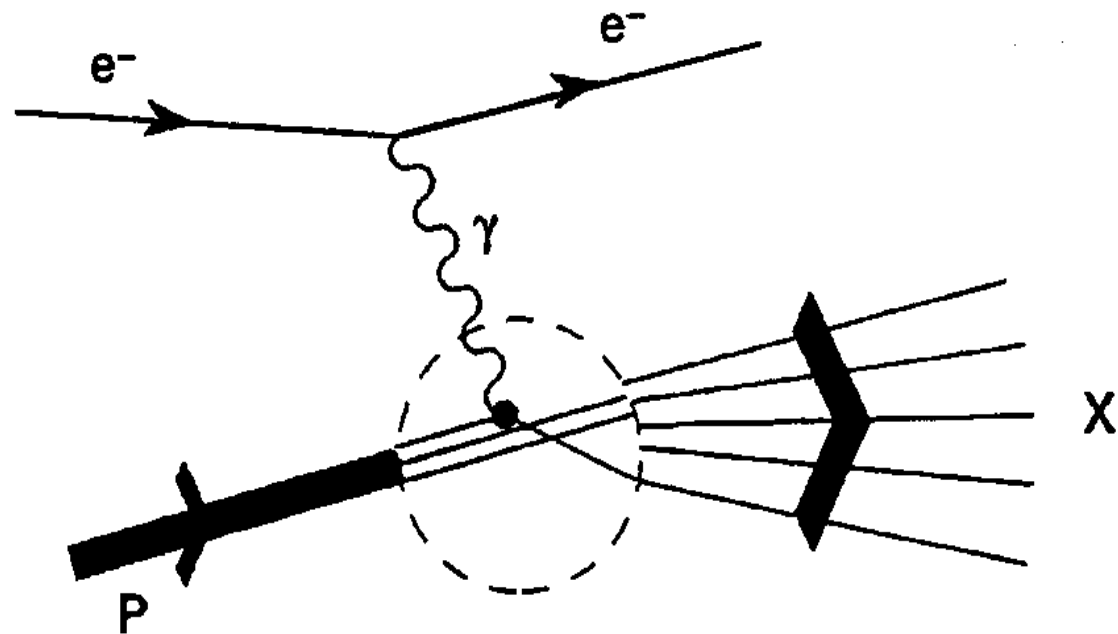
Recept:

- Poznáme rozptyl bodových častíc
- hľadáme odklon od bodového rozptylu

Interakcia elektrónu s protónom $\Rightarrow$

Elektrón si vymení
virtuálny fotón s partónom
(kvark) protónu.

Zasiahnutý partón je
vyrazený z protónu a
vytvára 1 (aj viac) „jetov“
(prúd hadrónov), zvyšok
protónu fragmentuje na
hadróny.



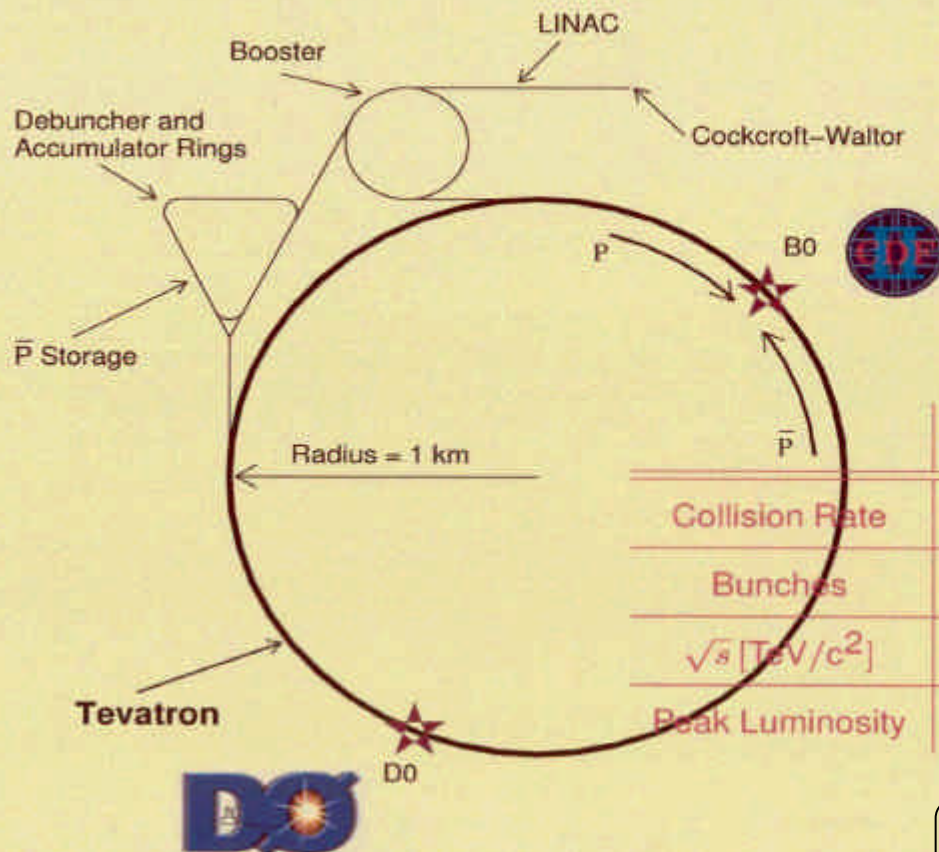
Informácia o casticiach... Ako?

Experimenty troch základných typov:

- Urýchľovacie experimenty s protiběžnými zväzkami (*pp*, *ep*, e^-e^+)
- Urýchľovacie experimenty s pevným tercom (*pA*, *pA*, *KA*)
- Neurýchľovacie experimenty

Urýchľovac (Tevatron)

The Tevatron



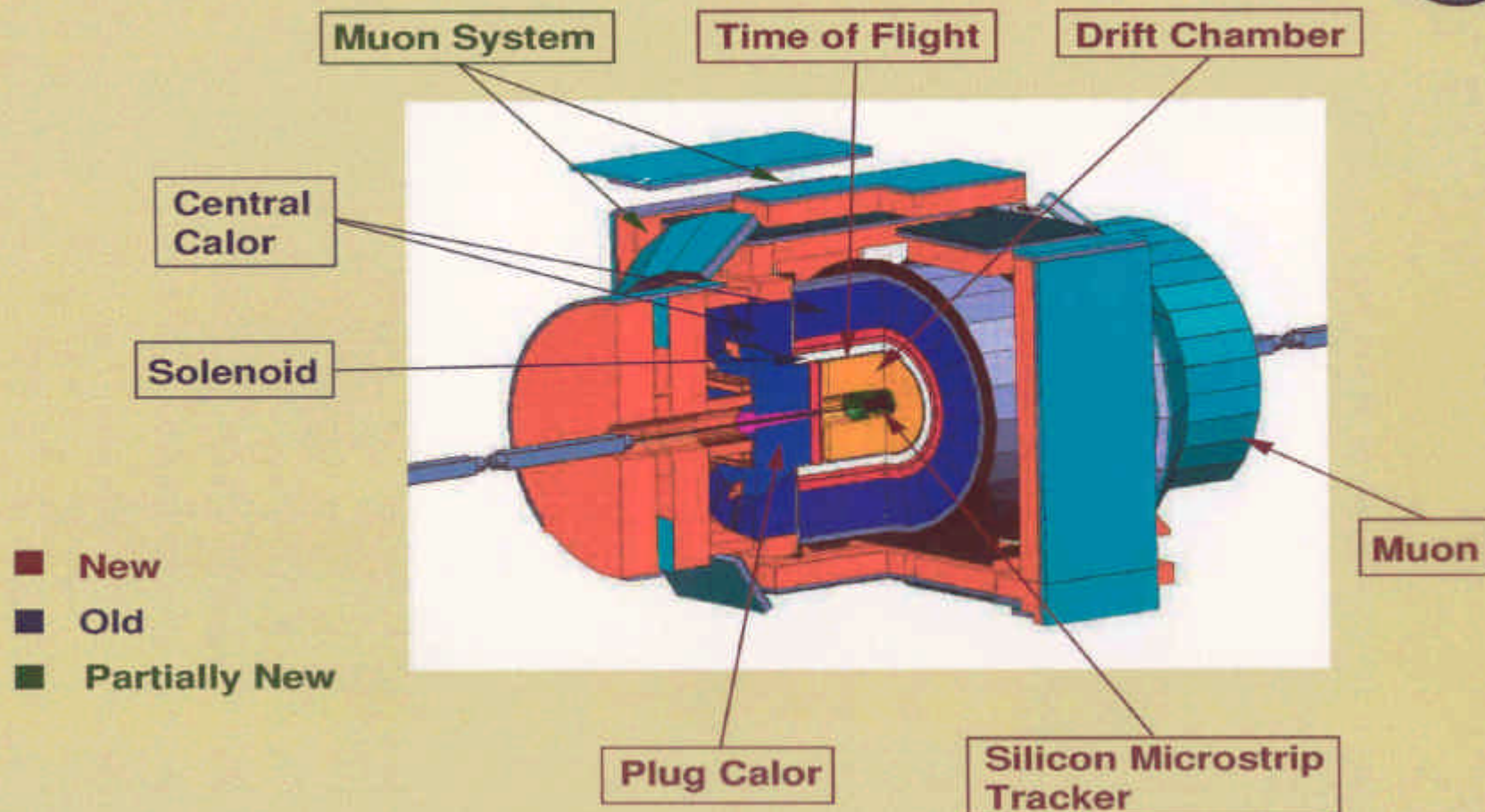
Bol objavený najt aží kvark : top-kvark
 $m_{\text{top}} \approx 175 \text{ GeV}/c^2$

	Run I	Run II
Collision Rate	$3.5 \mu\text{s}$	369 ns
Bunches	6×6	36×36
$\sqrt{s} [\text{TeV}/c^2]$	1.8	1.96
Peak Luminosity	2.4×10^{31}	4.4×10^{31}

Energia hväzky

Detektor castíc

The CDF Detector Upgrade



Castice vs ranný vesmír

The first particle physics experiment: The Big Bang



10 microseconds

Quarks form protons.

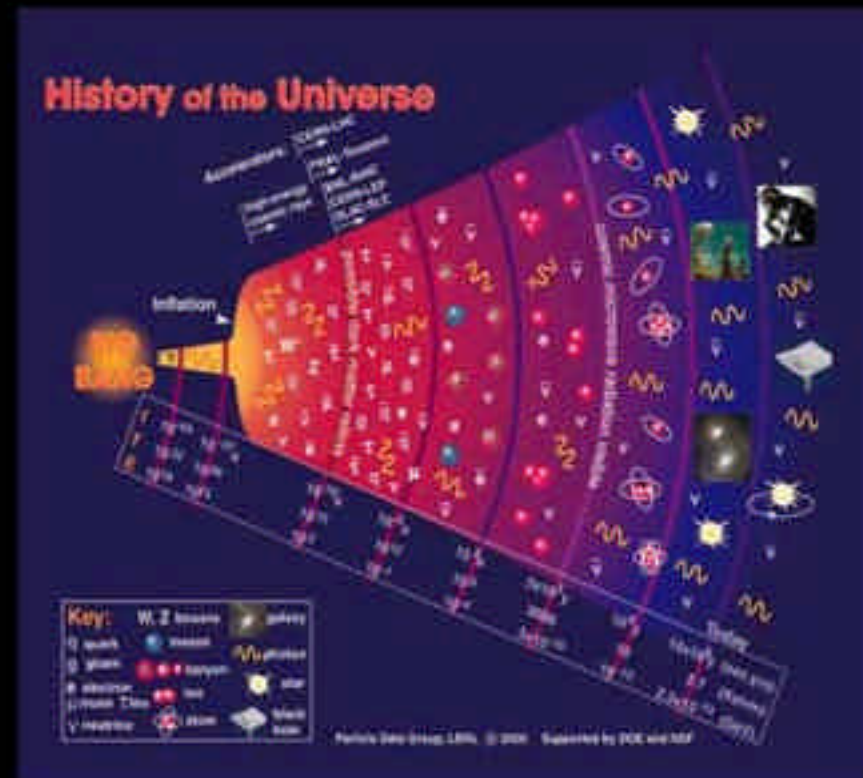
300,000 years

Nuclei capture electrons
and form atoms.

The universe becomes
transparent.

13,700,000,000 years

Today



Castice vs. ranný vesmír

cas (sec)

0 ρ **Big Bang** ($T \sim 10^{15} K$)

↓

10^{-32} ρ **Kvarková epocha** (farebný svet)

|

10^{-12} ρ $T \sim 3 \cdot 10^{15} K$ ($E \sim 200 GeV$):

- Fázový prechod → **Vznik Higgsového kondenzátu**
→ leptóny, kvarky, $W^\pm$, Z-bozóny nadobúdajú **M**
- Vznik prebytku látky nad antilátkou ($\sim 1:10^{10}$)

↓

10^{-11} ρ $T \sim 10^{15} K$ ($E \sim 100 GeV$): **Súčasný exp.**

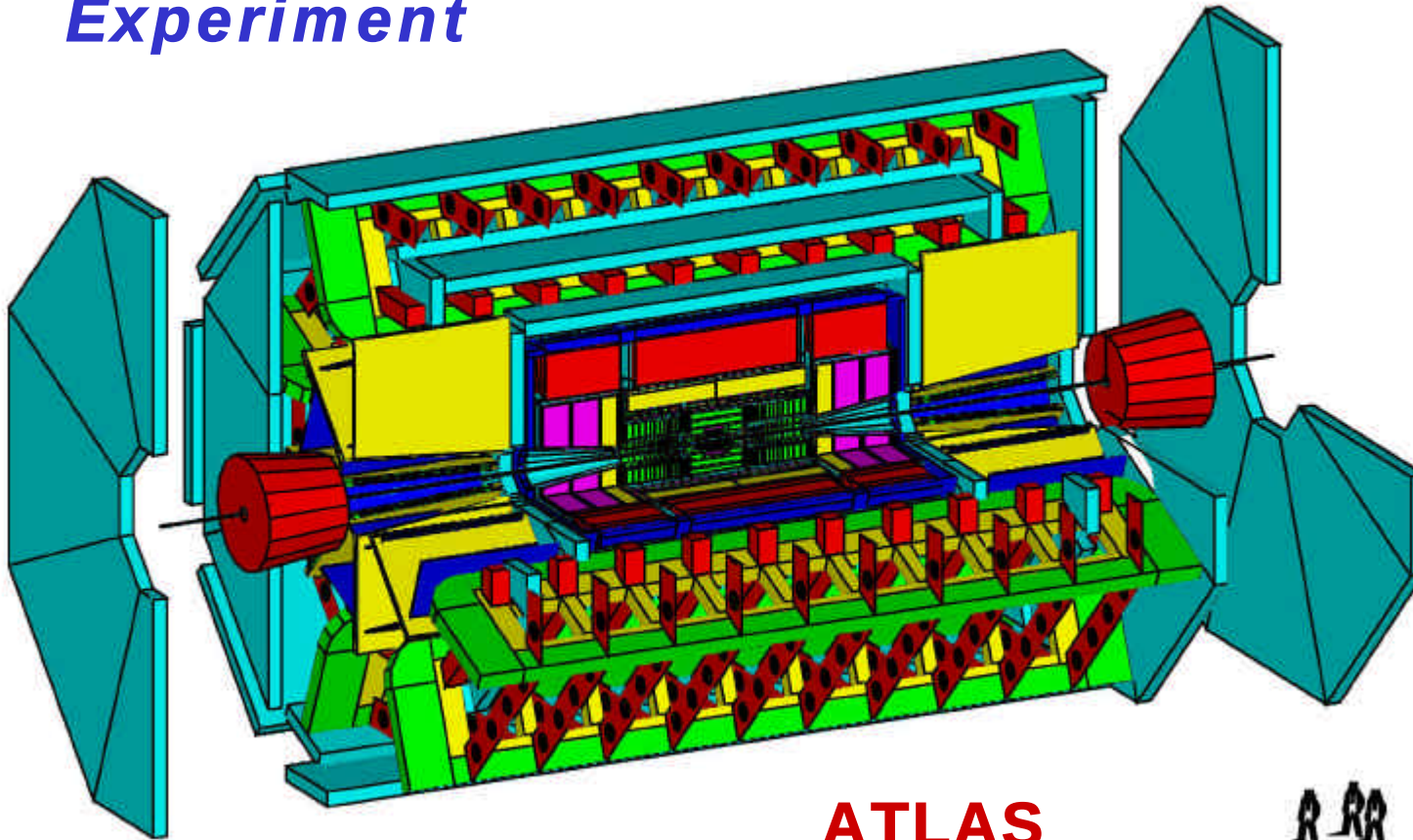
|

Obsah vesmíru: leptóny, kvarky, gluóny,
 $W^\pm$, Z-bozóny, fotóny

Budúcnosť sa volá LHC-Atlas

LHC urýchľovacie: pp $7\text{GeV} \times 7\text{GeV}$, $L=200 \times \text{Tevatron}$

Experiment



Začiatok: 2007

Ste vítaní na **UK FMFI**

Preco?

Má význam študovat na FMFI ?

? Co ponúka Fakulta

Matematiky

Fyziky a

Informatiky

Uzavierka prihlášok: 29 - Feb - 2004

Ešte je čas...

Štúdium (FMFI UK)

- **Tradícné odbory:** Matematika, fyzika a Informatika
- **Nové odbory:** biomedicínska fyzika,
ekonomická a finančná matematika,
matematika-manažment
umelá inteligencia

Fakulta ponúka:

- 3-ročné bakalárske štúdium (1. St. VŠ, titul Bc.)
- 2-ročné magisterské štúdium (2. St. VŠ, titul Mgr.)

Pokracovanie v štúdiu:

Doktoranské štúdium (titul PhD.)

Učiteľské zamerania

Množstvo kombinácií:

fyzika-matematika, fyzika-informatika,
matematika-informatika,
matematika-deskriptívna geometria,
matematika-telesná výchova
matematika-biológia, matematika-biológia,
matematika-geografia,
informatika-biológia, ...

Získa sa: pedagogická odbornosť
počítacová gramotnosť
univerzálnosť, ...

Exaktné vedy – ich perspektívy

<i>SR na vedu a výskum dáva</i>	: 0.6% HDP
<i>Švédsko</i>	: 2.4% HDP
<i>EU minimálne</i>	: 2.0% HDP

Možnosť získať granty EU

Spolupráca so zahraničnými partnermi

Môže sa zaoberať národ bez vedy?

Áno!

... ale budúcnosť sa zaoberá bez neho!