



O MIKROSVETE

Mikuláš Gintner
Katedra fyziky
Žilinská univerzita



ARISTOTELES (384-322 BC)

~~Ťažšie teleso
padá rýchlejšie
ako ľahšie.~~

Rýchlosť pádu
telesa nezávisí
na jeho váhe.



Galileo Galilei
(1564-1642)



Poučenie č.1:

EXPERIMENT má posledné slovo

Poučenie č.2:

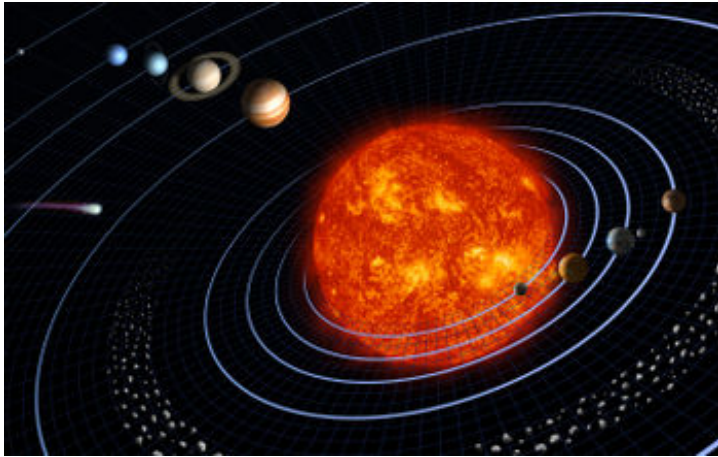
Javy v prírode navzájom SÚVISIA



TEÓRIA

príčina  následok

ČASOVÝ VÝVOJ



ZEM



MARS

- kedy? (=kde)
- akou rýchlosťou?



RUKA



KÔŠ

- kde?
- akou rýchlosťou?

2 ZÁHADY:

- RÝCHLOSŤ SVETLA JE NAJVÄČŠIA
- EXISTUJÚ STABILNÉ ATÓMY





RÝCHLOSŤ SVETLA JE NAJVÄČŠIA

$c = 300000 \text{ km/h}$



klobúk

rýchlosť klobúka voči najbližšej borovici:

$$w = u + v = 15 \text{ km/h}$$

Maco

rýchlosť behu: $v = 10 \text{ km/h}$

Kubko

rýchlosť hodu: $u = 5 \text{ km/h}$

Mat'ko

Bude $w > c$, ak Maco pobeží rýchlosťou svetla?





ZMENIŤ
TEÓRIU



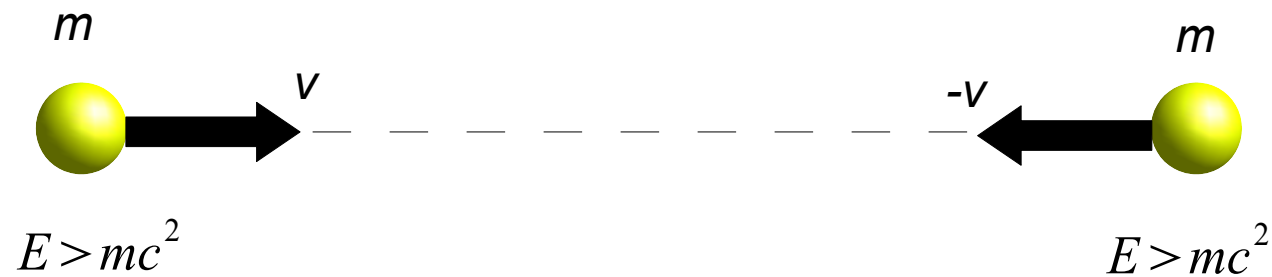
Albert Einstein
(1879-1955)

ŠTR:

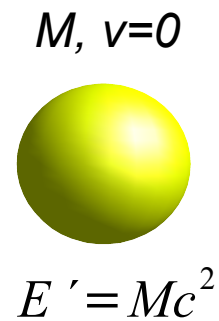
- spomalenie času
- skracovanie dĺžok
- hmotnosť = energia $E = mc^2$
- hmotnosť sa nezachováva
- nulová hmotnosť
- pri malých rýchlostiach starú teóriu

Nepružná zrážka v ťažiskovej sústave

 pred:



 po:



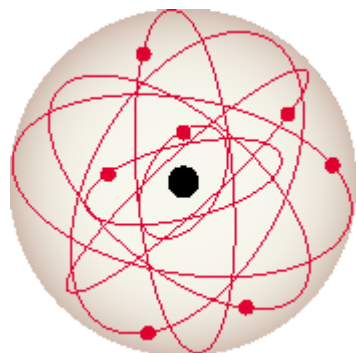
ZZE: $E' = 2E > 2mc^2$

potom

$M > 2m$



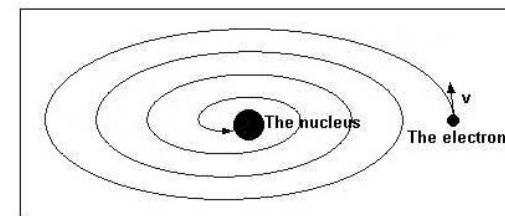
EXISTUJÚ STABILNÉ ATÓMY



10^{-10} m

Maxwell - elektróny musia vyžarovať elmag. žiarenie

doba života $< 10^{-5}$ s



In the planetary model of atom, the electron should emit energy and spirally fall on the nucleus.





ZMENIŤ
TEÓRIU

QM:

- rovnaký experiment → rôzne výsledky
- predpovedá pravdepodobnosť možných výsledkov merania
- veľké telesá (veľa atómov) → stará teória

MIKROSVET

- veľmi malé a veľmi rýchle častice

QM

ŠTR



4 fundamentálne sily

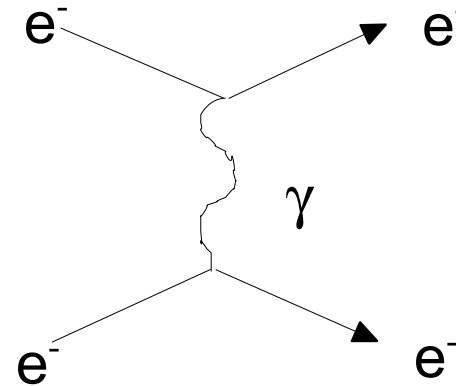
v mikrosvete - výmena „nosičov síl“

	gravitačná	elektro- magnetická	silná	slabá
dosah	∞	∞	10^{-15} m	10^{-18} m
„sila“	10^{-43}	10^{-3}	1	10^{-14}
náboj	hmotnosť	elektrický	farebný	slabý
nosiče	gravitón	fotón	gluóny	W^+ , W^- , Z

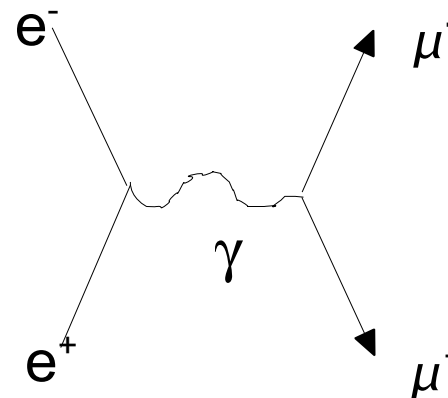
Prejavy síl v mikrosvete

- zmena hybnosti (zrýchlenie):

$$\vec{F} = m \vec{a}$$



- zmena identity častice,
vytvorenie (zánik) častice:



Botanika elementárnych častíc

častica	značka	hmotnosť	el.náboj	farebný náboj	slabý náboj
elektrón	e^-	0.0005	-1	0	áno
neutríno	ν_e	~ 0	0	0	áno
u-kvark	u	0.003	+2/3	áno	áno
d-kvark	d	0.006	-1/3	áno	áno

častica → antičastica

m

m

náboj

- náboj

1.generácia

2.generácia

3.generácia

elekt. náboj

ν_e
e
u
d

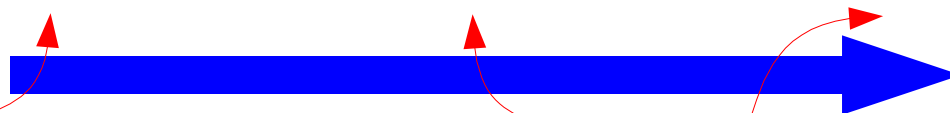


ν_μ
μ
c
s



ν_τ
τ
t
b

0
-1
+2/3
-1/3



hmotnosť

*“obyčajná”
hmota*

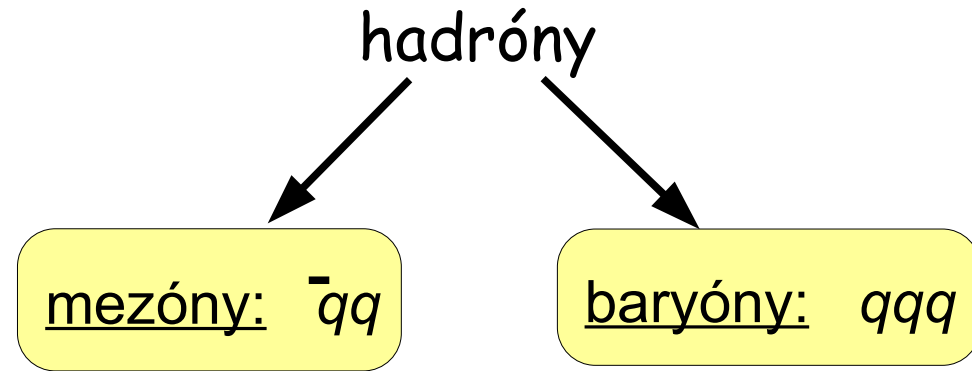
*ranný vesmír,
kozmicke žiarenie,
urýchľovače, reaktory*

hmotnosť t-kvarku = hmotnosť atómu Au = 170

Viazané stavy

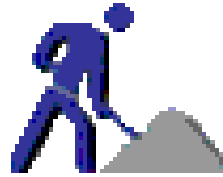
- Kvarky + silná sila:

protón = uud
neutrón = udd



- Protóny + neutróny + silná sila + elmag. sila = atómové jadrá
- At.jadrá + elektróny + elmag. sila = atómy
- Atómy + elmag. sila = molekuly
- Molekuly + elmag. sila = telesá
- Telesá + gravit. sila = hviezdy, planéty, galaxie, čierne diery, vesmír

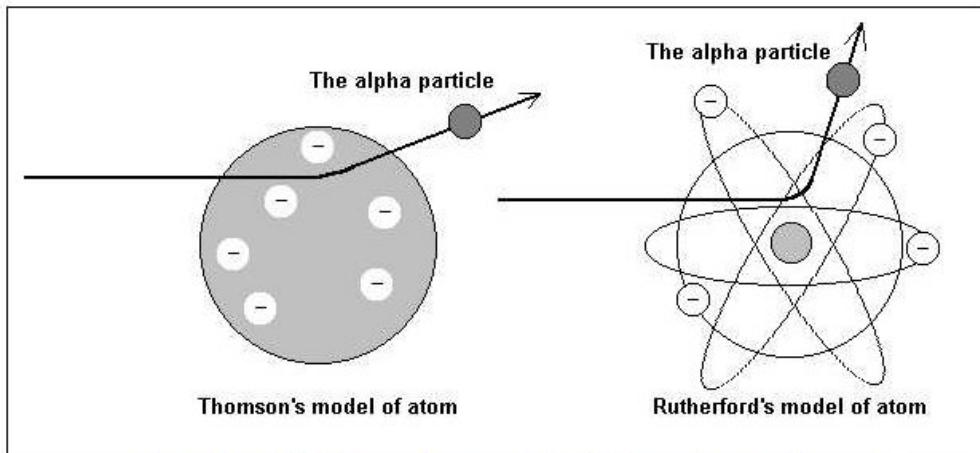
Ako sme sa to všetko dozvedeli



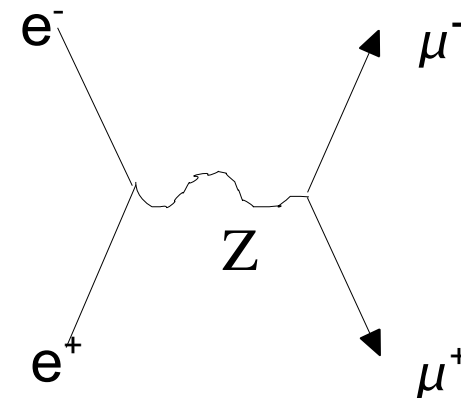
= zrážky častíc

rozptyl

premena



The models of the Thomson's atom and Rutherford's atom; and the expected aberrations of alpha particle in both cases.



Urýchľovanie častíc:

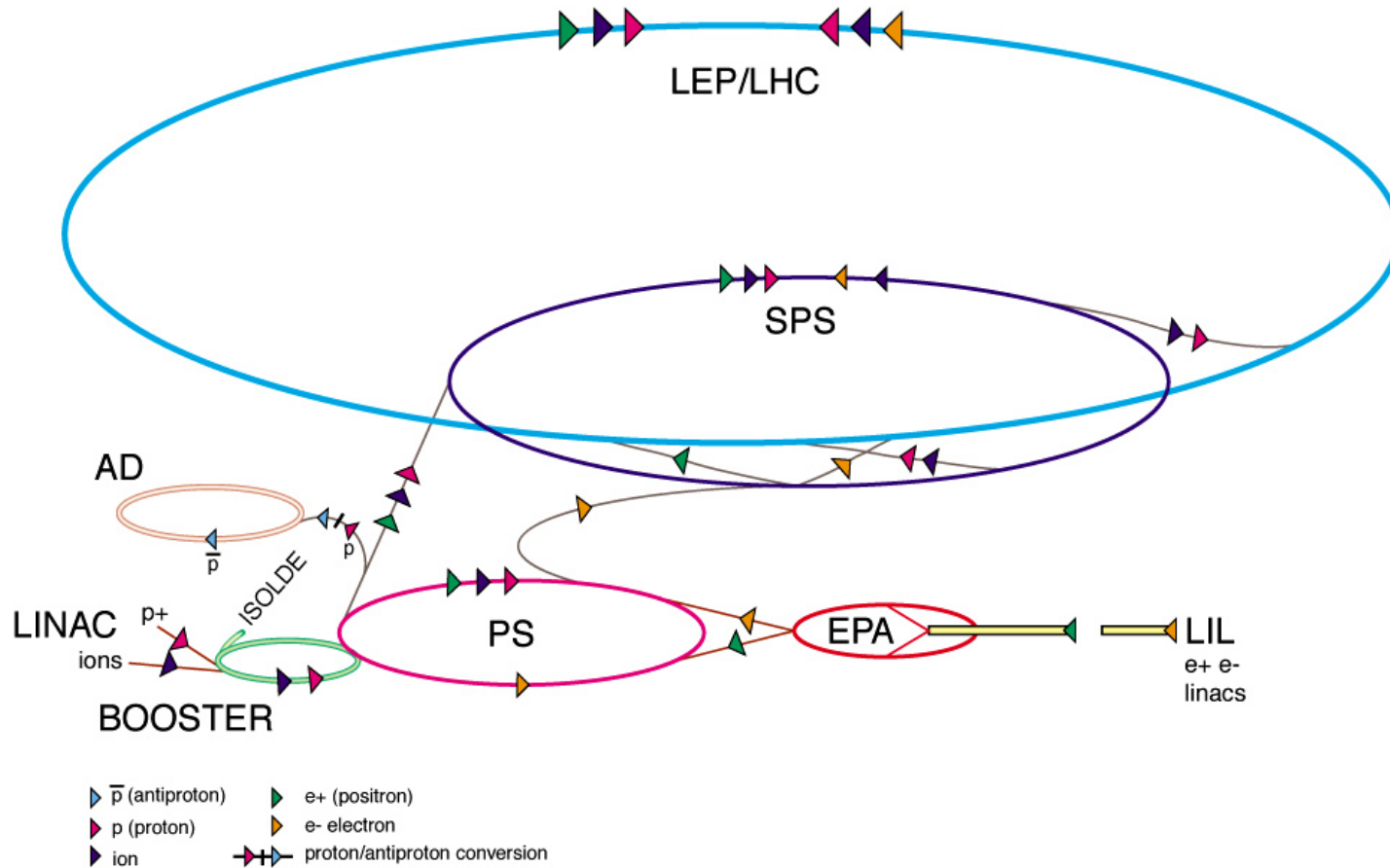
- elektricky nabité (elektróny, pozitrony, protóny, antiprotóny, jadrá)
- elektrické a magnetické polia

urýchľovače:

- podľa tvaru: lineárne, kruhové
- podľa terča: s pevným terčom, kolajdre
- svetové centrá: CERN (Švaj./Fr.), SLAC, RHIC (USA), HERA (Nem.)
- najväčšie: LEP(CERN) elektrón-pozitrón, 90-200 GeV
LHC(CERN) protón-protón, 14 TeV

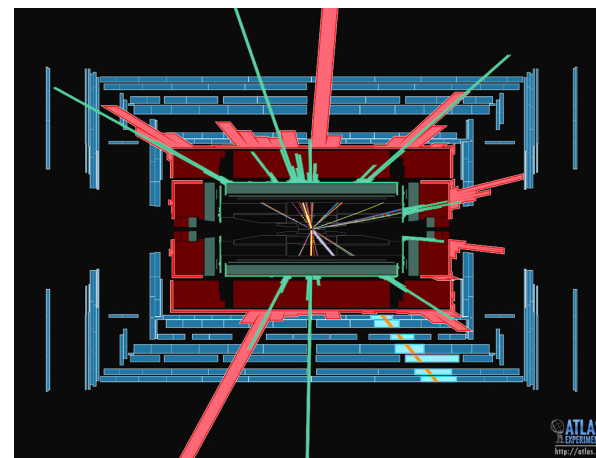
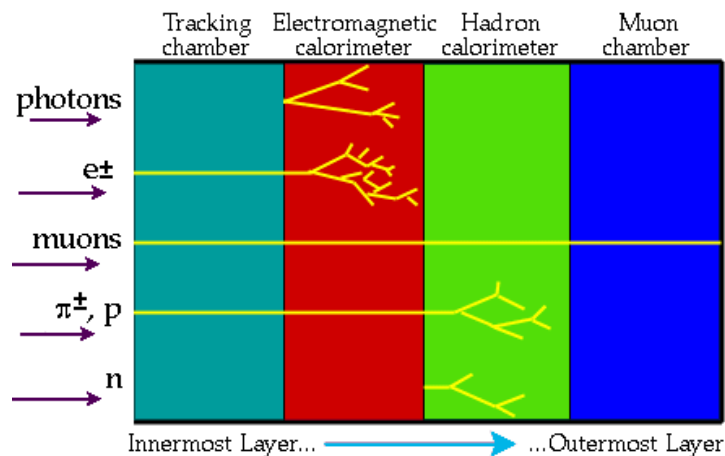
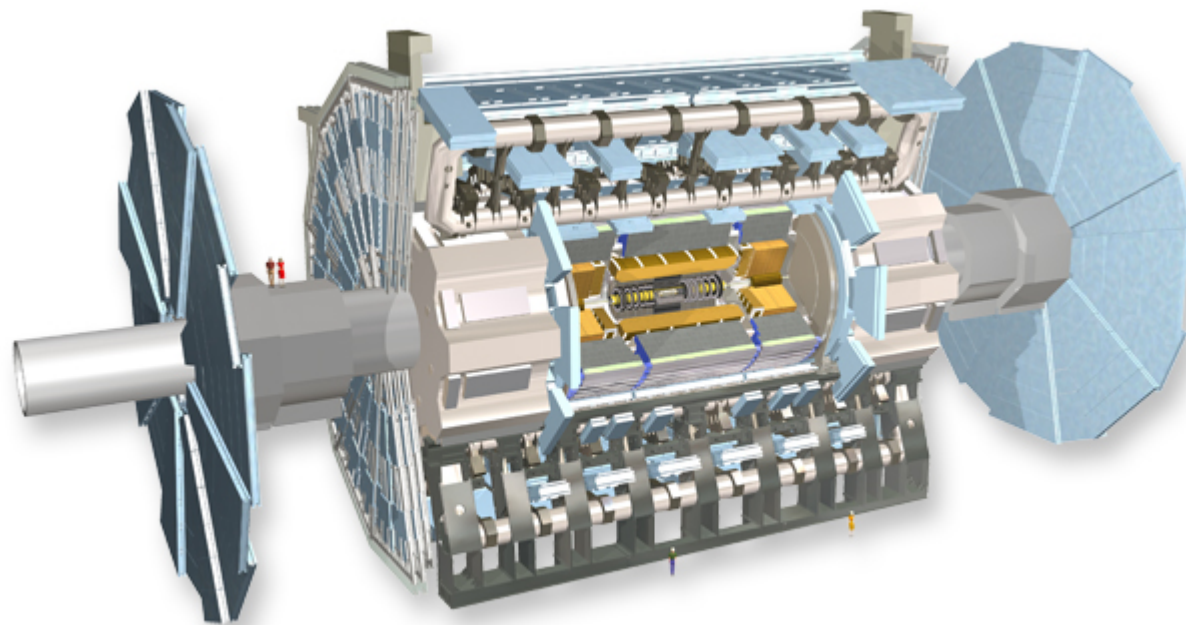


CERN Accelerator Complex (operating or approved projects)

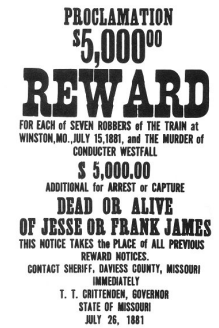
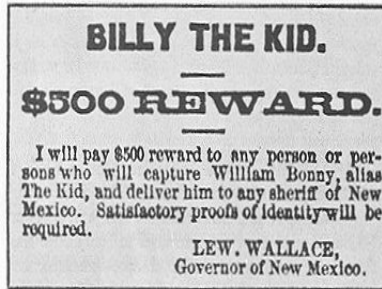
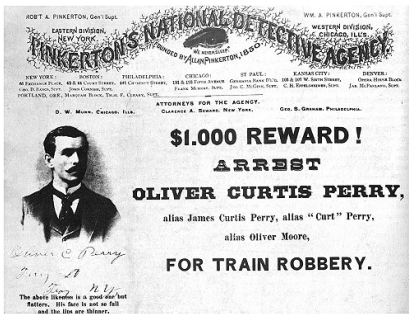


CERN AC_HF205_V2/2/1998

Detekovanie častíc:



Nevyriešené záhady



- Hmotnosť častíc: **Čo tá sa Higgsov boží?**
- Gravitácia: **Kvantová gravitácia, gravitón, ...**
- Tri generácie: **Prečo tri? Iba tri?**



