



# Čo (ne)vieme o mikrosvete



Mikuláš Gintner

Katedra fyziky

Žilinská univerzita

2010

# Obsah:

I. Čo vieme

II. Ako sme na to prišli

III. Čo nevieme

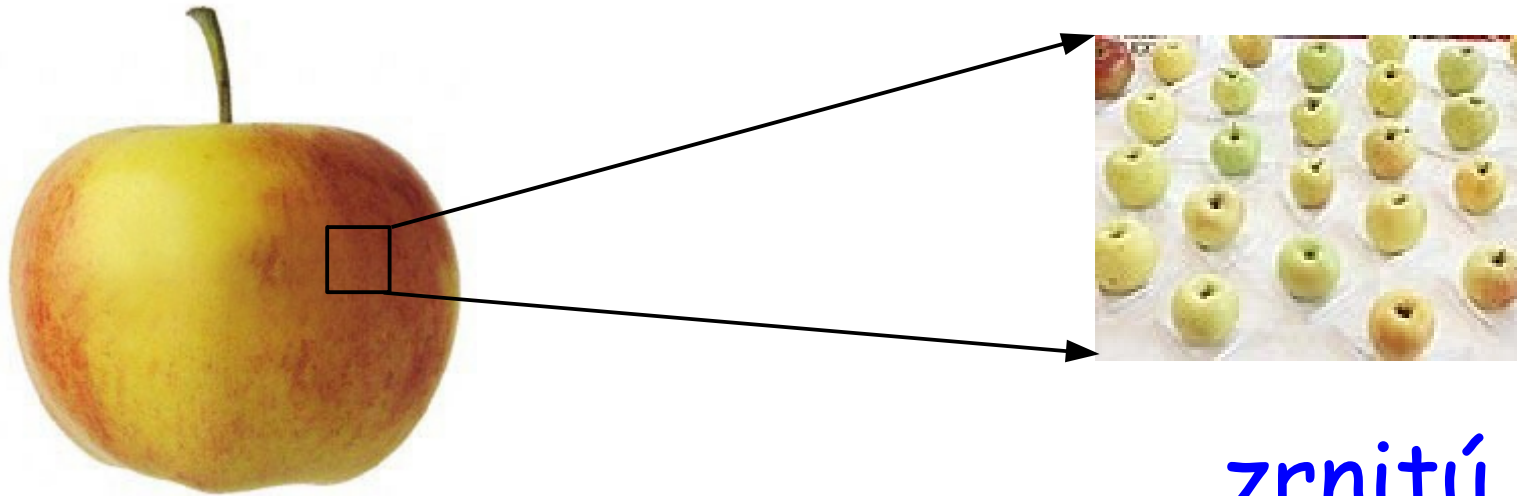
IV. Ako sa to pokúšame zistiť

I. Čo vieme

Akú má hmota štruktúru ...

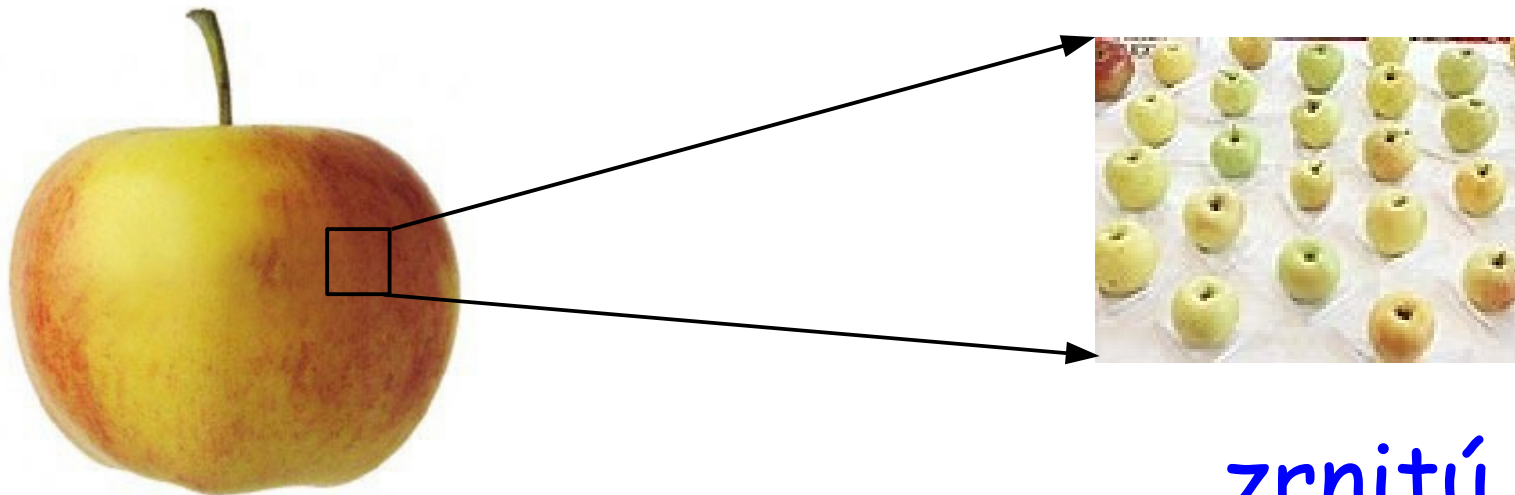


Akú má hmota štruktúru ...

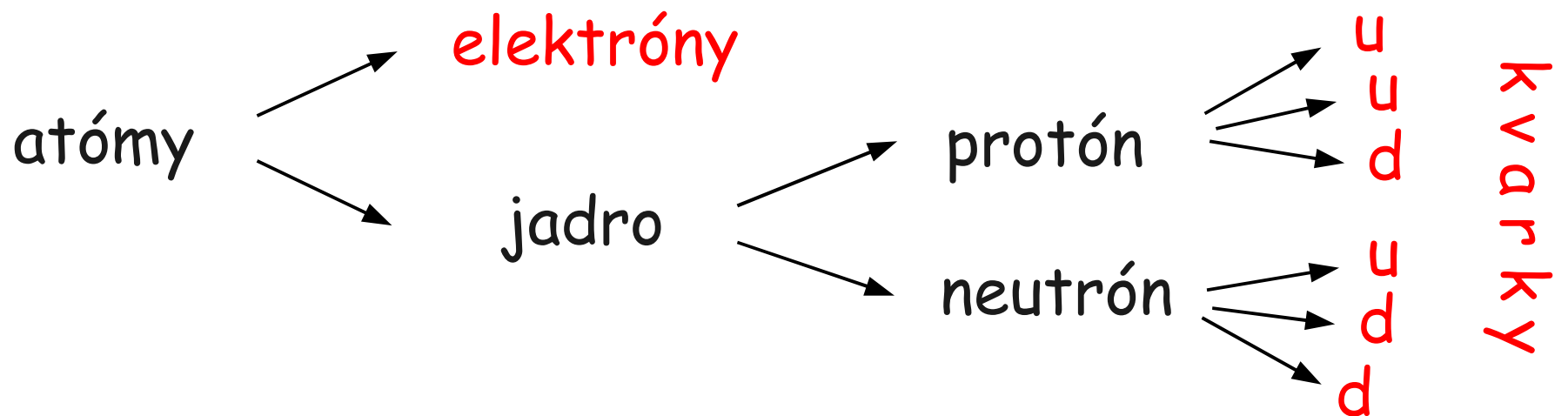


... zrnitú

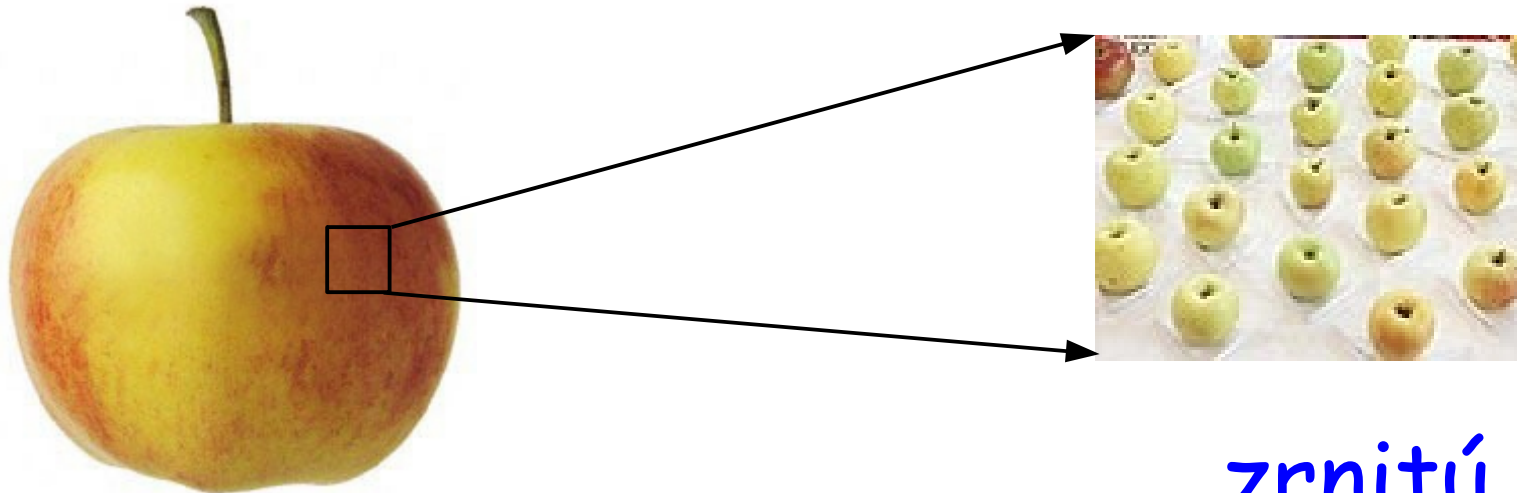
# Akú má hmota štruktúru ...



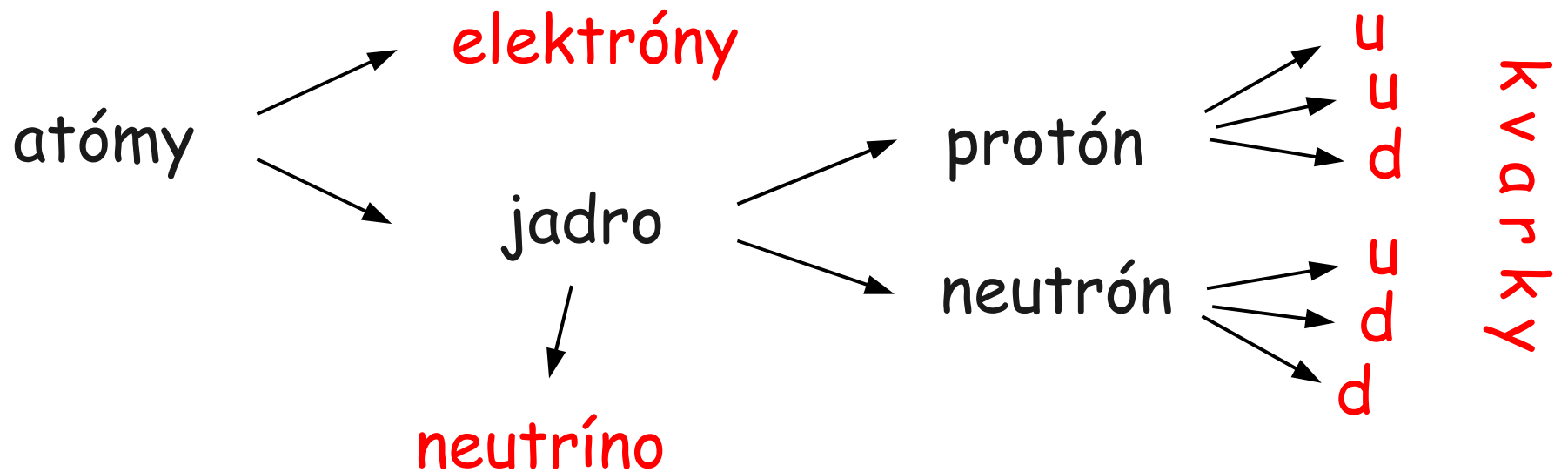
... zrnitú



# Akú má hmota štruktúru ...



... zrnitú



neutrino	elektron	u kvark	d kvark	protón neutron	Au
< 0.000 000002	0.0005	0.0015 - 0.0033	0.0035 - 0.0060	0.94 0.94	197x0.94= 185



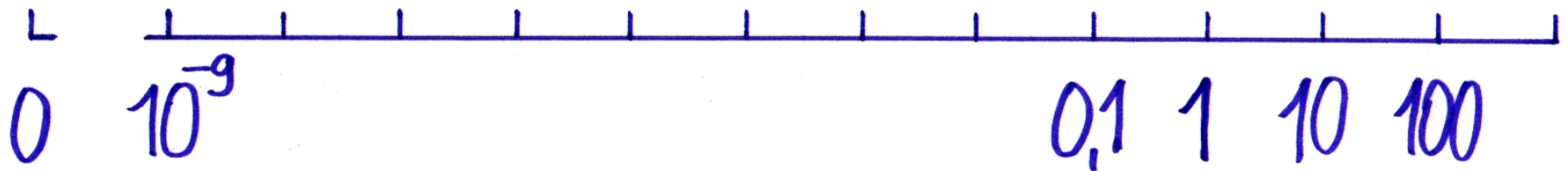
neutrino	elektrón	u kvark	d kvark	protón neutrón	Au
< 0.000 000002	0.0005	0.0015 - 0.0033	0.0035 - 0.0060	0.94 0.94	197x0.94= 185

← ... →  
neutrino

▲ ▼  
e u d

◡  
protón

◡  
Au



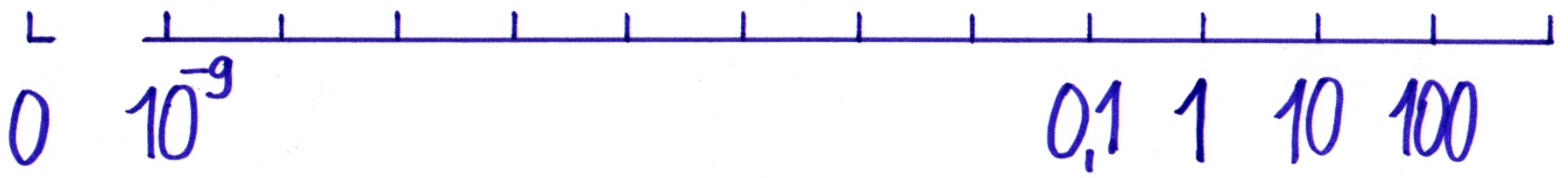
neutrino  $\rightarrow$   $\mu$  s c

$\leftarrow$   $\dots$   $\rightarrow$   
neutrino

$\blacktriangle$   $\blacktriangledown$   
e u d

$\text{pentagon}$   
protón

$\text{pentagon}$   
Au



taón

neutrino

b

t

mión

neutrino

s

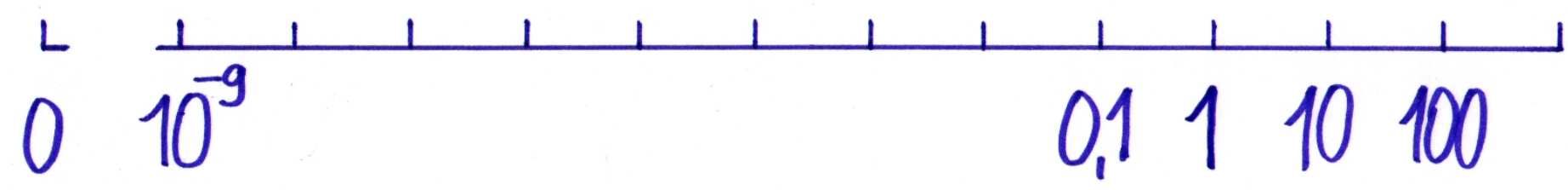
c

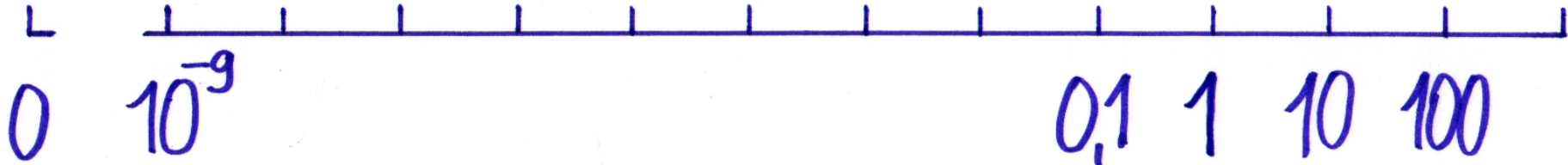
neutrino

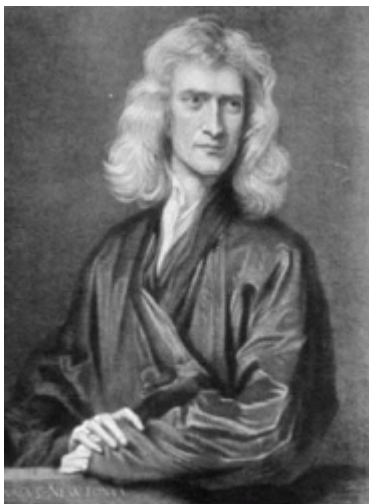
e u d

protón

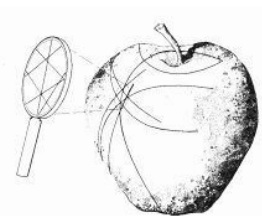
Au



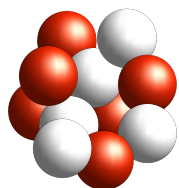




Newtonovo jablko → gravitačná sila



atóm + atóm → elmag sila  
elektróny + jadro



protón + neutrón → silná sila  
kvark + kvark jadrová



rádioaktívny rozpad → slabá sila

• gravitačná sila → gravitón ???

• elmag sila → fotón

• silná sila → gluóny

• slabá sila →  $W^+, W^-, Z$

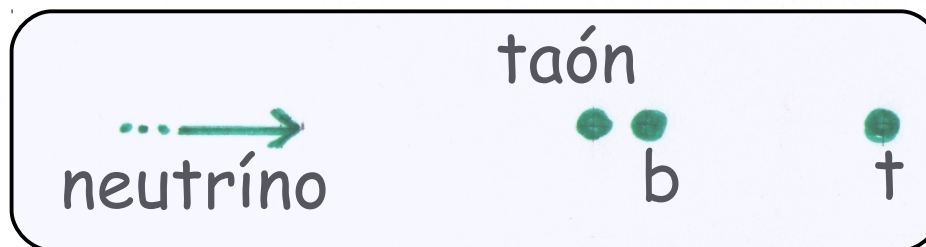
$$m_W \approx 80 \text{ GeV}$$

$$m_Z \approx 90 \text{ GeV}$$

◆ gluón

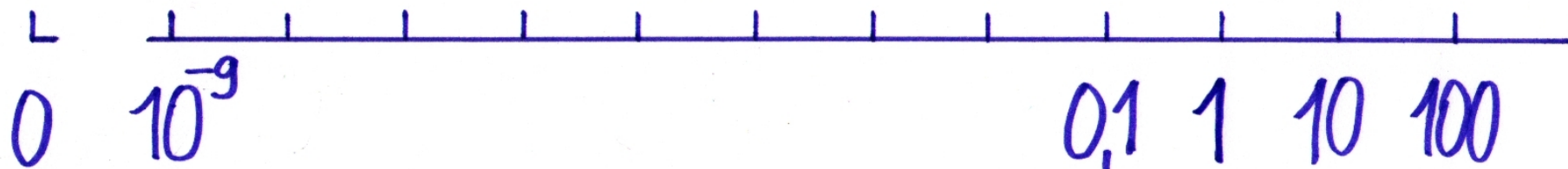
◆ fotón

W Z



protón

Au



## Makrosvet:

- zmena hybnosti

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

silá

(interakcia)

## Mikrosvet:

- zmena hybnosti

- zánik a vznik častíc



## Makrosvet:

- zmena hybnosti

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

## Mikrosvet:

- zmena hybnosti  
- zánik a vznik častíc

сила

(interakcia)

hmotnosť

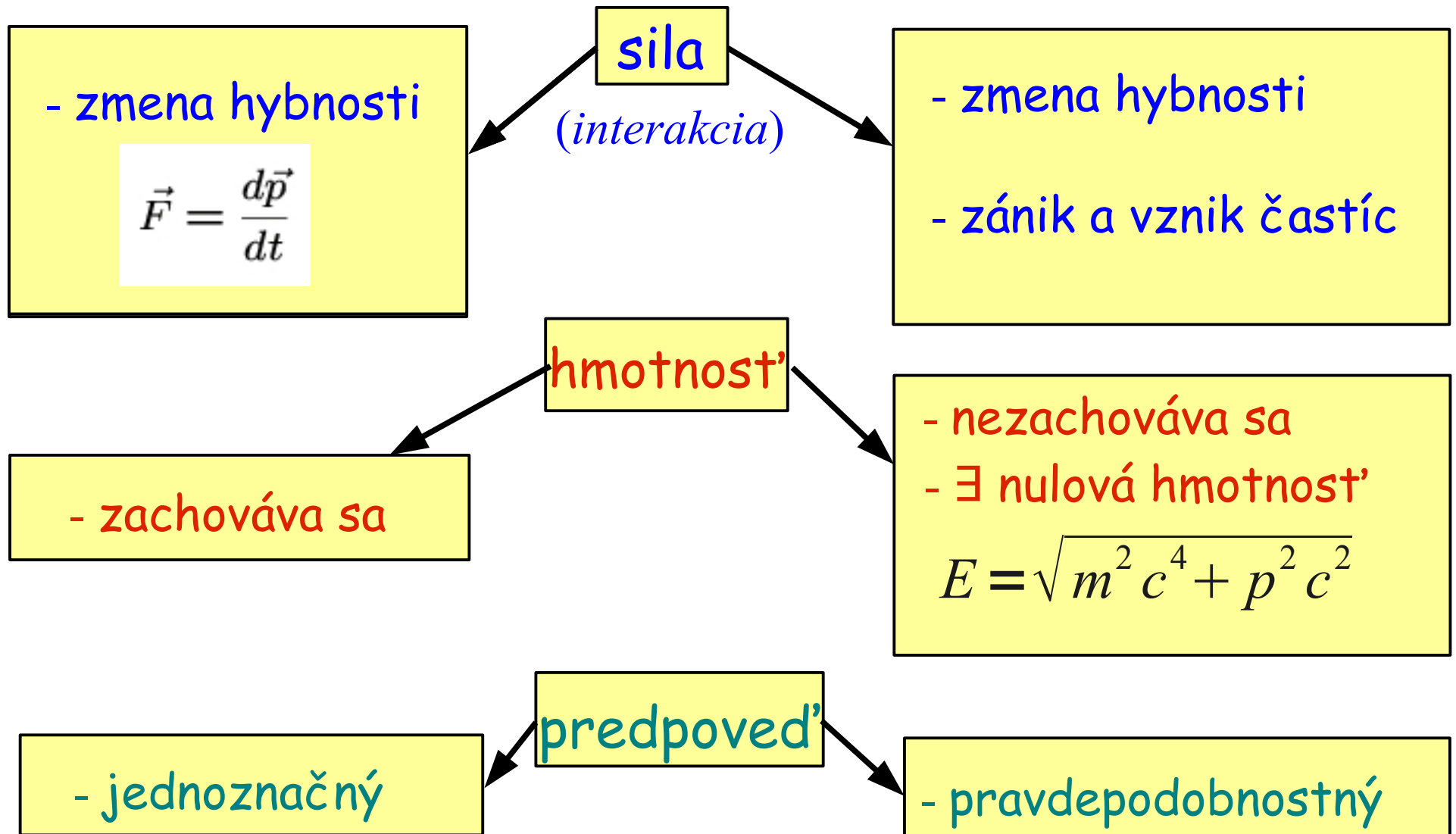
- zachováva sa

- nezachováva sa  
-  $\exists$  nulová hmotnosť

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$$

## Makrosvet:

## Mikrosvet:



II. Ako sme na to prišli

Najnepochopiteľnejšie na našom vesmíre je to,  
že je pochopiteľný.

A.Einstein

Najnepochopiteľnejšie na našom vesmíre je to,  
že je pochopiteľný.

A.Einstein

Najnepochopiteľnejšia vec na svete je daň z príjmu.

A.Einstein

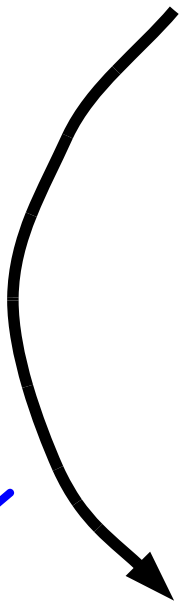
REALITA

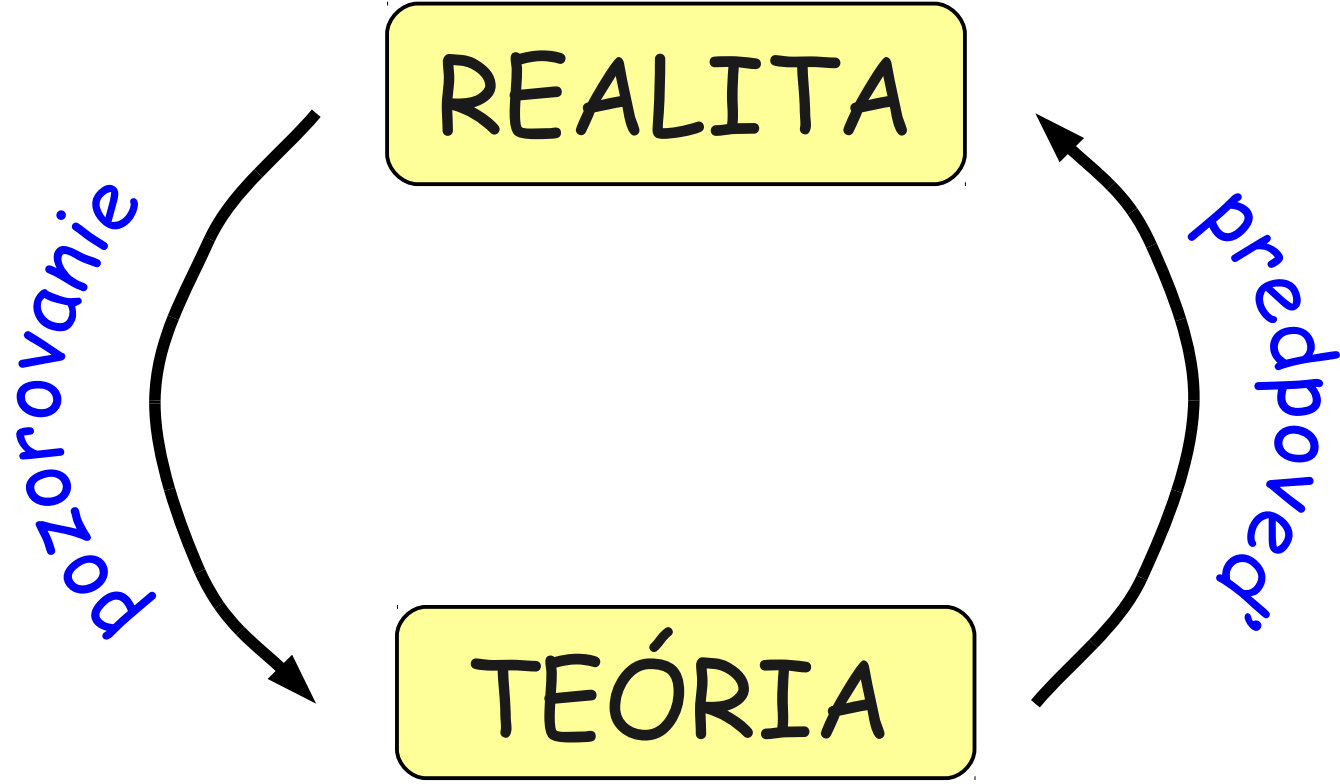
TEÓRIA

pozorovanie

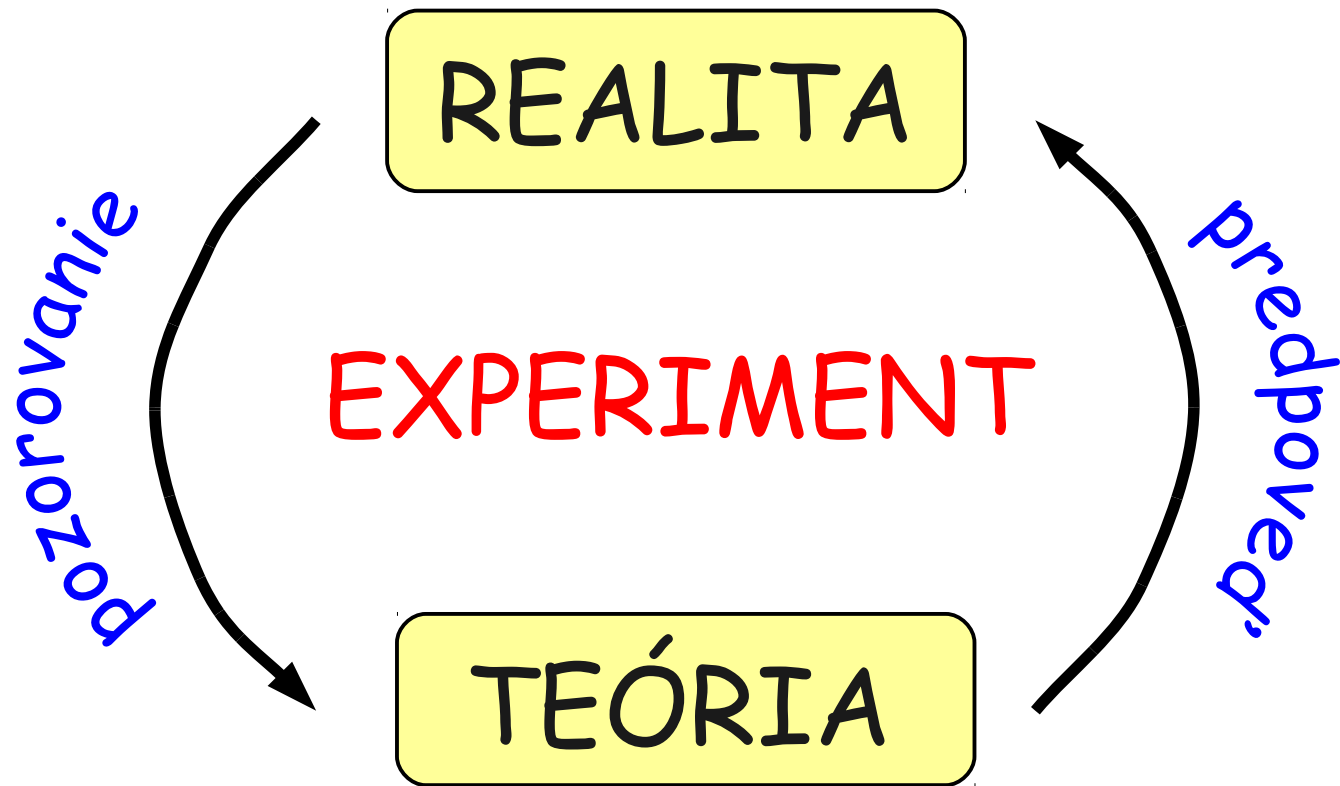
REALITA

TEÓRIA







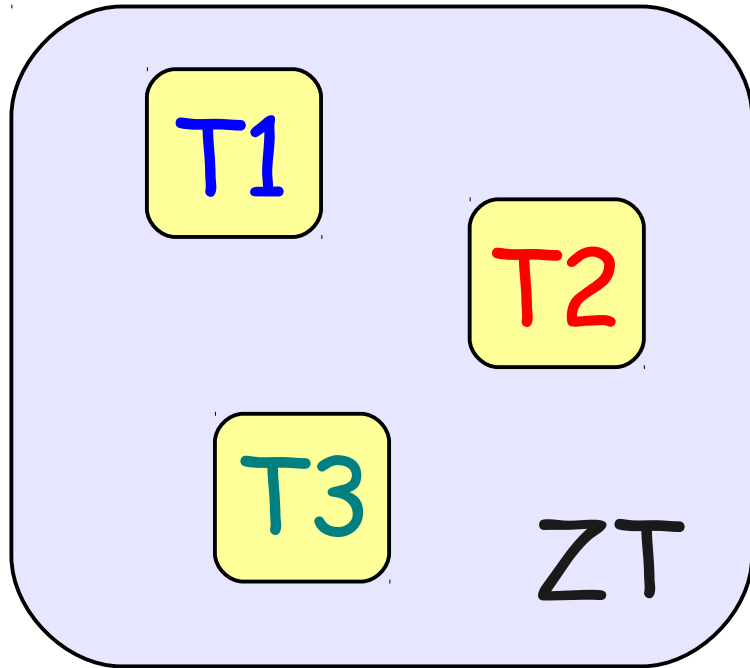


T1

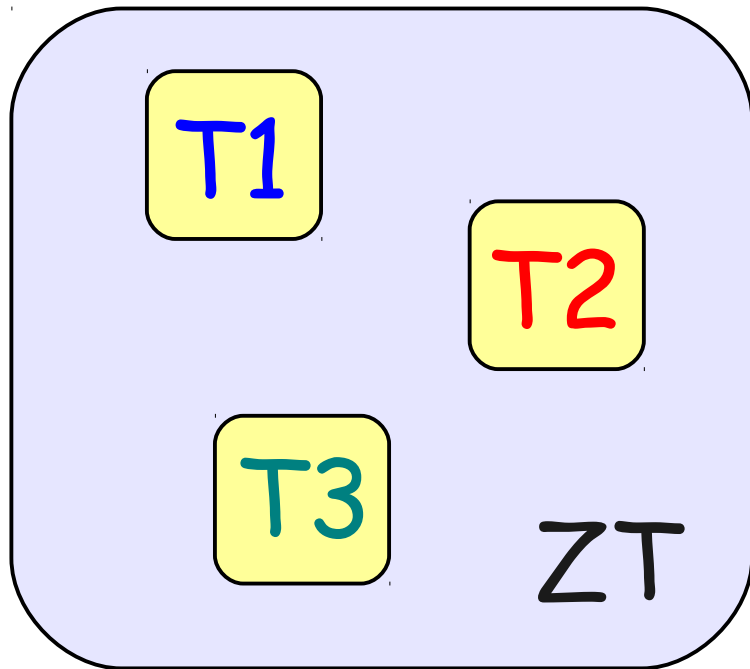
T2

T3

zjednotenie:



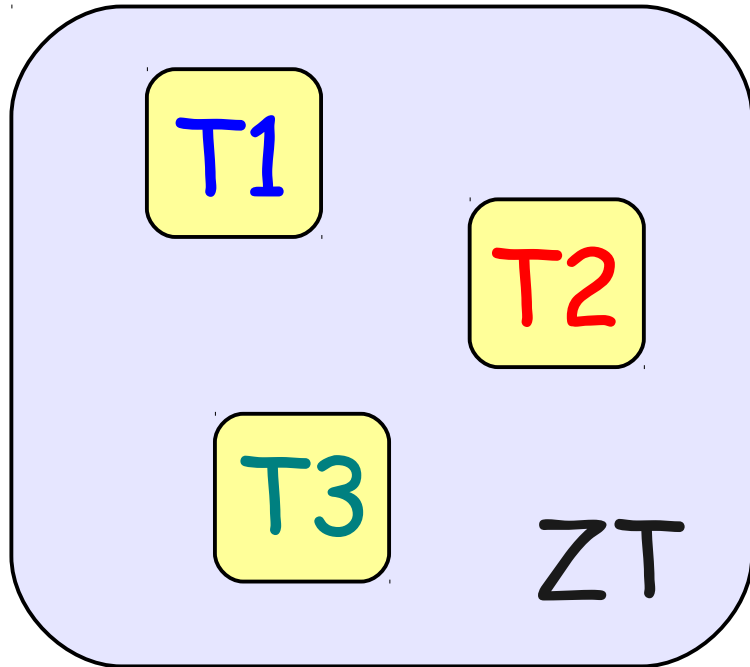
zjednotenie:



pozemské + nebeské pohyby  
= Newton

elektrina + magnetizmus  
= Maxwell

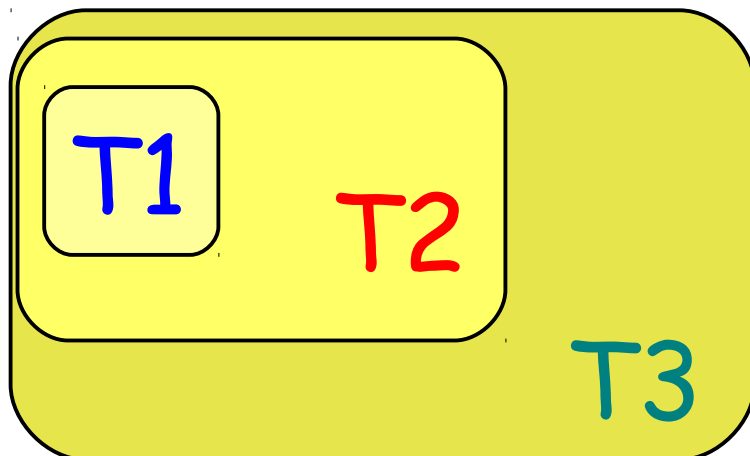
zjednotenie:



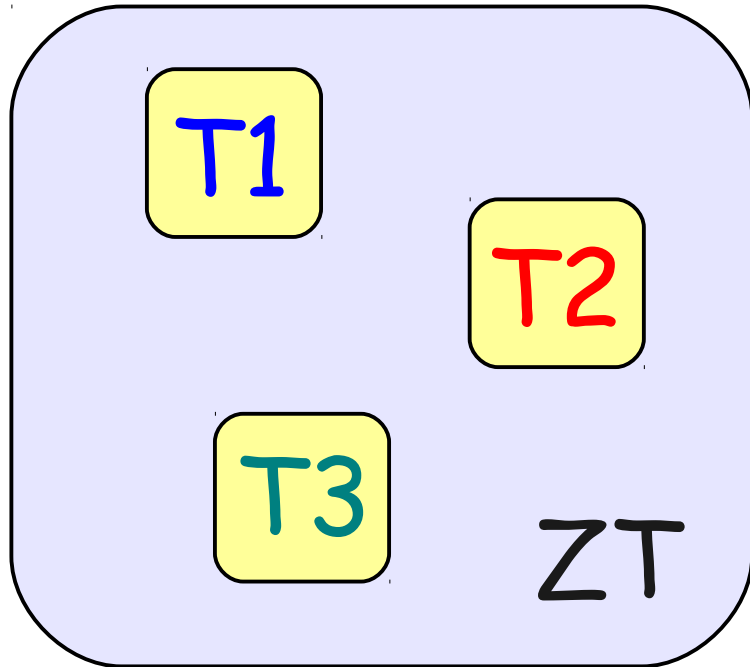
pozemské + nebeské pohyby  
= Newton

elektrina + magnetizmus  
= Maxwell

zovšeobecnenie:



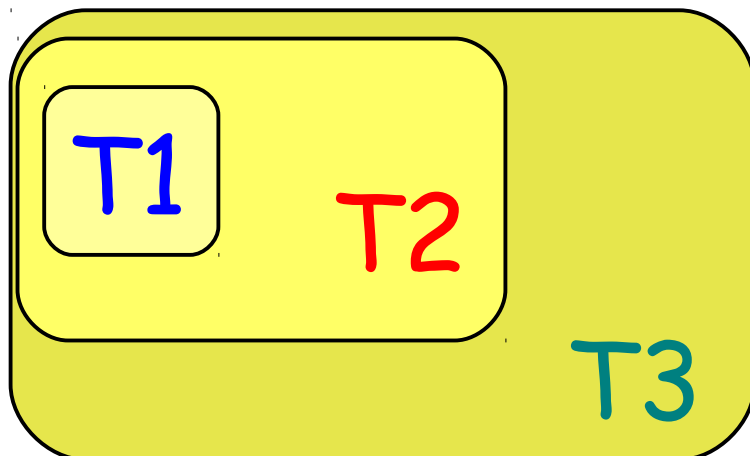
zjednotenie:



pozemské + nebeské pohyby  
= Newton

elektrina + magnetizmus  
= Maxwell

zovšeobecnenie:



Newtonova mechanika

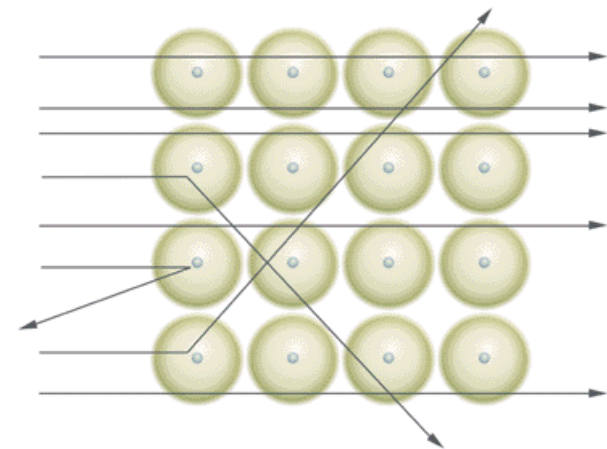
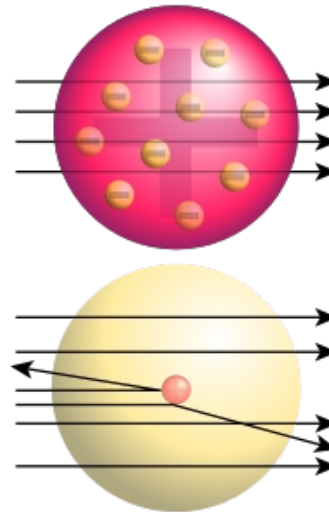
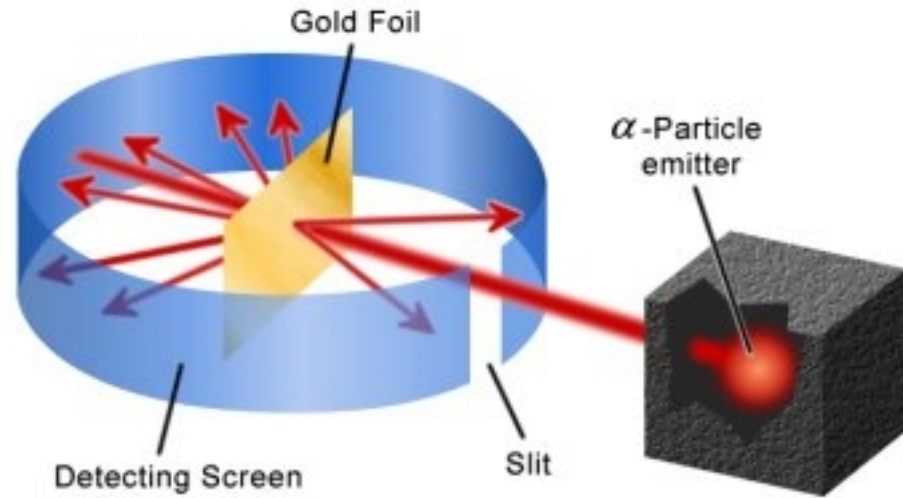


Einsteinova relativita

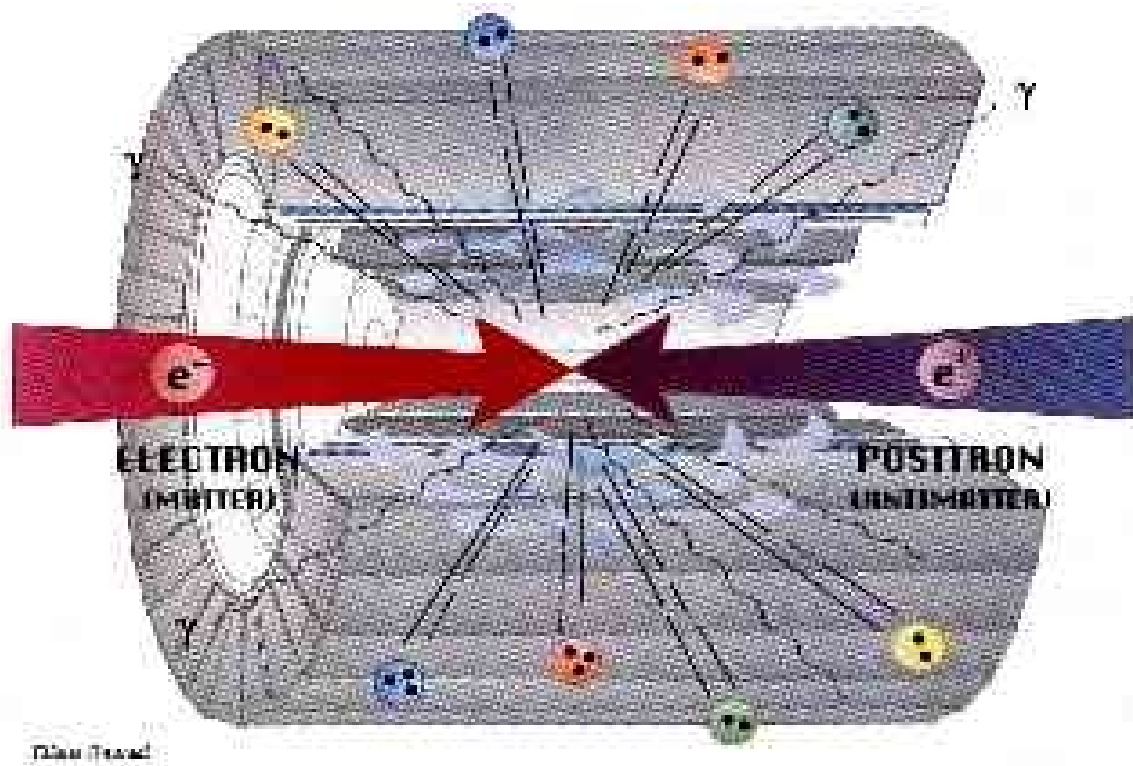
# Štruktúra:



*Ernest Rutherford*  
1911

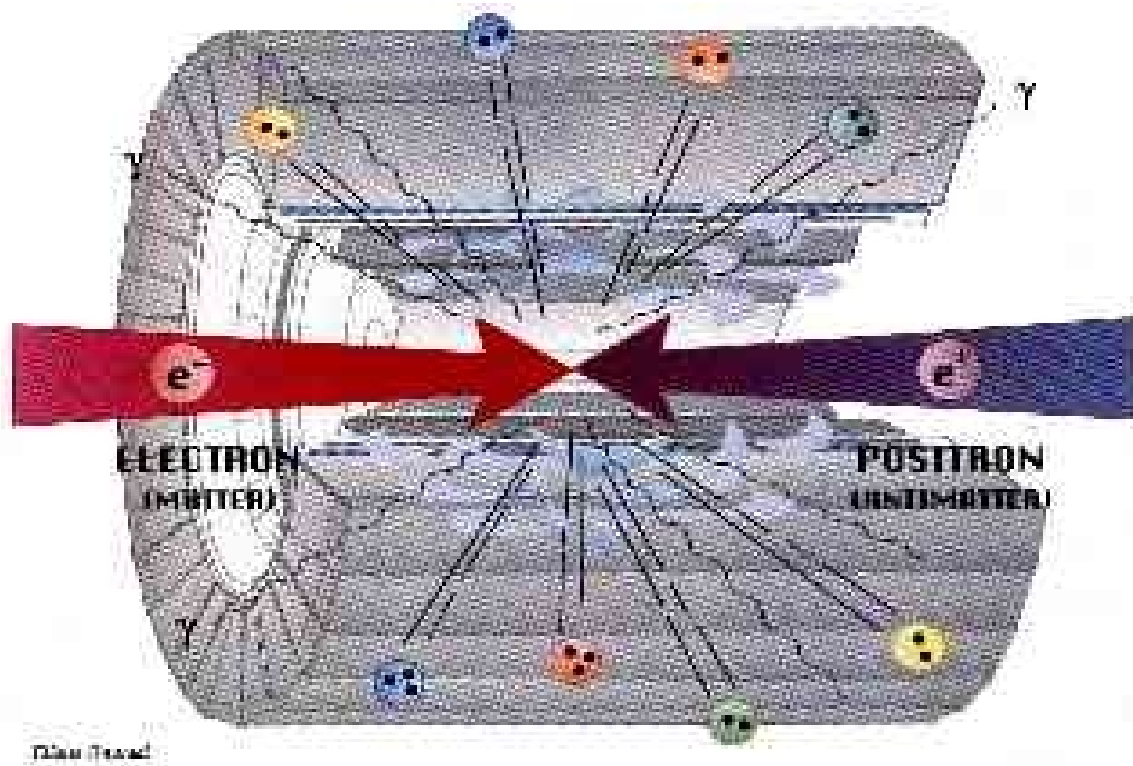


# Nové častice:

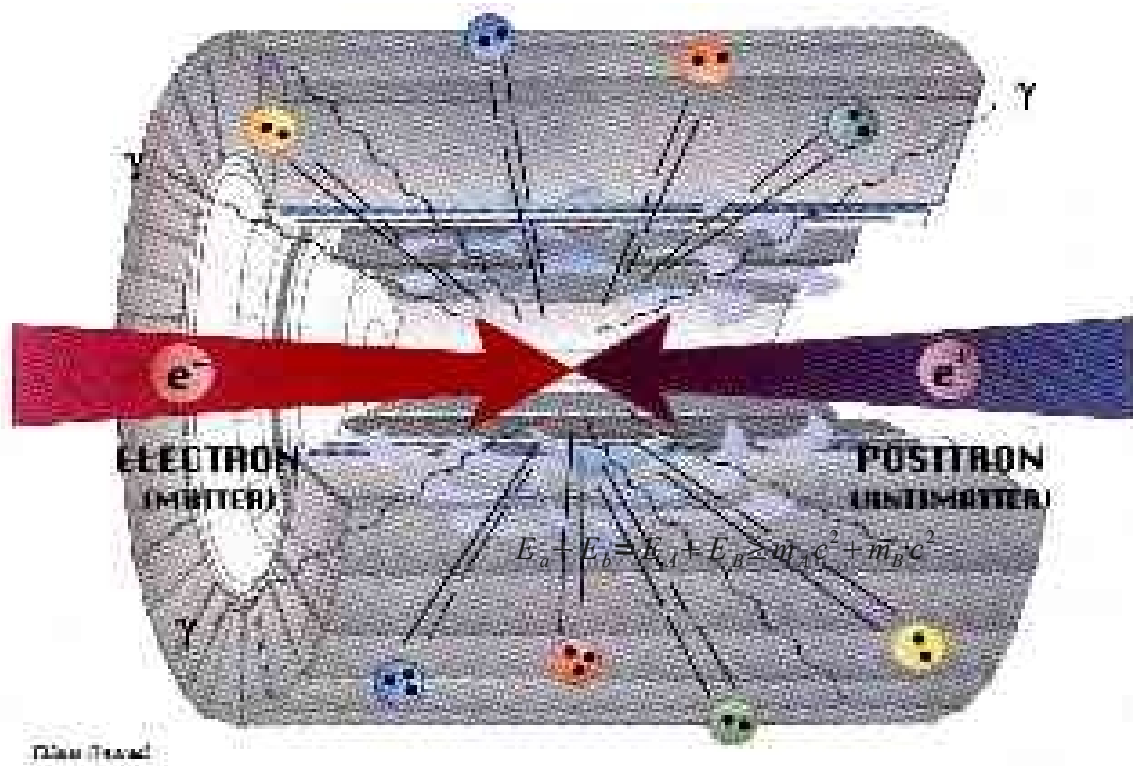




# Nové častice:



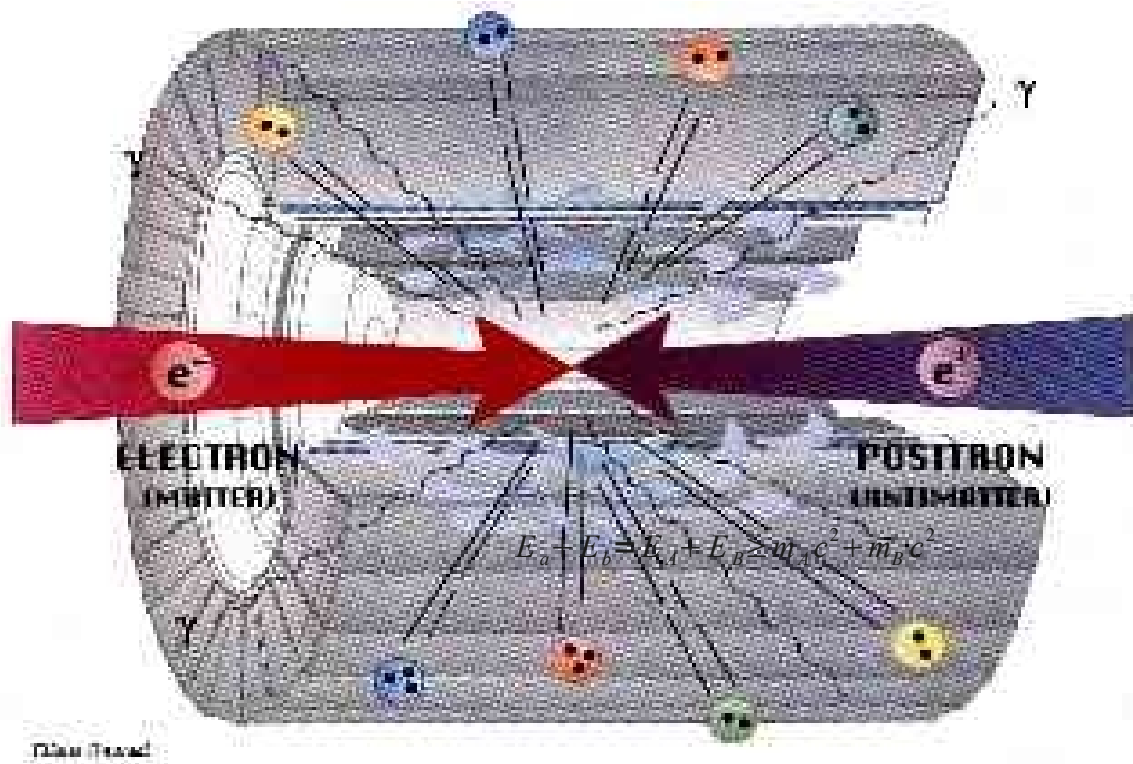
# Nové častice:



$$a + b \rightarrow A + B$$

$$E_a + E_b = E_A + E_B$$

# Nové častice:



$$a + b \rightarrow A + B$$

$$E_a + E_b = E_A + E_B \geq m_A c^2 + m_B c^2$$

# III. Čo nevieme

Je otázka, čo je pre vedca významnejšie,  
či znalosť faktov, či fantázia.

A.Einstein

priestor:

$10^{-18}$  m - 10 mld. sv. rokov

čas:

$10^{-26}$  s - 13 mld. rokov

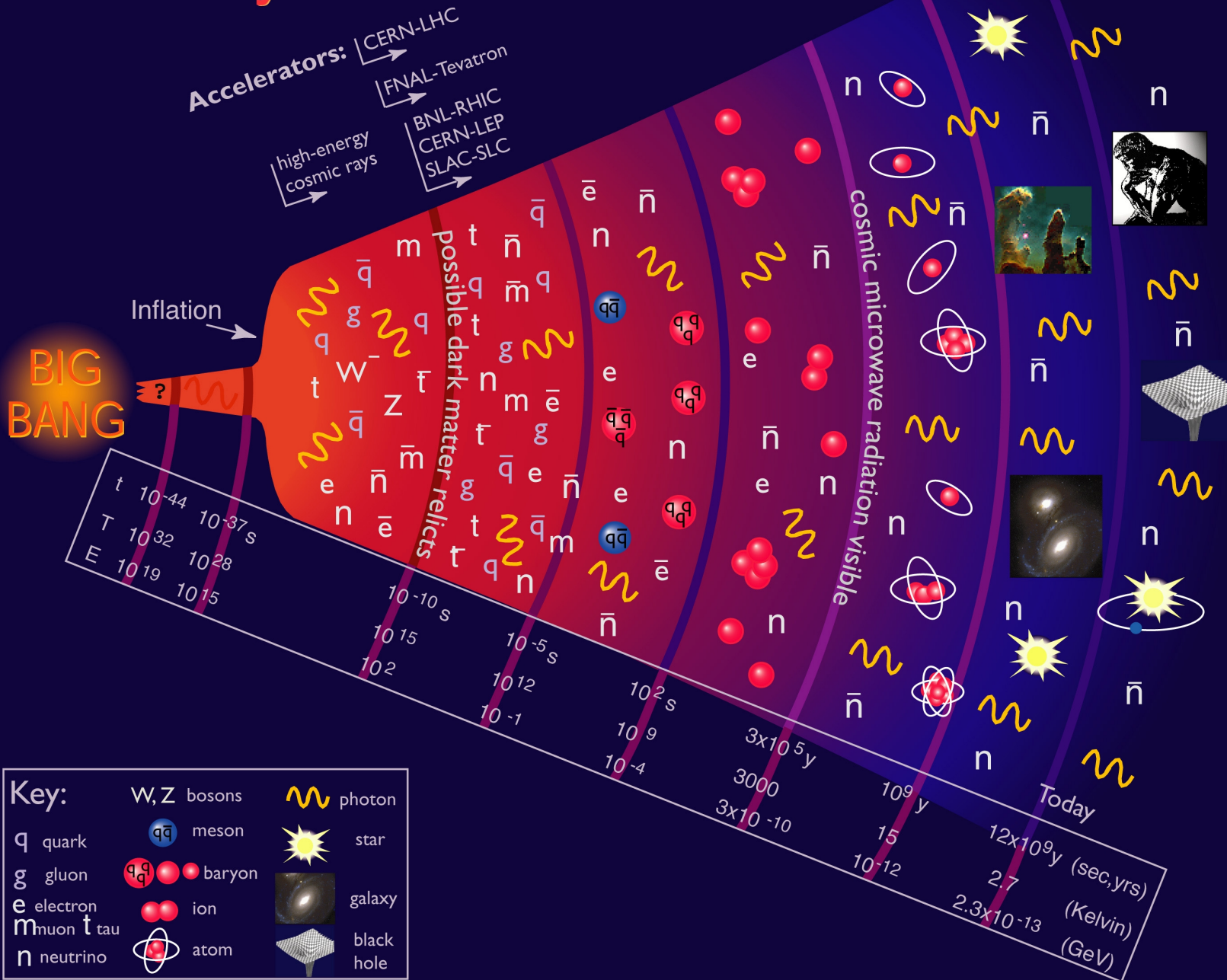
energia  $\Rightarrow$  hmotnosť:

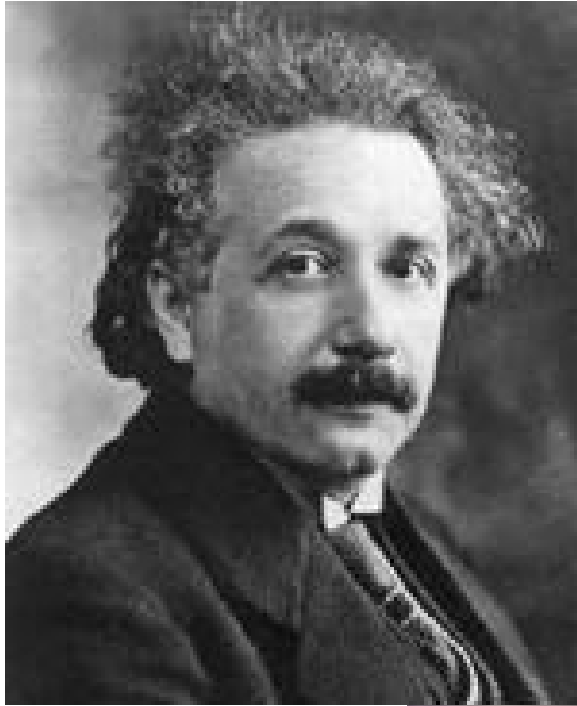
LEP  $e^+e^-$ : 210 GeV

Tevatron  $p\bar{p}$ : 1960 GeV

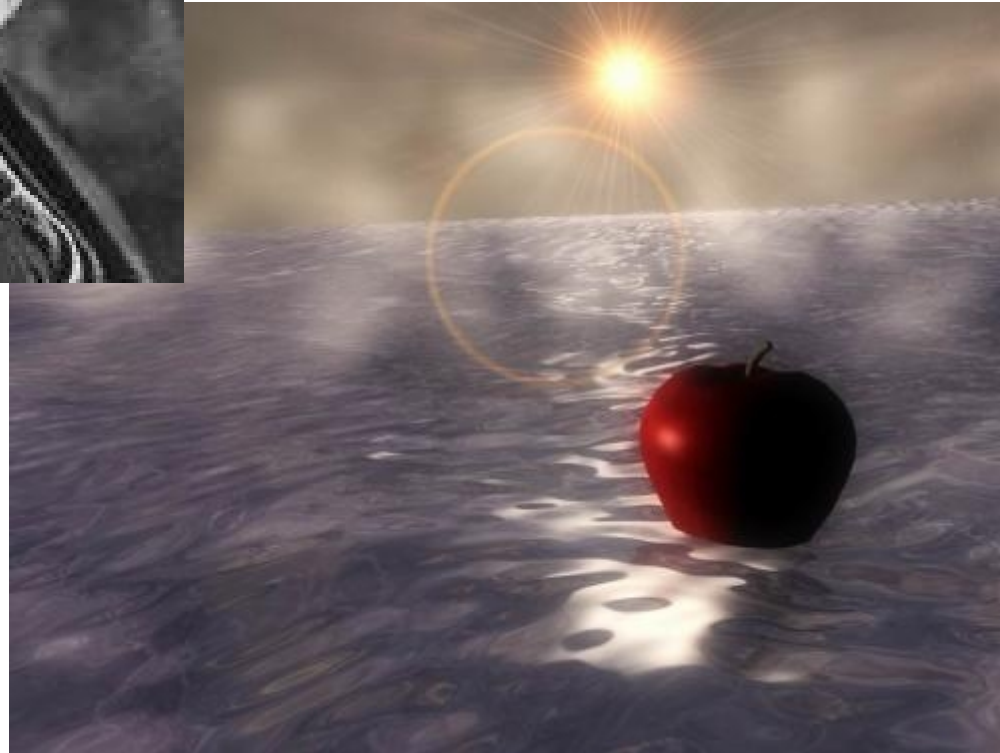
LHC pp: 14000 GeV

# History of the Universe

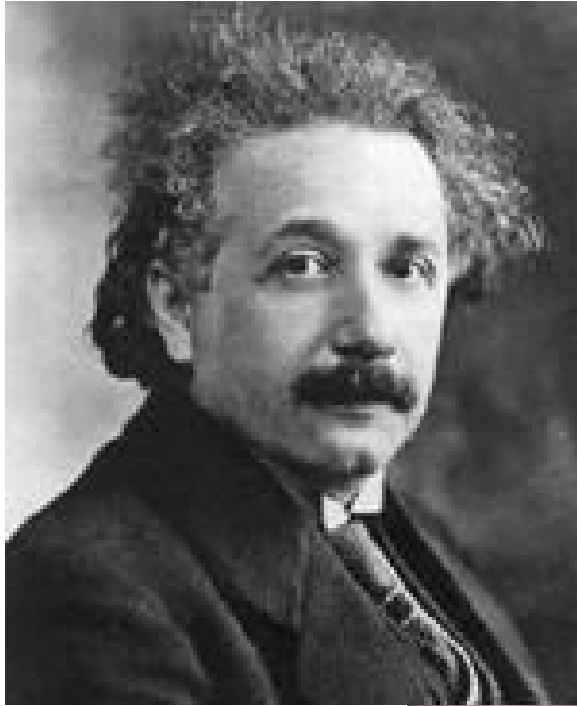




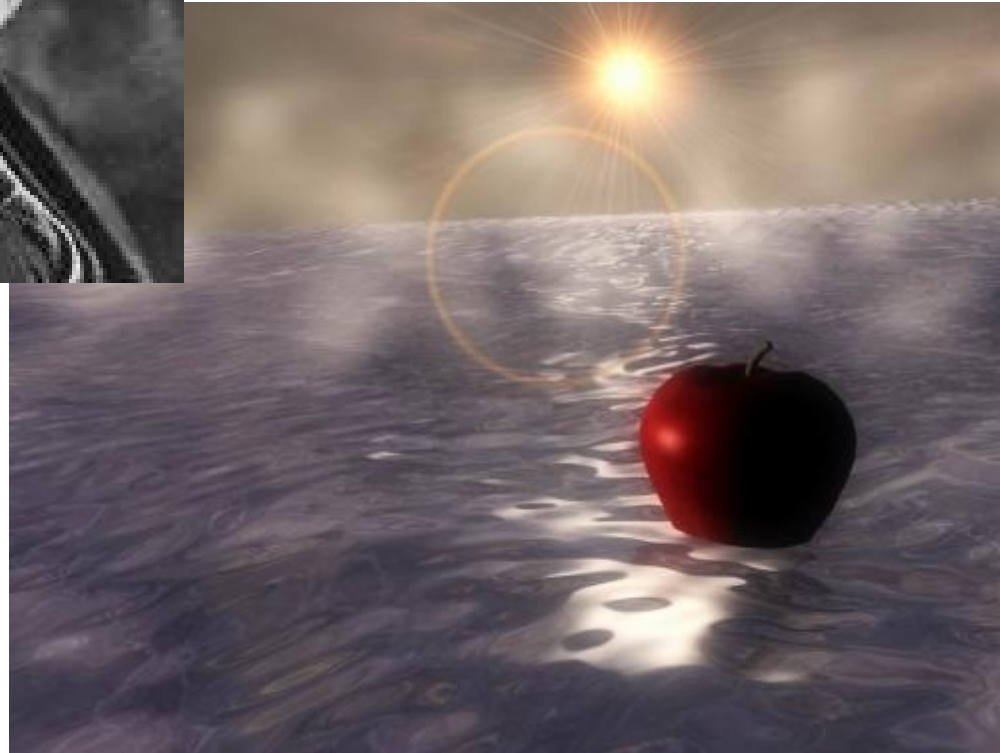
gravitačná sila  
=  
zakrivenie časopriestoru







gravitačná sila  
=  
zakrivenie časopriestoru



**- nemáme teóriu gravitačnej sily v mikrosvete**

- Big Bang → rozpínanie vesmíru
- baryónová hmota = 4% (svietiaci = 0.5%)
- nebaryónová tmavá hmota = 26%
- rozpínanie sa zrýchľuje => tmavá energia = 70%

- prečo práve tri generácie?
- sú elementárne častice elementárne?
- hmotnosti častíc
- hodnoty konštant
- dajú sa všetky 4 sily zjednotiť?
- čo bolo pred Big Bangom?
- je náš vesmír jediný?
- čo je čas?
- čo je priestor?

IV. Ako sa to pokúšame zistiť

Dôležitá vec je neprestat' sa pýtať.

A.Einstein

# Experimentátori:

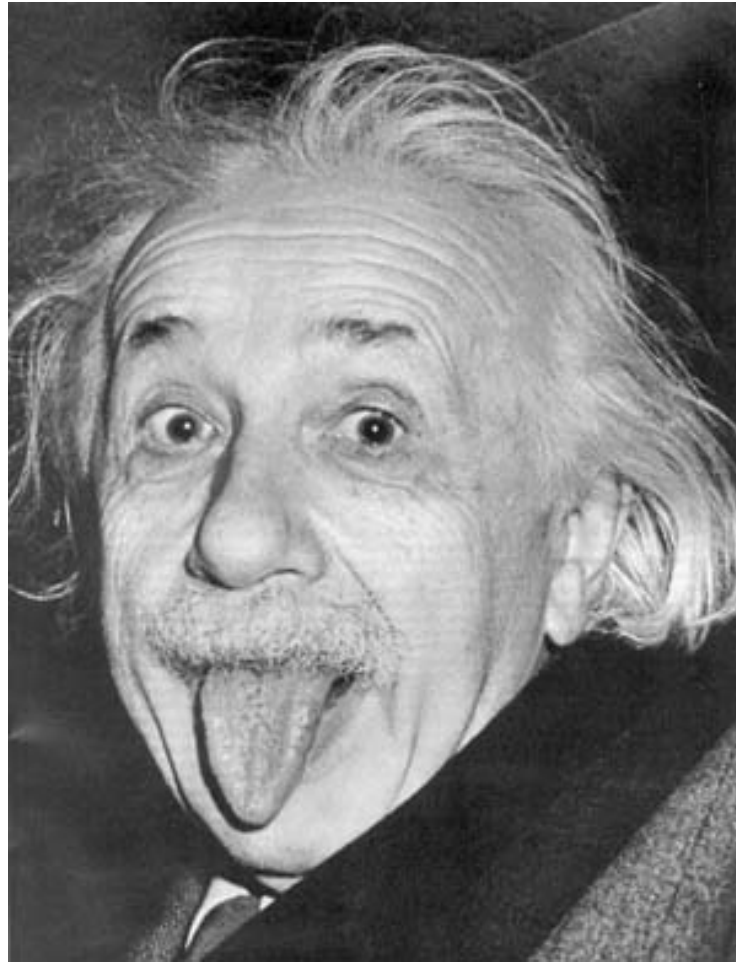
- urýchľovače (LHC, ILC)
- neutrínové experimenty
- kozmické žiarenie
- reliktné žiarenie
- teleskopy
- gravitačné vlny

## Experimentátori:

- urýchľovače (LHC, ILC)
- neutrínové experimenty
- kozmické žiarenie
- reliktné žiarenie
- teleskopy
- gravitačné vlny

## Teoretici:

- veľa kávy



Radost' vidiet' a rozumiet' je najkrajší dar prírody.  
A. Einstein