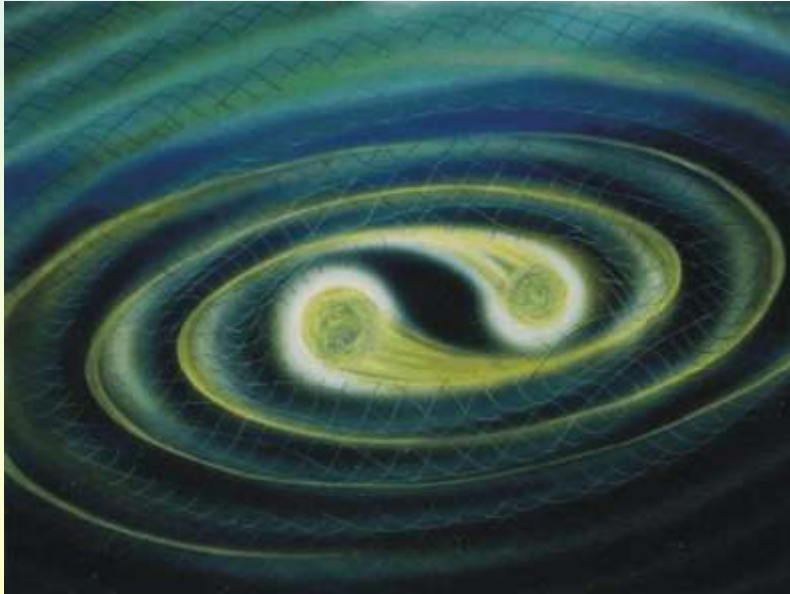
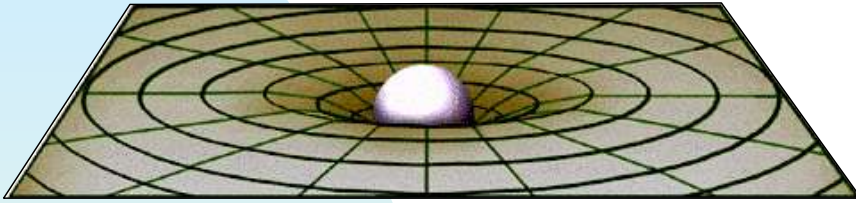


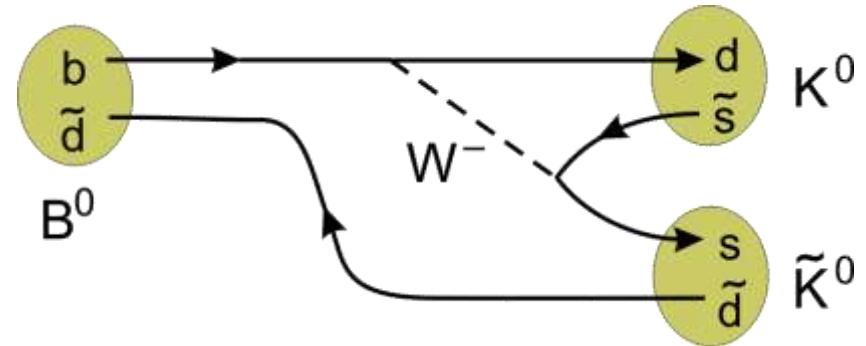
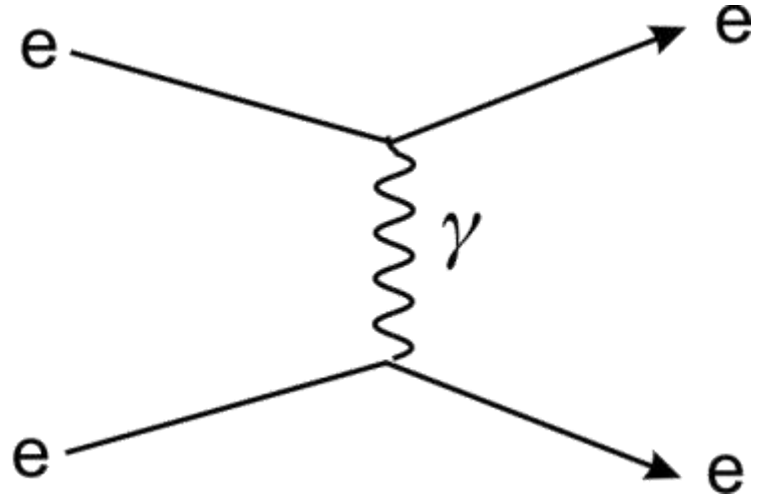
Sjednocování interakcí

Čtyři síly a dvě teorie

obecná relativita



kvantová teorie pole



Čtyři síly a dvě teorie

obecná relativita

POKŘIVENÝ SVĚT

- zakřivení dráhy světla
- gravitační čočky
- černé díry
- stáčení drah
- červený posuv gravitační
- červený posuv kosmologický
- Lensův-Thirringův jev
- expanze vesmíru

kvantová teorie pole

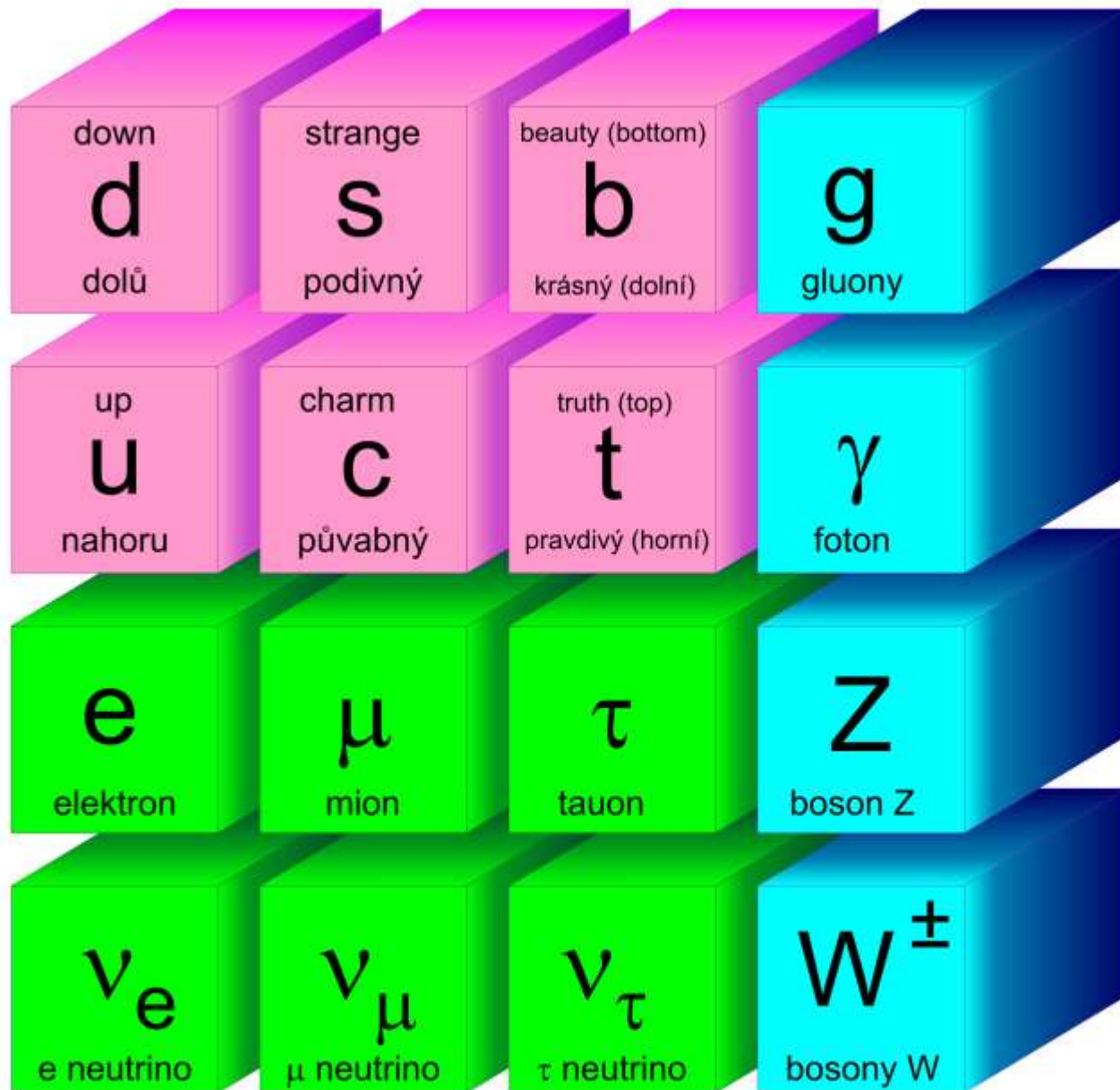
NEKOMUTUJÍCÍ SVĚT

- výměnné částice
- standardní model
- kvarky a leptony
- fermiony a bosony
- elektroslabé sjednocení
- Velké sjednocení (GUT)
- symetrie a kalibrační teorie
- antihmota

?

Částice

KVARKY



INTERMEDIÁLNÍ ČÁSTICE

FERMIONY

BOSONY

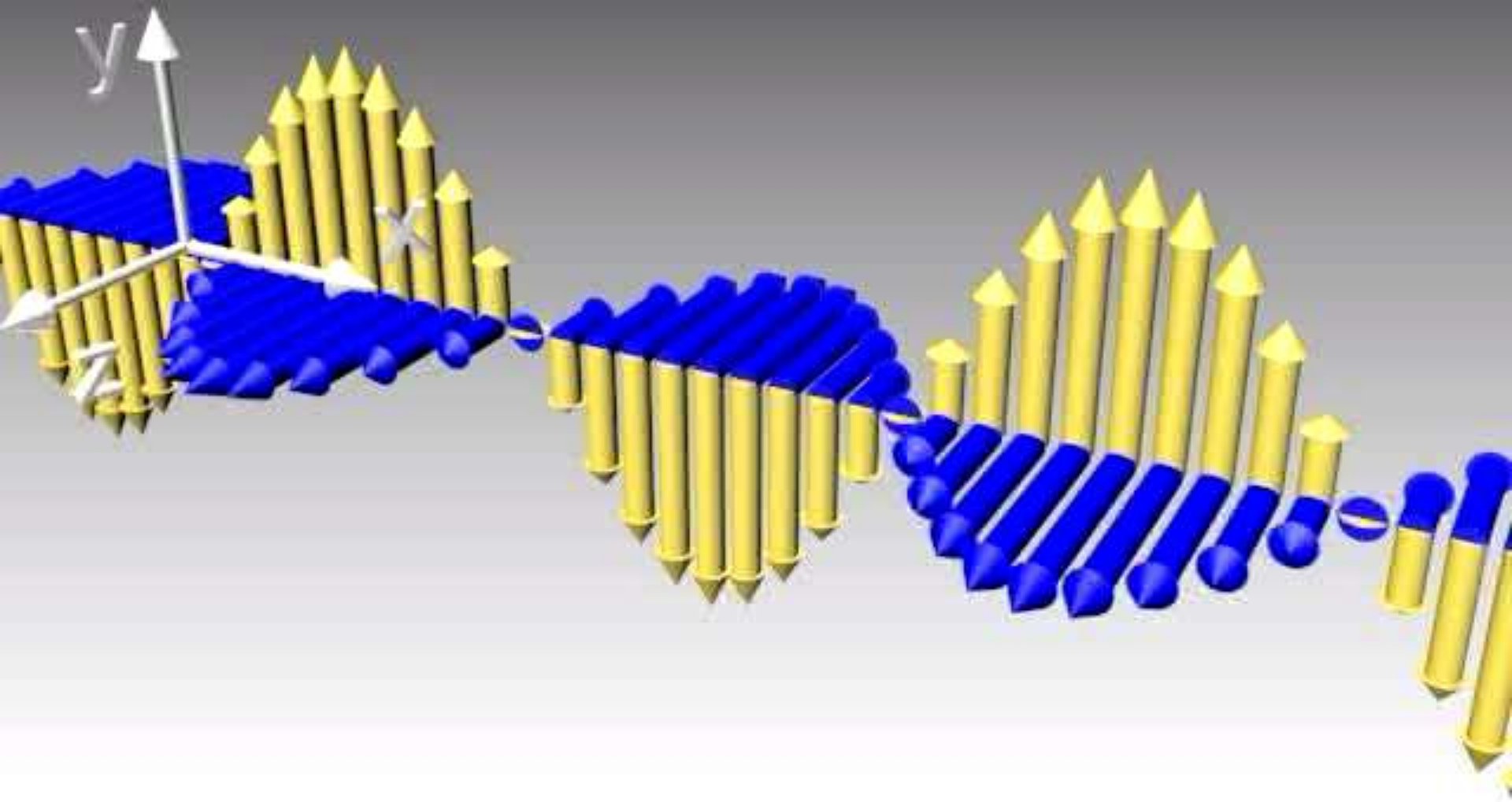
Horror vacui

Aristoteles (384-322 př. n. l.)
svět se bojí prázdnoty

1644 Evangelista Torricelli (1608-47)
1) svět se nebojí prázdnoty
2) vzduch má „váhu“



Éter



Kvantové vakuum

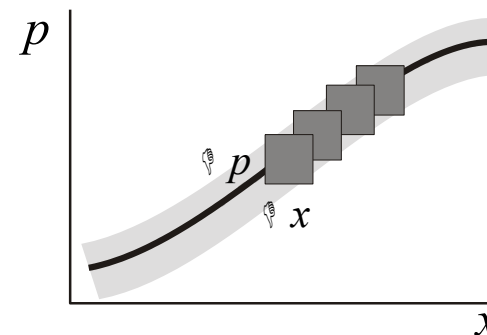
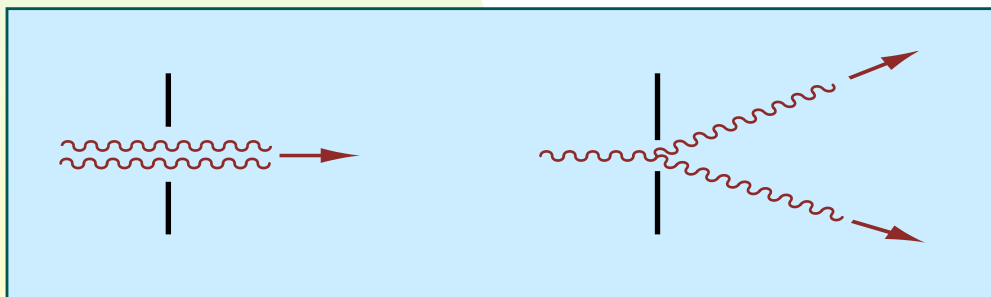
Nekomutativnost aktu měření
Relace neurčitosti

$$AB \neq BA$$

- svět je kvantově rozmazán
- absolutní nula, nulové kmity
- dynamické vakuum, nenulové fluktuace polí

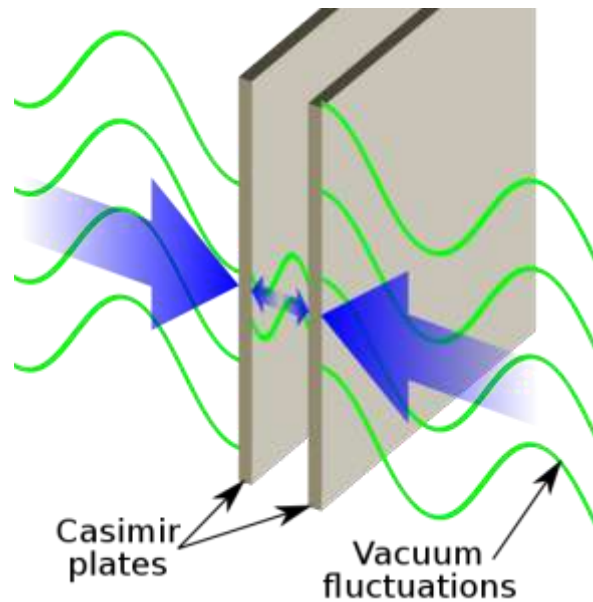
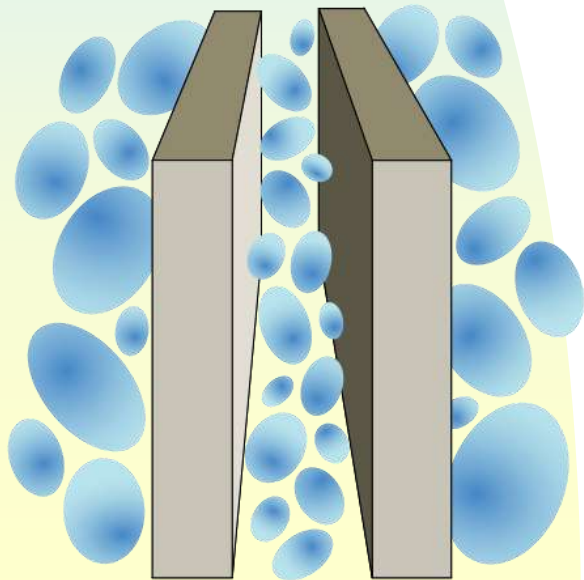
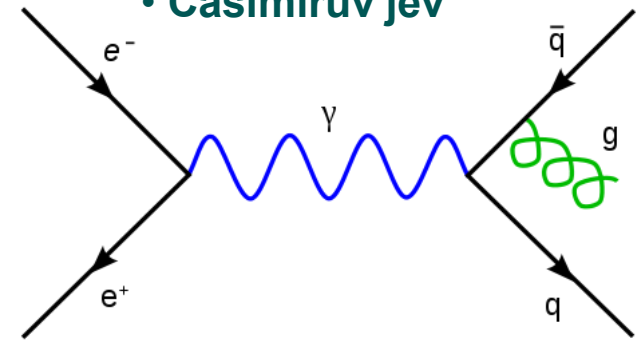
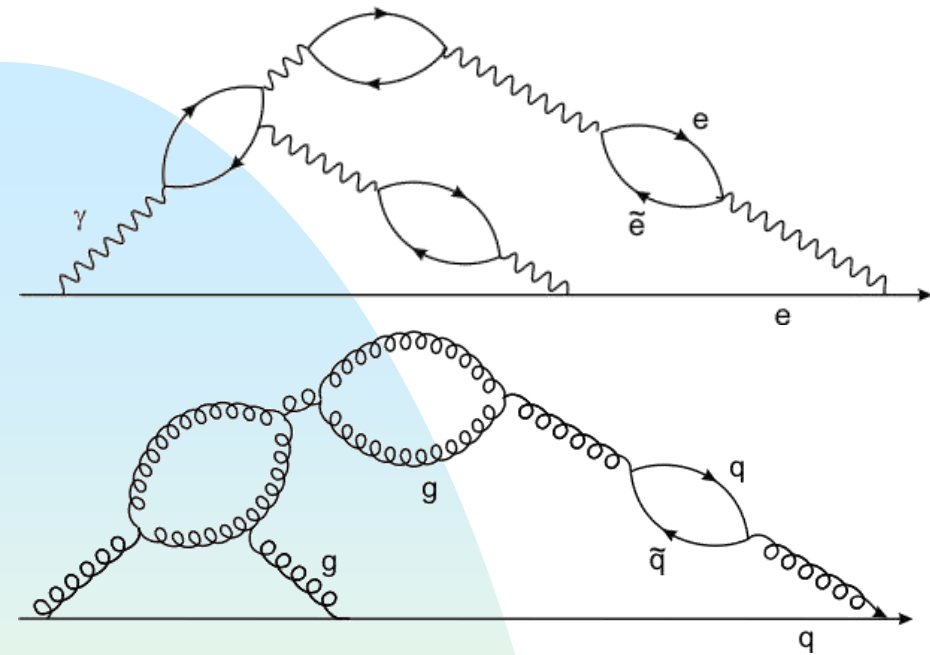


Werner Karl Heisenberg (1901-1976). Nobelova cena: 1932.



Kvantové vakuum

- stínění náboje
- polarizace vakua
- Lambův posuv
- Casimirův jev



Sjednocování interakcí – elektroslabé sjednocení

Nobelova cena 1979

- výběrová interakce
- krátký dosah slabé interakce
- SU(2) symetrie slabé interakce
- polní částice W^+ , W^- , Z^0
- Higgsovy bosony

$$\begin{pmatrix} e^- \\ \nu_e \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \mu^- \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \tau^- \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} d \\ u \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} s \\ c \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} b \\ t \end{pmatrix}$$



Steven Weinberg

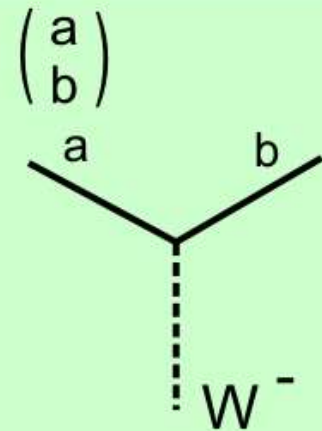
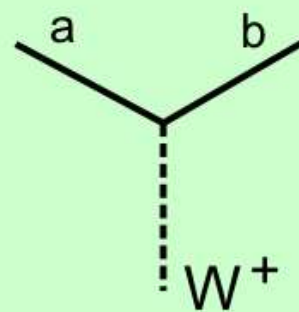
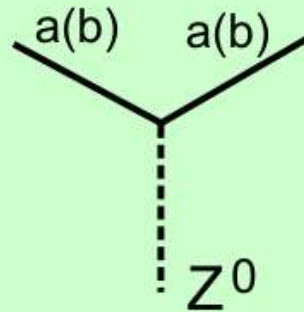
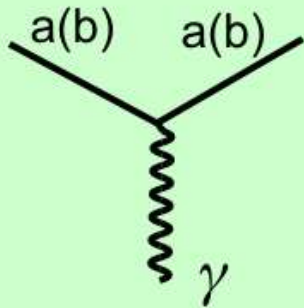


Abdus Salam



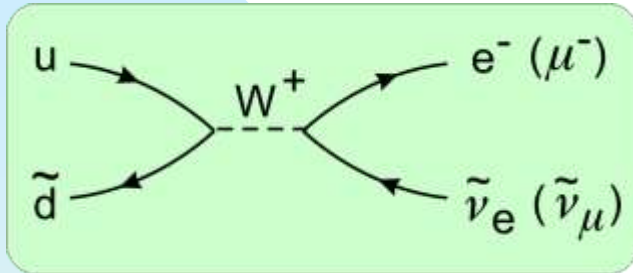
Sheldon Lee Glashow

DIAGRAMY ELEKTROSLABÉ INTERAKCE

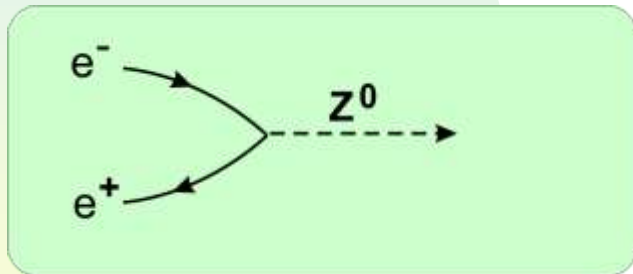


Sjednocování interakcí – elektroslabé sjednocení

Nobelova cena 1984



CERN, SPS, 1983, nabité toky



CERN, LEP, 1984, neutrální toky



Carlo Rubbia



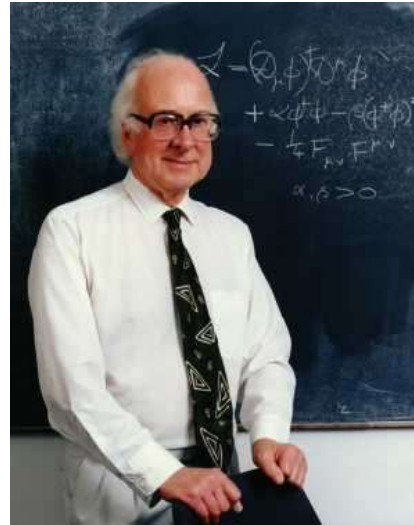
Simon van der Meer



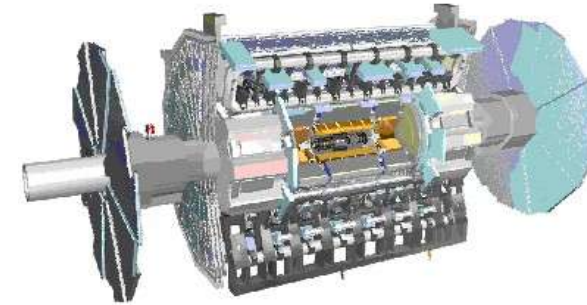
Sjednocování interakcí – Higgsov mechanismus

Higgsovy částice

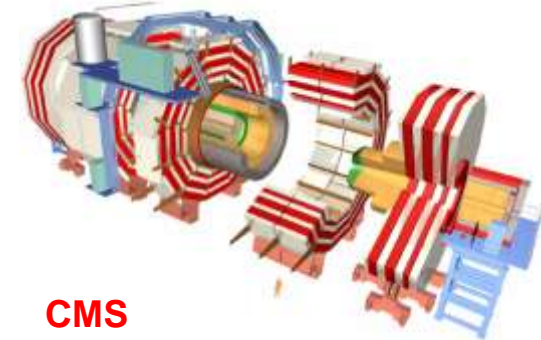
Částice v elektroslabé interakci, které zajišťují nenulovou hmotnost polních částic slabé interakce. Částice jsou pojmenovány podle skotského fyzika Petera Higgse (1929).



Peter Higgs (1929)

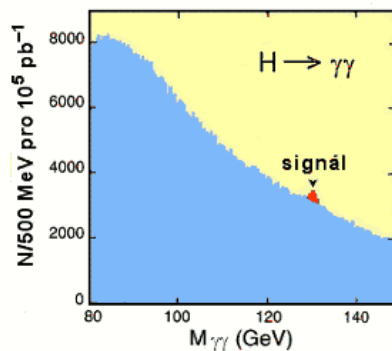


ATLAS

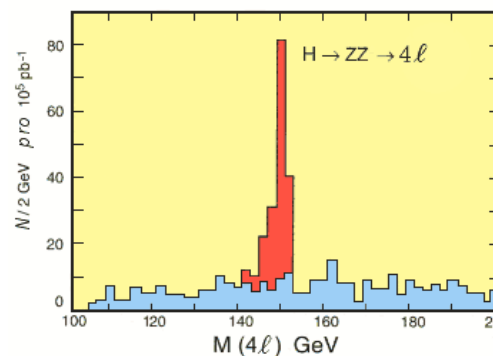


CMS

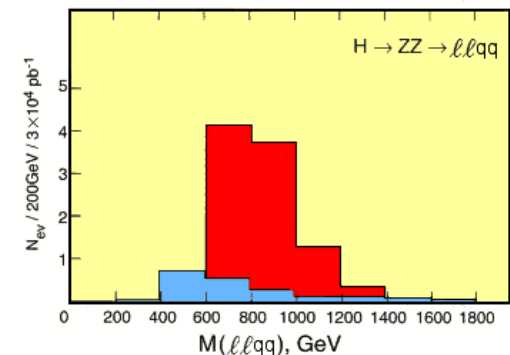
Hmotnostní spektra



$M_H: 100 \div 140 \text{ GeV}$



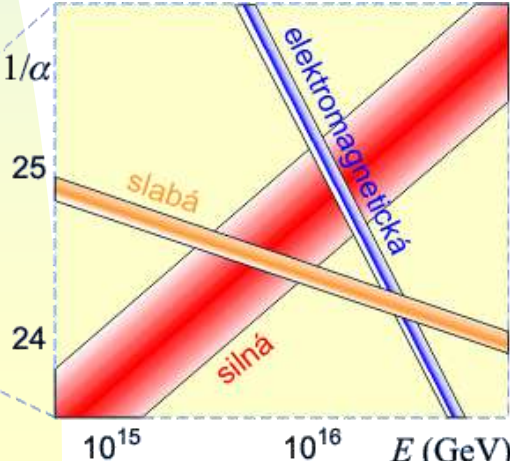
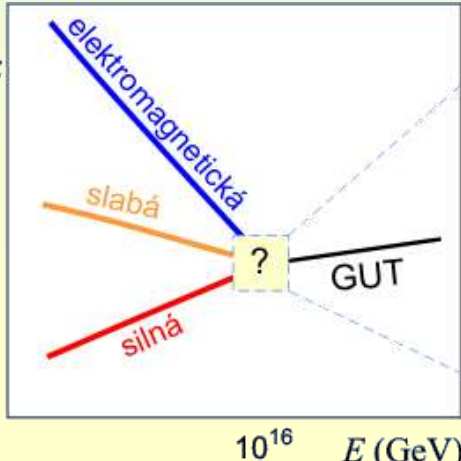
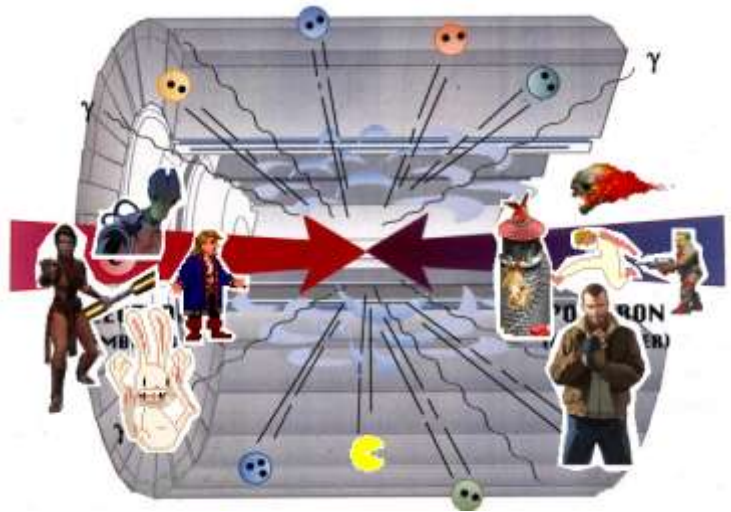
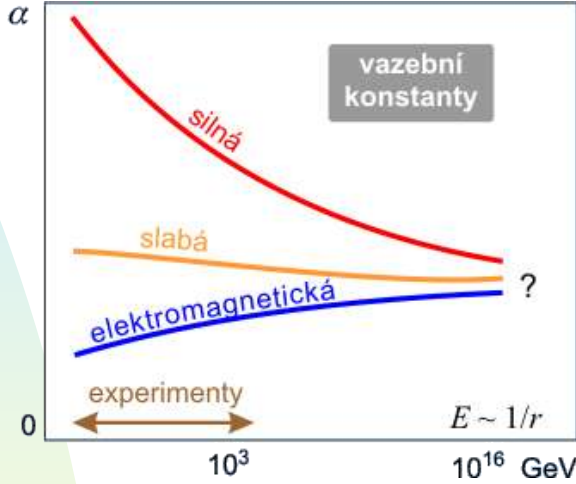
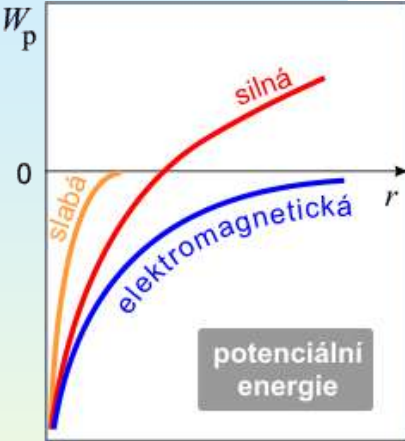
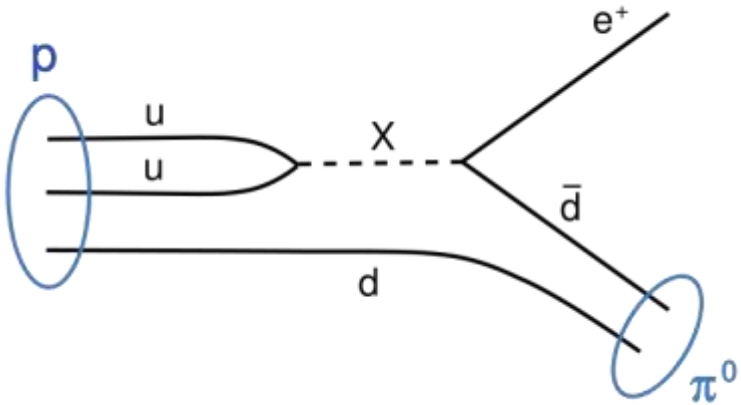
$M_H: 140 \div 500 \text{ GeV}$



$M_H > 500 \text{ GeV}$

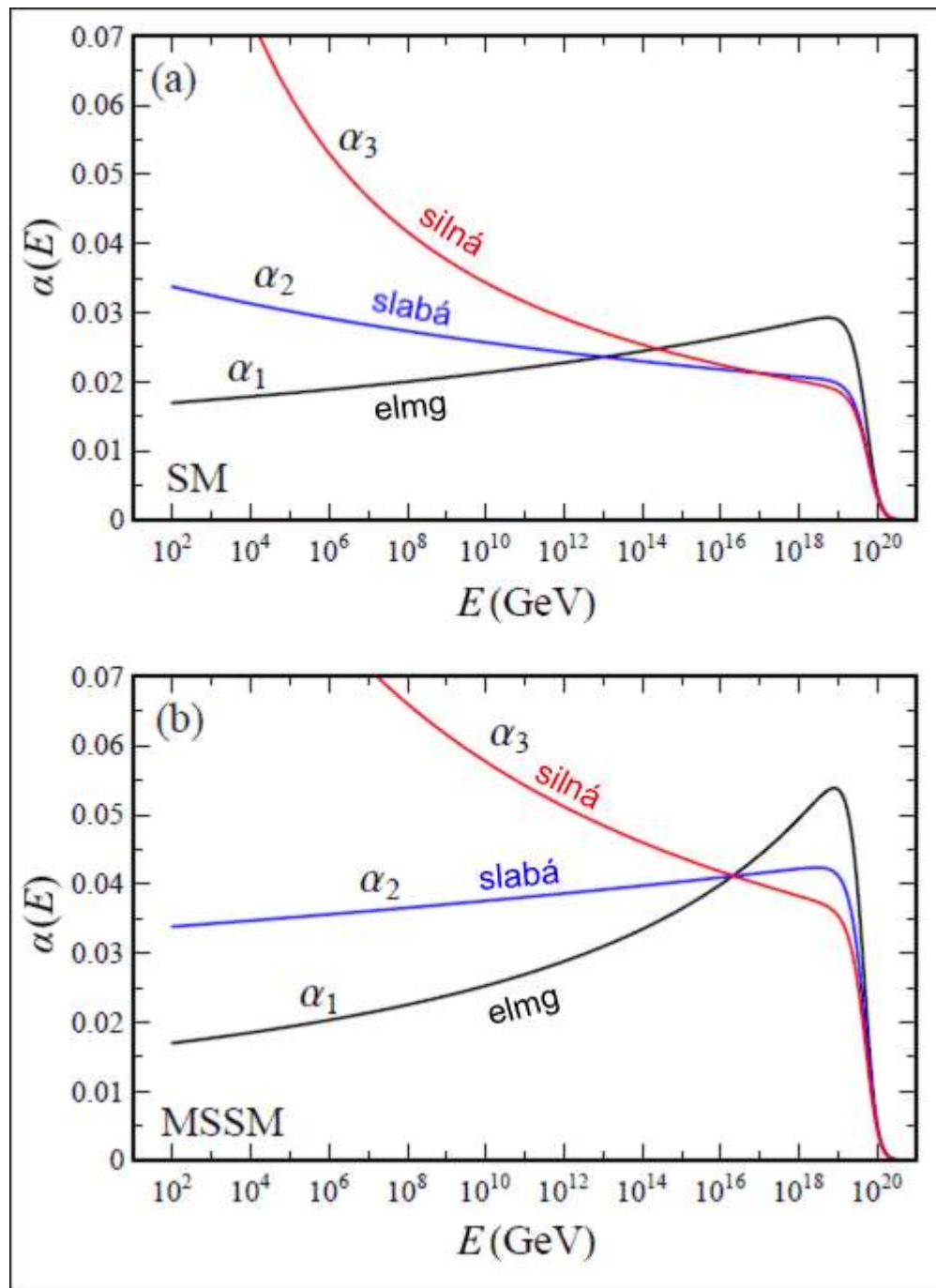
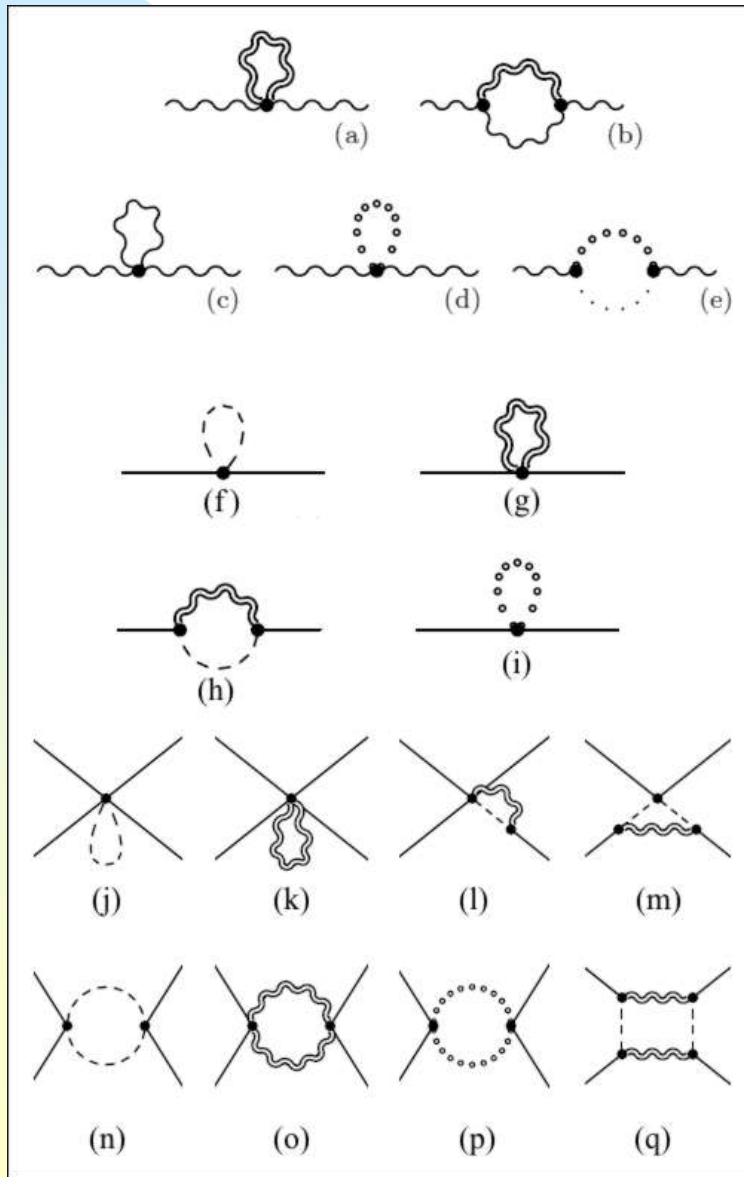
Sjednocování interakcí – velké sjednocení (GUT)

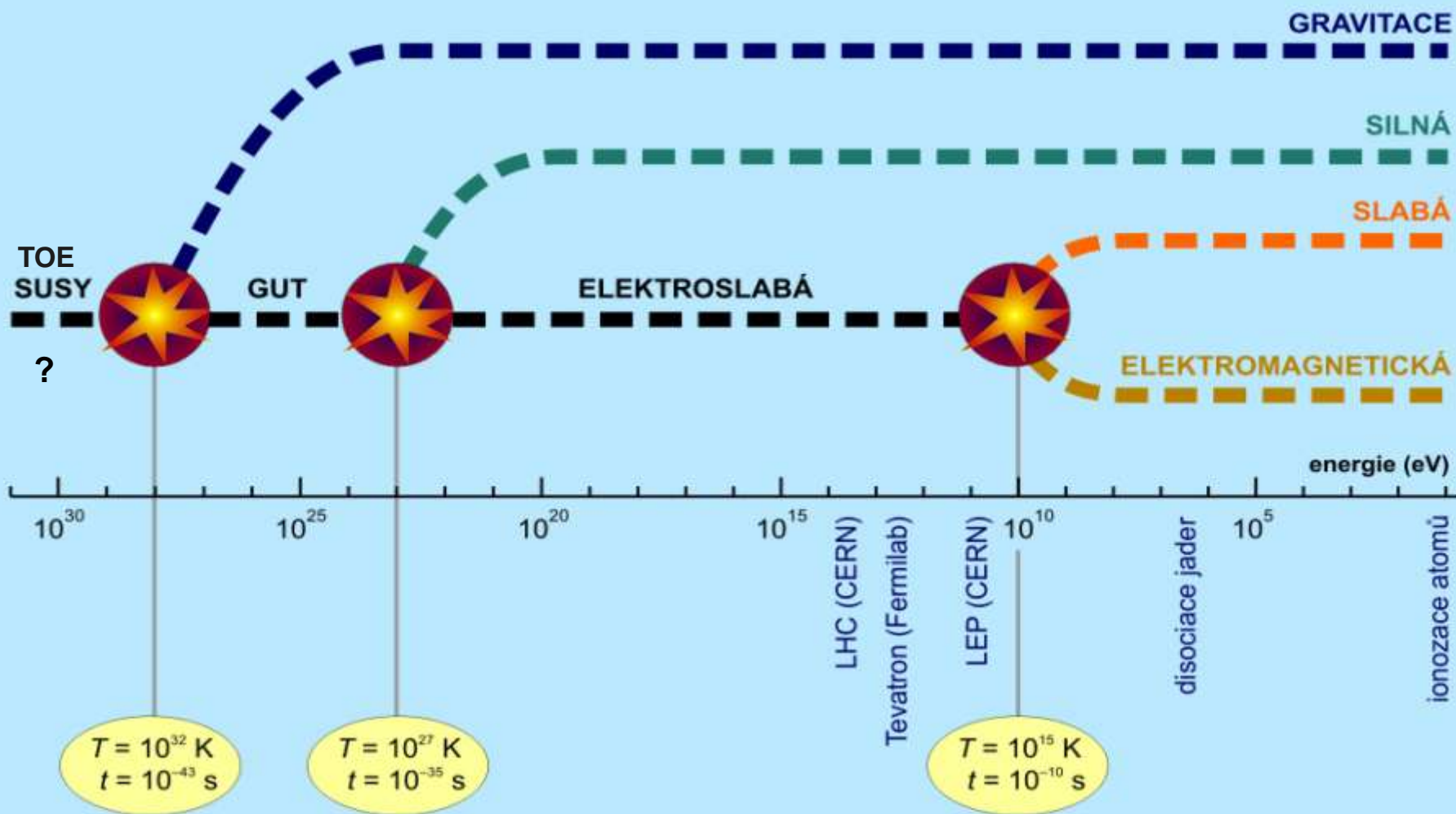
- polní částice X, Y
- přechody kvarky – leptony
- nezachování počtu leptonů a baryonů
- látka dlouhodobě nestabilní?



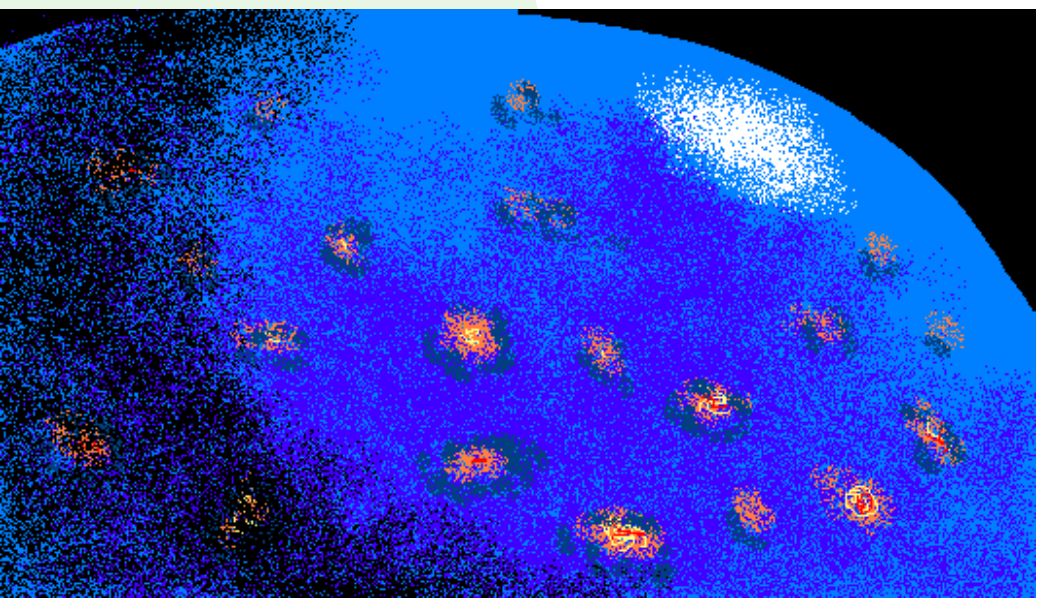
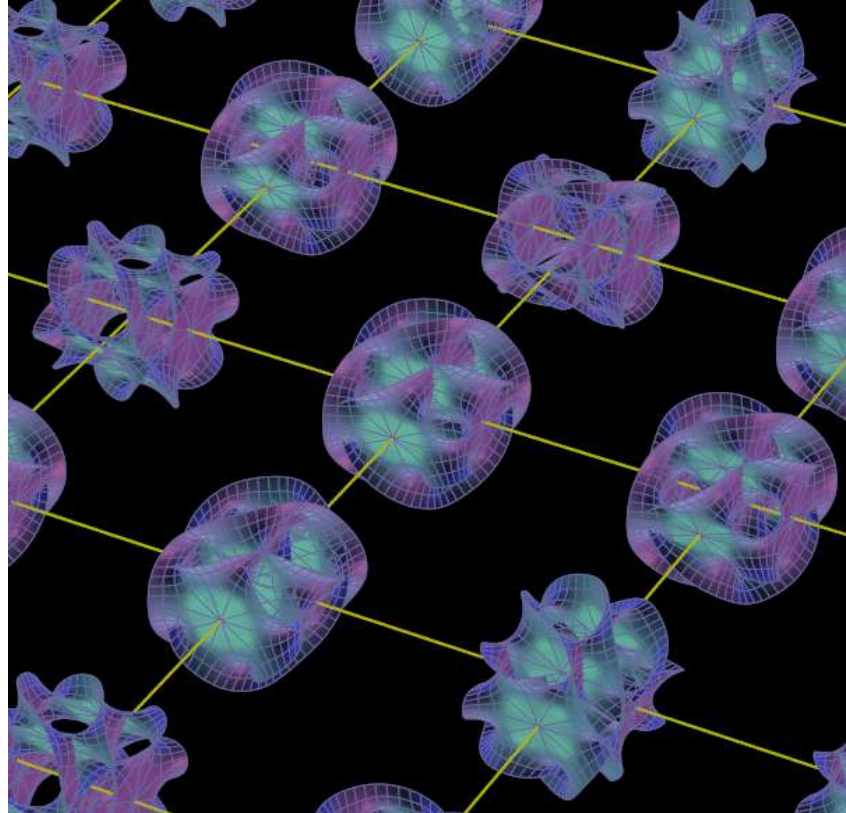
Sjednocování interakcí

– velké sjednocení (GUT)

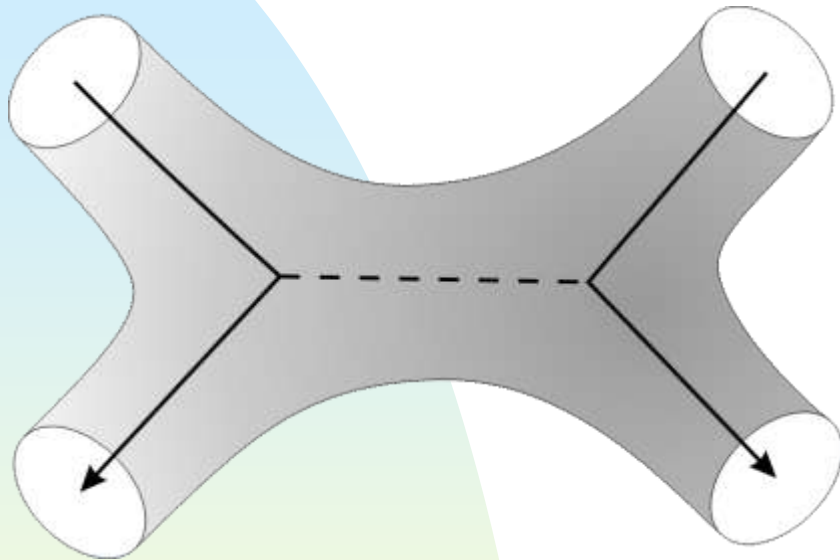




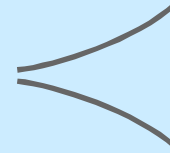
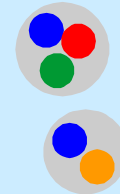
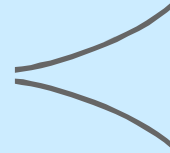
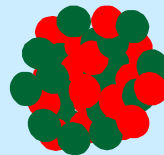
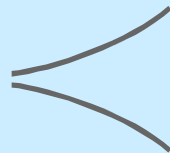
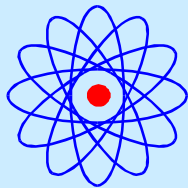
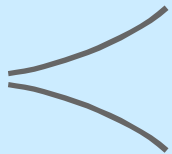
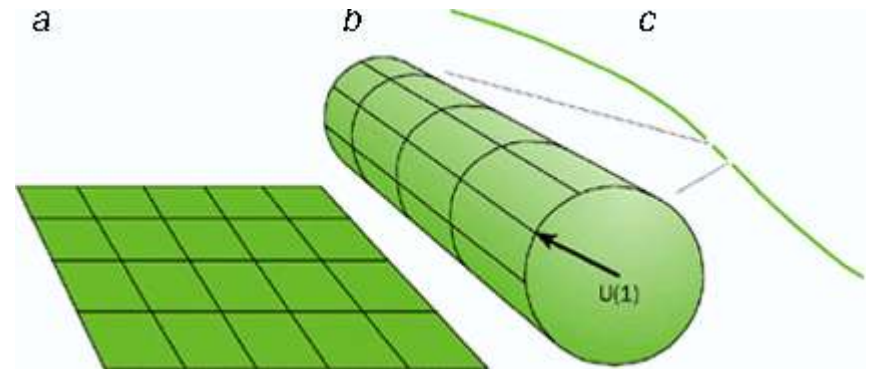
Kaluza, Klein a pátá dimenze (1921)



TOE: extradimenze, kompaktifikace



- spojení kvantové teorie a relativity
- vysoký počet dimenzí
- kompaktifikované dimenze (10^{-33} cm)
- periodické struktury
- částice jako 1D struny
- strunové vakuum



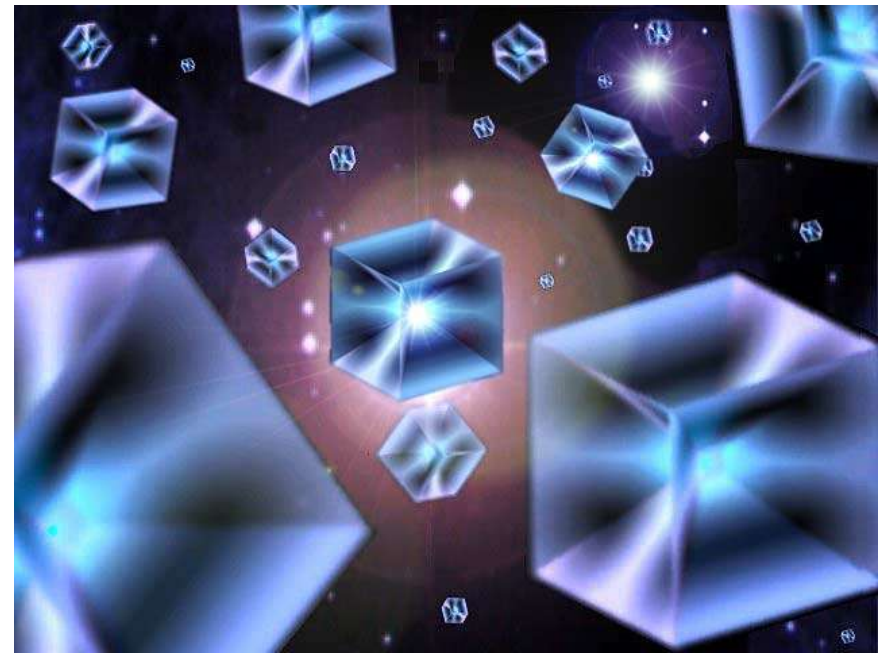
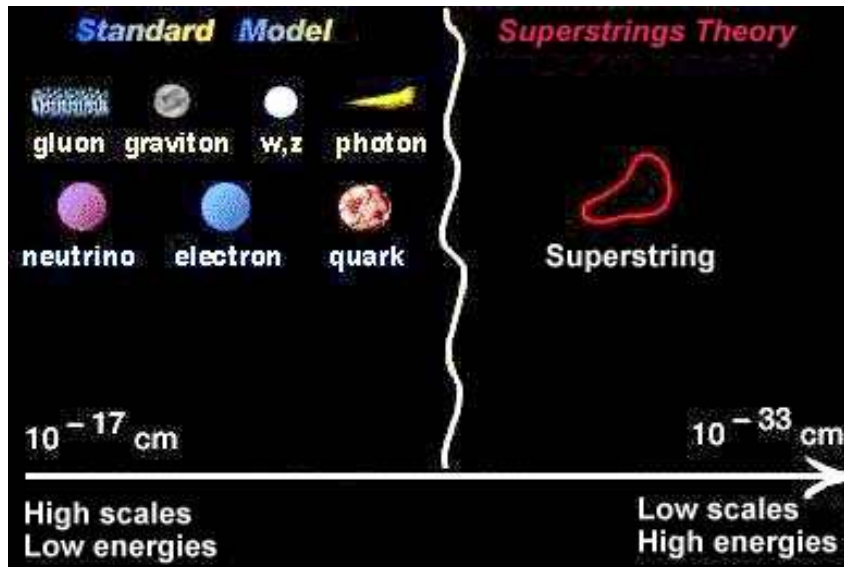
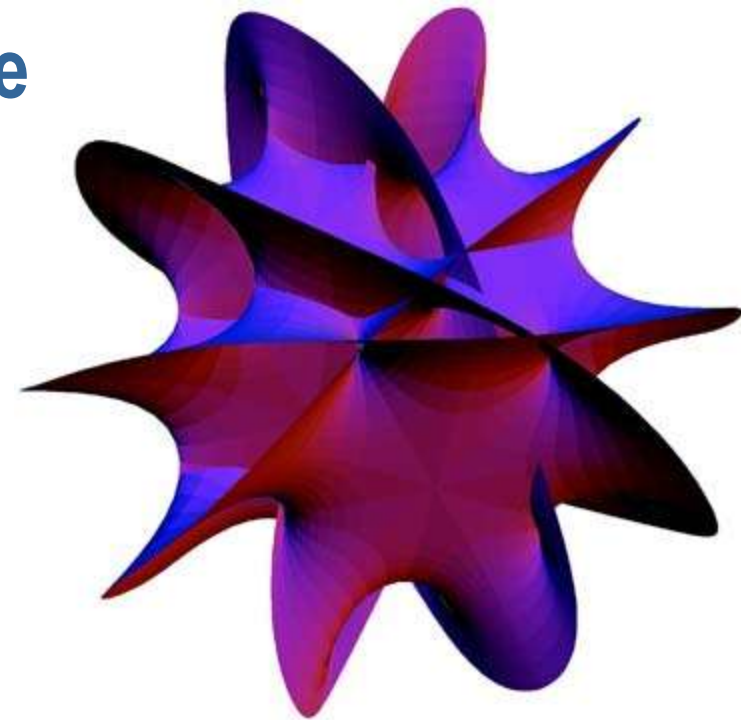
TOE: extradimenze, kompaktifikace

Kolik dimenzí?

10 + 1

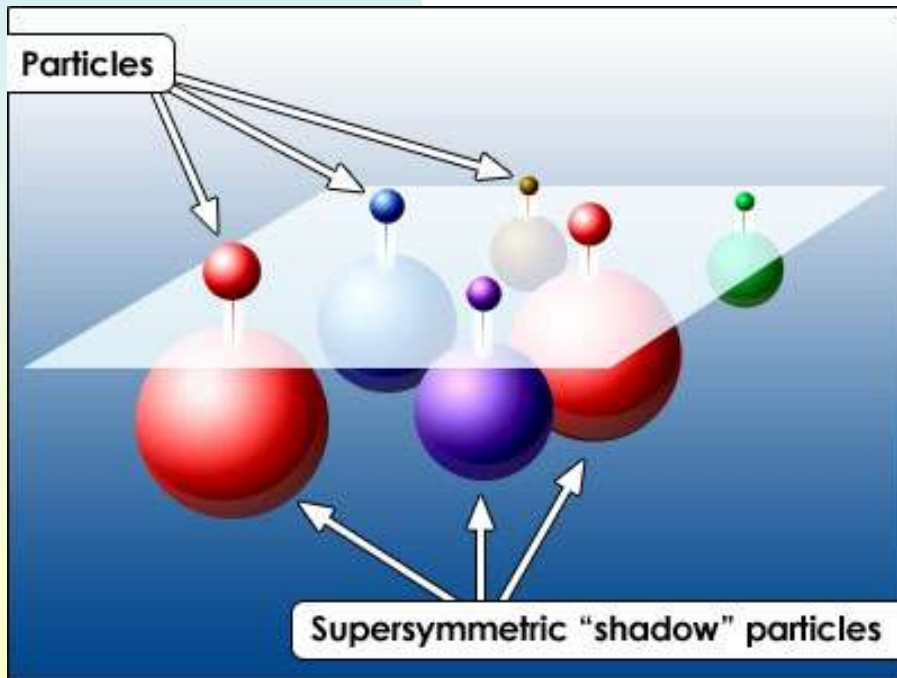
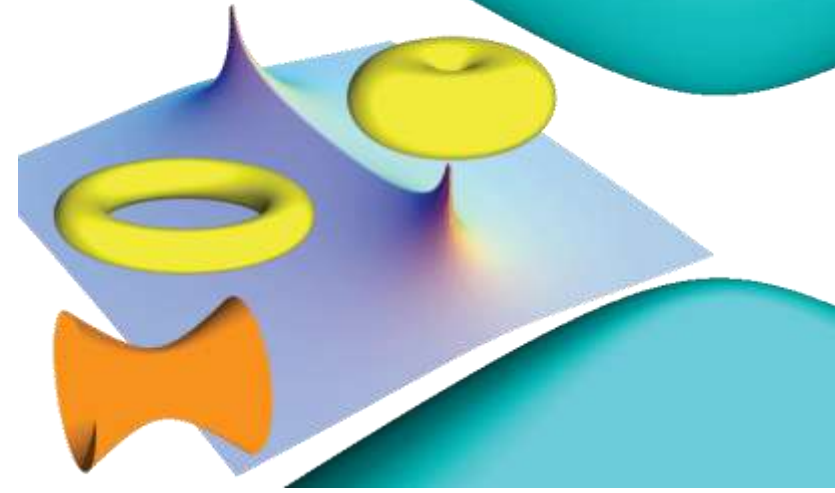
26 + 1 = 4 + 6 + 16 + 1

506 + 1



Princip supersymetrie (SUSY)

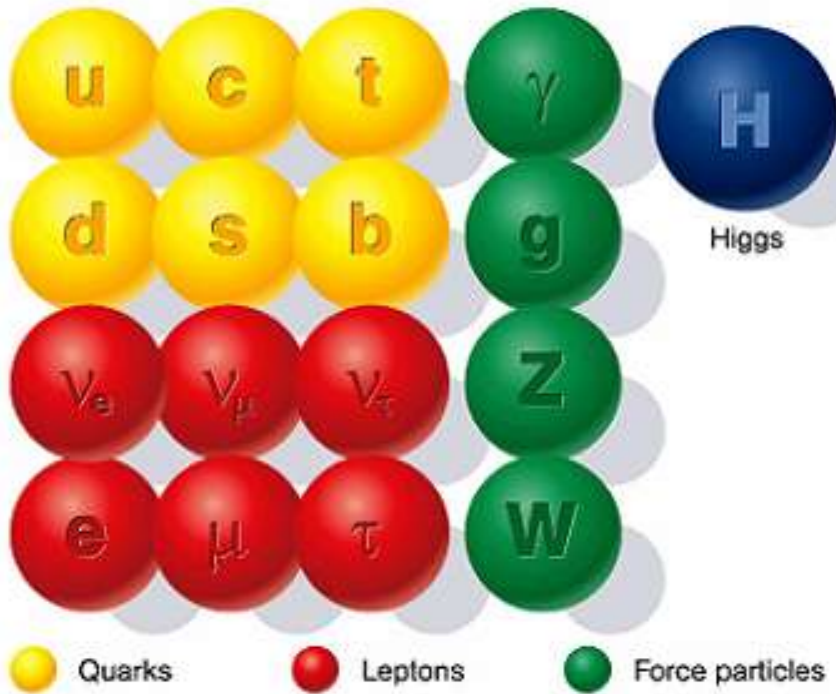
- superpartneři
- superstruny
- strunová kosmologie – superinflace, superkontrakce
- intenzivní gravitační vlny



KVARKY	down d dolů	strange s podivný	beauty (bottom) b krásný (dolní)	g gluony	INTERMEDIÁLNÍ ČÁSTICE
	up u nahoru	charm c půvabný	truth (top) t pravdivý (horní)	γ foton	
LEPTONY	e elektron	μ mion	τ tauon	Z boson Z	
	ν_e e neutrino	ν_μ μ neutrino	ν_τ τ neutrino	W[±] bosony W	
FERMIONY				BOSONY	

Princip supersymetrie

Standard particles



SUSY particles

