

Program pre učiteľov fyziky z členských štátov CERNu

Fyzika elementárnych častíc

1. z čoho sa skladá svet

Martin Mojžiš

elementárne častice

elementárne fermióny

- *leptóny*
- *kvarky*

elementárne bozóny

- *fotón*
- *gluón*
- *W a Z bozón*
- *gravitón (?)*
- *Higgsov bozón*

neelementárne častice: *protón, neutrón, pión, ...*

volajú sa hadróny, skladajú sa z kvarkov

elementárne fermióny

leptóny

kvarky

<i>elektrón</i>	<i>mión</i>	<i>tau</i>
<i>e-neutrino</i>	<i>μ-neutrino</i>	<i>τ-neutrino</i>
up	charm	top
down	strange	bottom

1. rodina

2. rodina

3. rodina

elementárne bozóny

<i>fotón</i>	elektromagnetické
<i>gluón</i>	silné jadrové
<i>W a Z bozón</i>	slabé jadrové
<i>gravitón</i>	gravitačné
<i>Higgsov bozón</i>	spontánny narušiteľ

interakcie

Nobelove ceny

J.J.Thomson	<i>mión</i>	M.Pert
F.Reines	Ledermann Schwartz Steinberger	τ -neutrino
Friedman Kendall Taylor	Richter, Ting	top
M.Gell-Mann		bottom

A.Einstein
A.Compton

Gross, Wilczek, Politzer

Glashow, Weiberg, Salam
Rubbia, van der Meer
't Hooft, Veltman

antičastice

- ku každej elementárnej častici existuje antičastica
- častica a antičastica majú rovnakú hmotnosť, spin, ...
- častica a antičastica majú opačný elektrický náboj, ...

<i>elektrón</i>	C.Anderson
<i>neutríno</i>	<i>anti-neutríno</i>
up	E.Segrè O.Chamberlain
down	

- ďalšie rodiny analogicky
- W^+ je antičastica k W^-
- fotón, gluón, Z, Higgs aj gravitón sú sami sebe antičastice

interakcie s fotónom

Q

-1

e <i>elektrón</i>	μ <i>mión</i>	τ <i>tau</i>
------------------------	----------------------	----------------------

0

ν_e <i>e-neutrino</i>	ν_μ <i>μ-neutrino</i>	ν_τ <i>τ-neutrino</i>
------------------------------	-----------------------------------------------	-------------------------------------------------

2/3

u up	c charm	t top
-----------	--------------	------------

-1/3

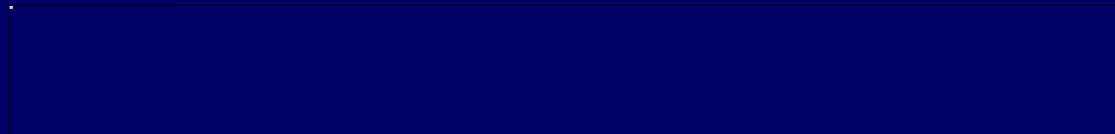
d down	s strange	b bottom
-------------	----------------	---------------

± 1

W^\pm

interakcie s gluónom

e <i>elektrón</i>	μ <i>mión</i>	τ <i>tau</i>
ν_e <i>e-neutrino</i>	ν_μ <i>μ-neutrino</i>	ν_τ <i>τ-neutrino</i>
u u u up	c c c charm	t t t top
d d d down	s s s strange	b b b bottom



interakcie s W a Z bozónom

e <i>elektrón</i>	μ <i>mión</i>	τ <i>tau</i>
ν_e <i>e-neutrino</i>	ν_μ <i>μ-neutrino</i>	ν_τ <i>τ-neutrino</i>
u up	c charm	t top
d down	s strange	b bottom

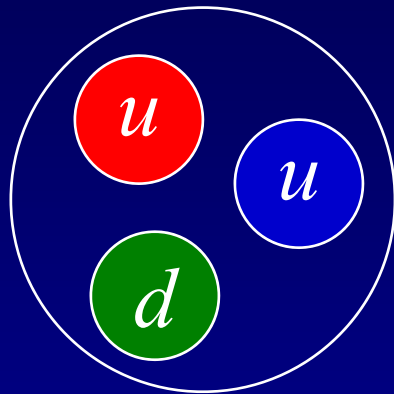
interakcie s gravitónom

e <i>elektrón</i>	1	μ <i>mión</i>	200	τ <i>tau</i>	3500
$\nu_e < 10^{-5}$ <i>e-neutrino</i>		$\nu_\mu < 0.5$ <i>μ-neutrino</i>		$\nu_\tau < 60$ <i>τ-neutrino</i>	
u up	10	c charm	2600	t top	350000
d down	20	s strange	400	b bottom	9000

interakcie s Higgsom

e <i>elektrón</i>	μ <i>mión</i>	τ <i>tau</i>
ν_e <i>e-neutrino</i>	ν_μ <i>μ-neutrino</i>	ν_τ <i>τ-neutrino</i>
u up	c charm	t top
d down	s strange	b bottom

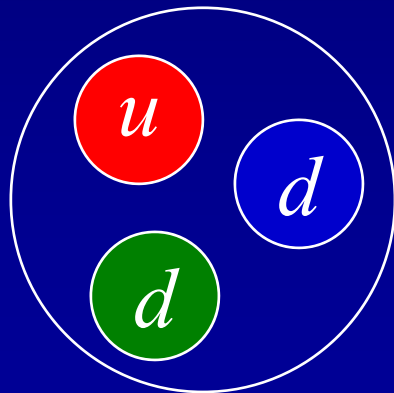
svet ako stavebnica nukleóny



protón

kto ich drží pokope?

gluóny



neutrón

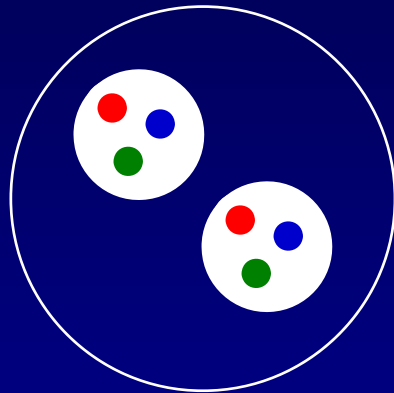
aká je farba nukleónov

biela

! obrázky sú zavádzajúce, tvrdenia zjednodušujúce a farba nie je farba !

svet ako stavebnica

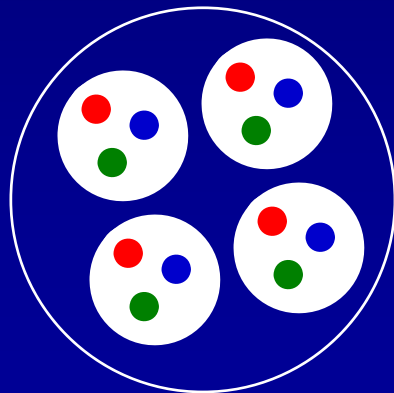
jadrá



deutérium

kto ich drží pokope?

gluóny (v istom zmysle)



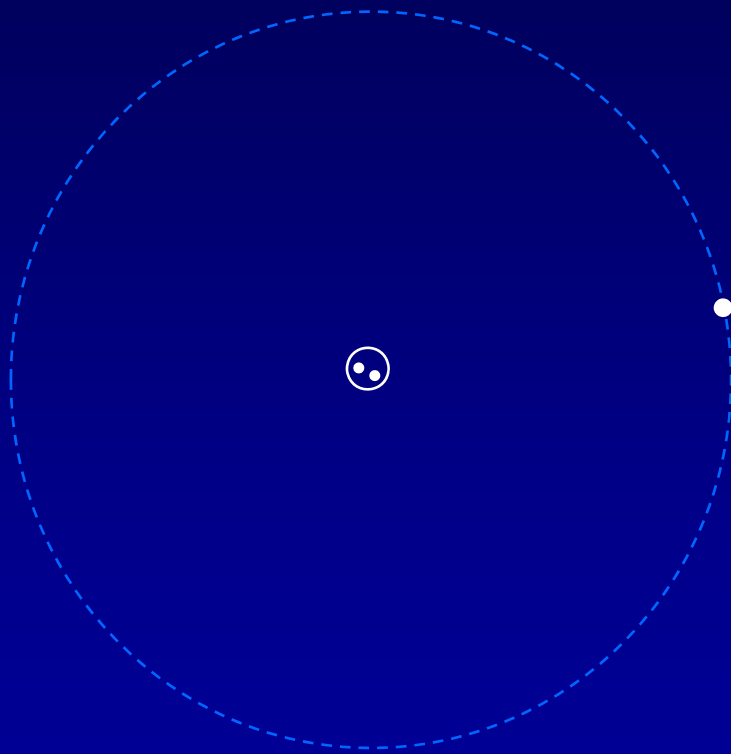
hélium

ale ved' sú biele

nevadí (farba je v nich)

! obrázky sú zavádzajúce, tvrdenia zjednodušujúce a farba nie je farba !

svet ako stavebnica atómy



kto ich drží pokope?

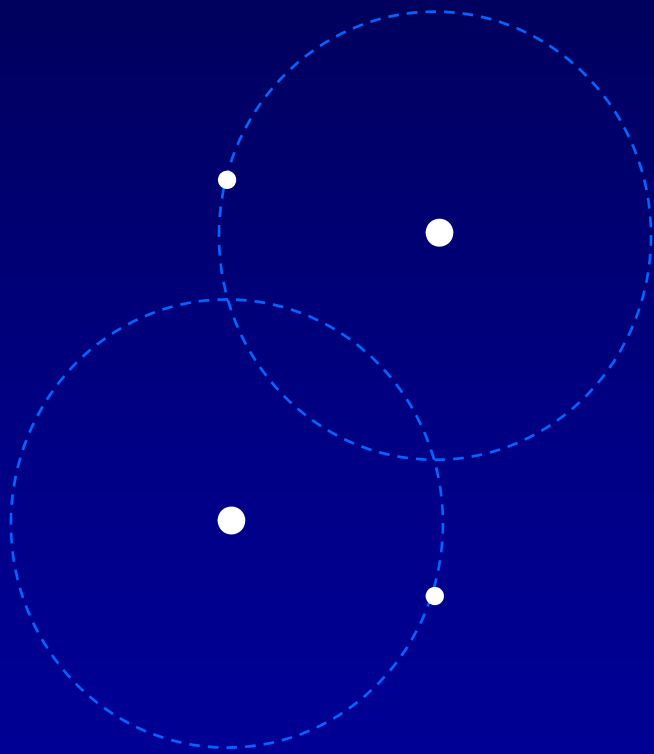
fotóny

aký je náboj atómov

nulový

! obrázky sú strašne zavádzajúce, tvrdenia zjednodušujúce !

svet ako stavebnica molekuly



kto ich drží pokope?

fotóny

ale ved' sú neutrálne

nevadí (náboj je v nich)

! obrázky sú strašne zavádzajúce, tvrdenia zjednodušujúce !

svet ako stavebnica

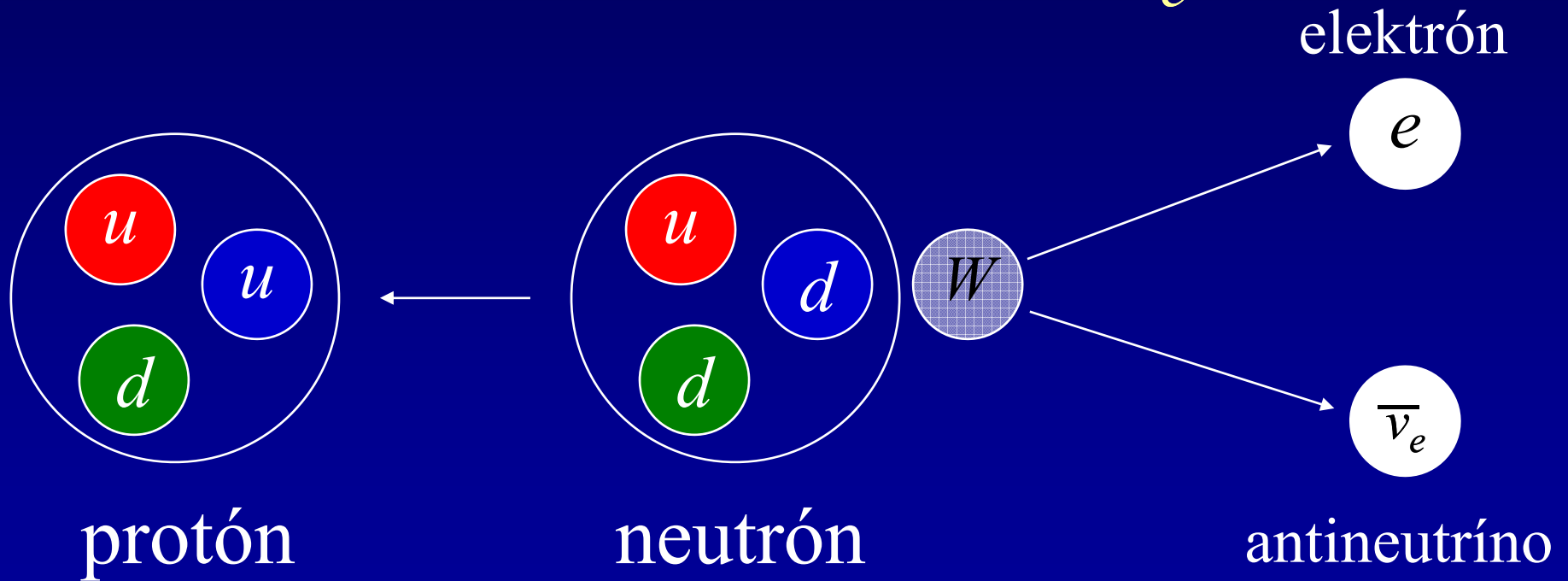
redukcionizmus

- fyzika molekulárnej väzby → chémia
- chémia makromolekúl → biochémia
- biochémia bunky → molekulárna biológia
- molekulárna biológia → fyziológia, psychológia
- psychológia → sociológia, ekonómia
- sociológia → volebné preferencie na Slovensku

(až toto je nepochopiteľné)

akú úlohu má v stavebnici W -bozón? β -rádioaktivita

$$d \rightarrow u + W \rightarrow u + e + \bar{\nu}_e$$



! obrázky sú zavádzajúce, tvrdenia zjednodušujúce a farba nie je farba !

akú úlohu hrá v stavebnici Z-bozón?
je to W-bozónov nerozlučný kamarát

akú úlohu hrá v stavebnici H-bozón?
dáva všetkým časticiam hmotnosti

akú úlohu hrá v stavebnici gravitón?
je to kľúčový hráč na vesmírnej škále

akú úlohu hrá druhá a tretia rodina?

nikto nevie

ale práve vďaka nim máme toľko neelementárnych častíc
(hadronov)

mezóny		$q\bar{q}$	baryóny		qqq
π	pión	$u\bar{d}, \bar{u}d, d\bar{d}$	p	protón	uud
ρ	ró-mezón	$u\bar{d}, \bar{u}d, d\bar{d}$	n	neutrón	udd
K	kaón	$u\bar{s}, \bar{u}s, d\bar{s}, \bar{d}s$	Ω	omega-hyperón	sss
J/ Ψ	džejsaj	$c\bar{c}$	Λ_c	lambda-čarm	udc

...

...

confinement

(uväznenie kvarkov)

- text

koniec prvej časti