

Higgs-ova čestica

Delić koji nedostaje ili kost u grlu?

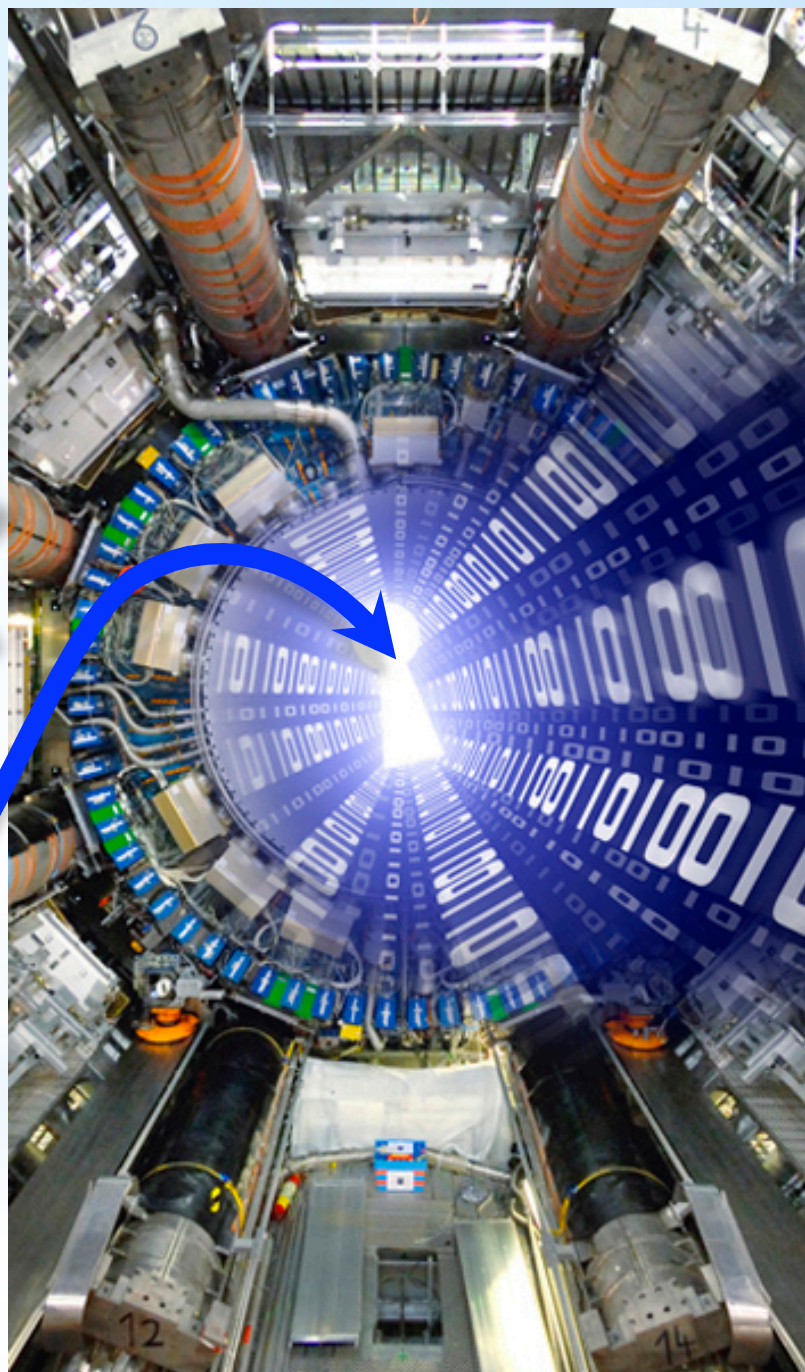
Tristan Hübsch

Department za fiziku, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
Department of Physics and Astronomy
Howard University, Washington DC

Higgs-ova* čestica

- ❖ Put ka središtu supstancije
- ❖ Simetrije i interakcije
 - ❖ Interakciono polje
 - ❖ Kvanti interakcije
- ❖ Narušenje simetrije
 - ❖ Jednostavan primer
 - ❖ Kvantni vakum i masa
- ❖ Eksperimenti
 - ❖ ...očekivani rezultat
 - ❖ ...i logičke alternative

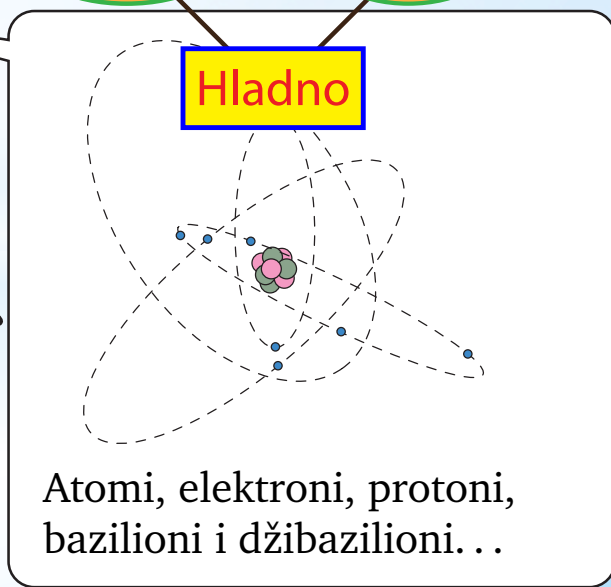
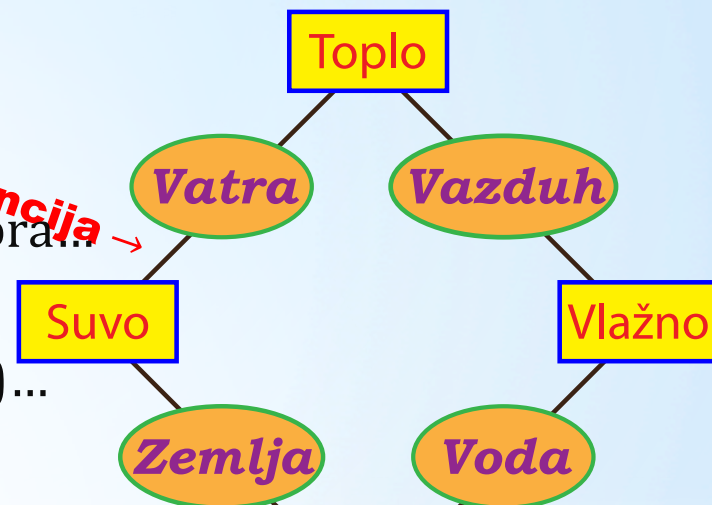
Slagalica
standardnog
modela



*Brout+Englert, Higgs, Guralnik+Hagen+Kibble
...ta hipoteza mi nije bila potrebna. — P. S. Laplace

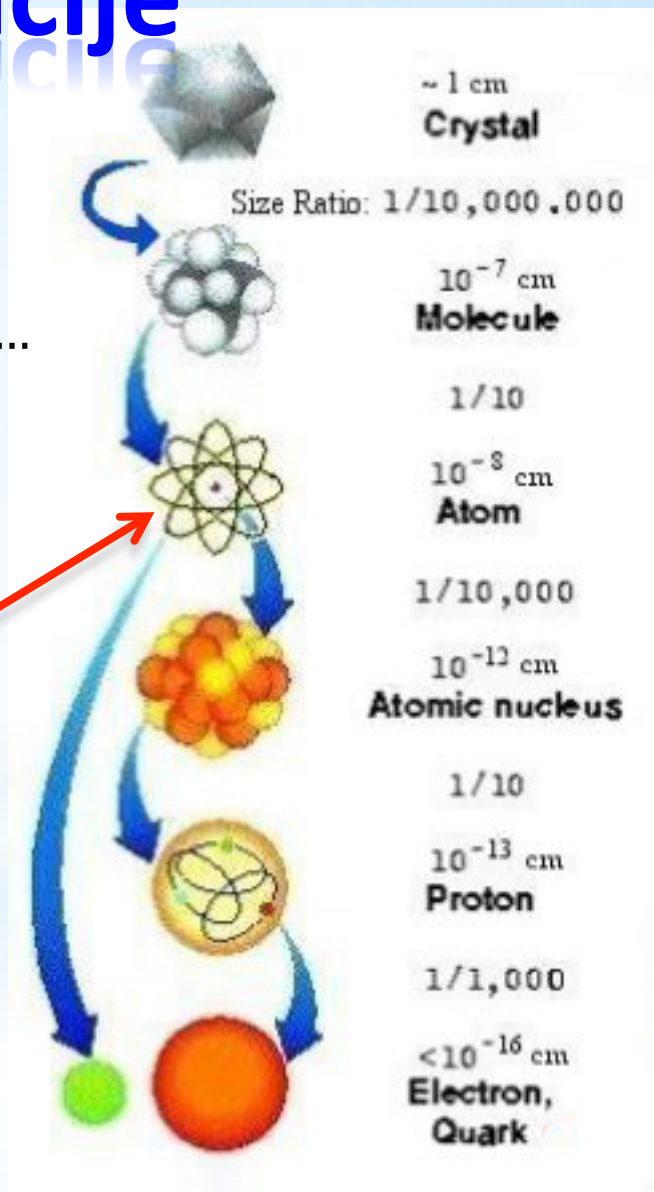
Put ka središtu supstancije

- ❖ 25-vekovna *ideja* (atomizam):
postoji granica deljivosti ← **konkurencija**
- ❖ Svet oko nas... zvezde, oblaci, planine, mora...
drveće, kuće, ljudi... lišće, cigle, ćelije...
- ❖ molekuli (veliki kao DNK i mali kao voda)...
- ❖ ...atomi — nedeljivi za hemijske metode



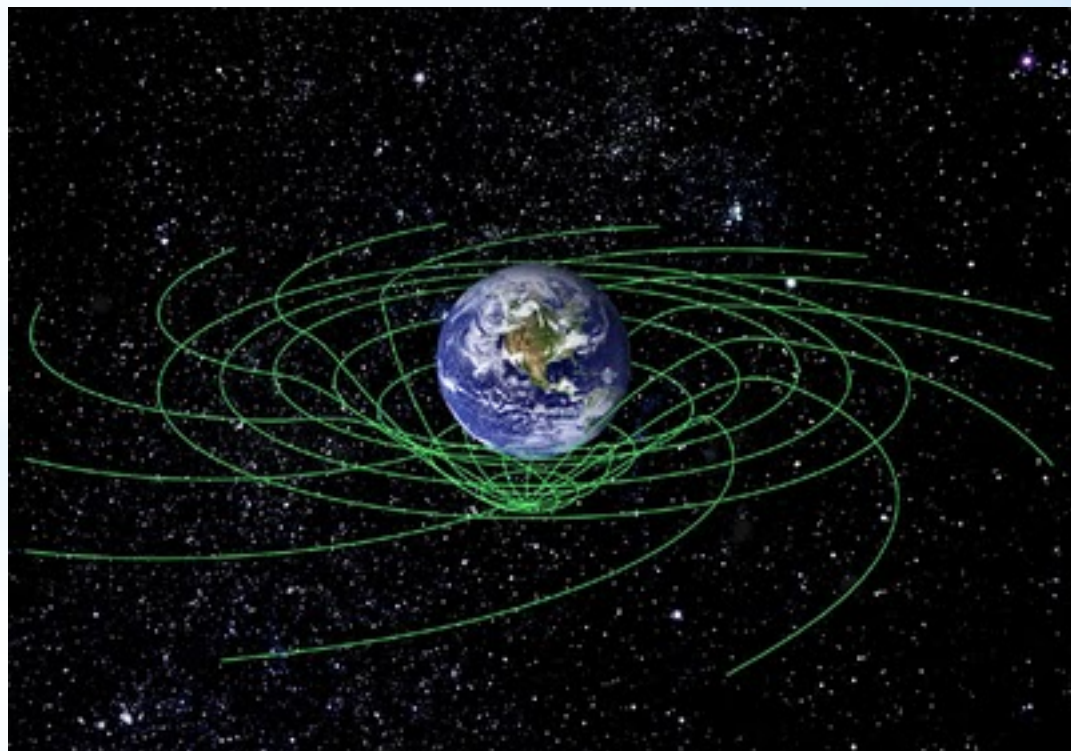
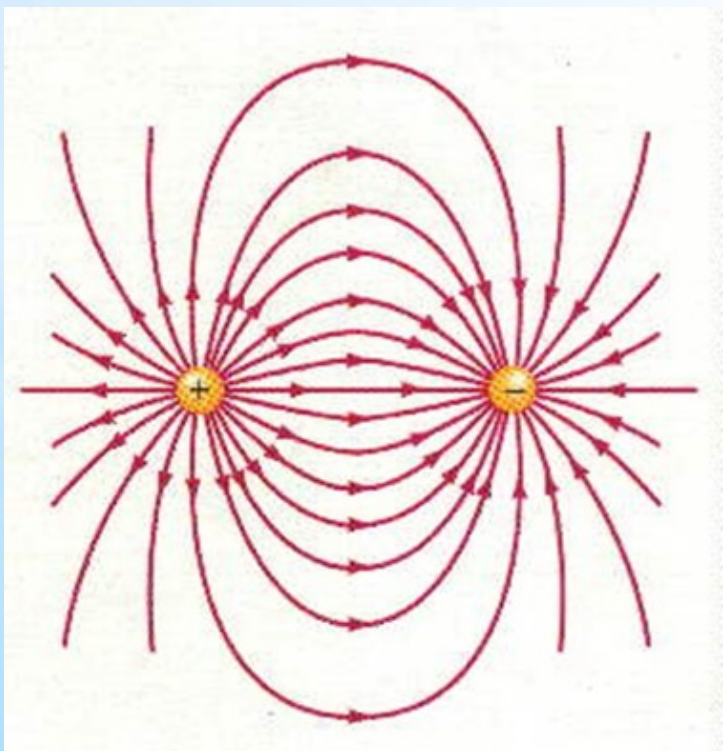
Put ka središtu supstancije

- ❖ 25-vekovna *ideja* (atomizam):
postoji granica deljivosti
- ❖ Svet oko nas... zvezde, oblaci, planine, mora...
drveće, kuće, ljudi... lišće, cigle, ćelije...
- ❖ molekuli (veliki kao DNK i mali kao voda)...
- ❖ ...atomi — nedeljivi za hemijske metode
- ❖ Atomi jesu nedeljivi — mada se sastoje:
 - ❖ Pozitivno jezgro i negativni elektroni
će se uvek “naći” i spojiti.
- ❖ “Deljivost” → “(sub)struktura/sastojanje”
- ❖ Atomsko jezgro se sastoji p^+ i n^0
- ❖ ...a ovi iz kvarkova



Simetrije i interakcije

- ❖ A kako se ti sastojci vezuju jedni za druge?
- ❖ Interakciono polje (klasično vidjenje):
 - ❖ To je “ono” što kaže kojom će silom “sonda” biti privučena ili odbijena



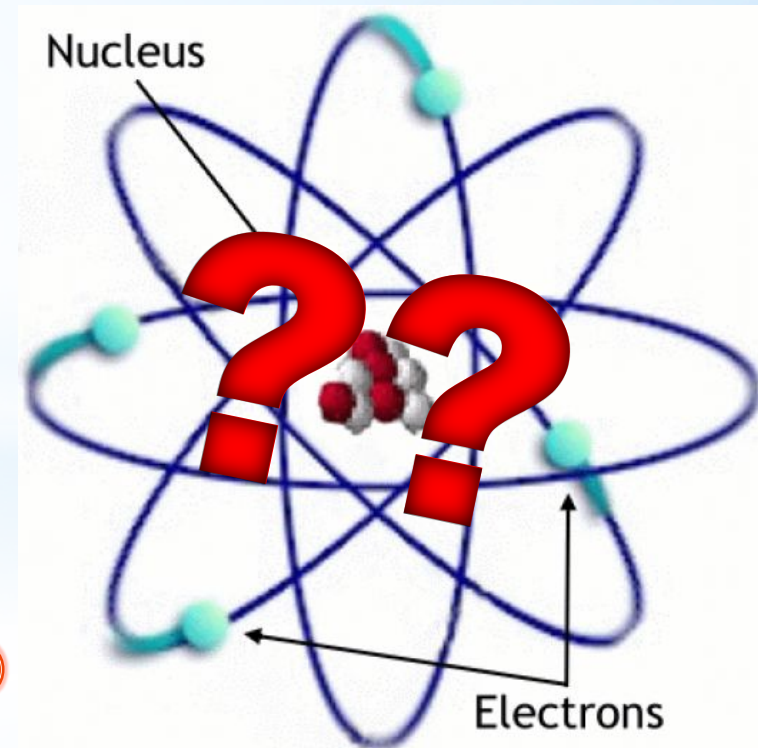
Simetrije i interakcije



- ❖ A kako se ti sastojci vezuju jedni za druge?
- ❖ Interakciono polje (klasično vidjenje):
 - ❖ To je “ono” što kaže kojom će silom “sonda” biti privučena ili odbijena
 - ❖ Gravitaciono polje proizvodi materija
 - ❖ svojim prisustvom i posedovanjem mase (+energije i impulsa/kretanja)
 - ❖ Energija i impuls su očuvane veličine
 - ❖ Po teoremi Emmy Noether:
kontinualna simetrija \Leftrightarrow očuvana veličina
 - ❖ (Energija, impuls) \Leftrightarrow homogenost (vremena, prostora)
 - ❖ Elektromagnetno polje proizvode naelektrisanja
 - ❖ Očuvane veličine tzv. kalibracione/fazne simetrije

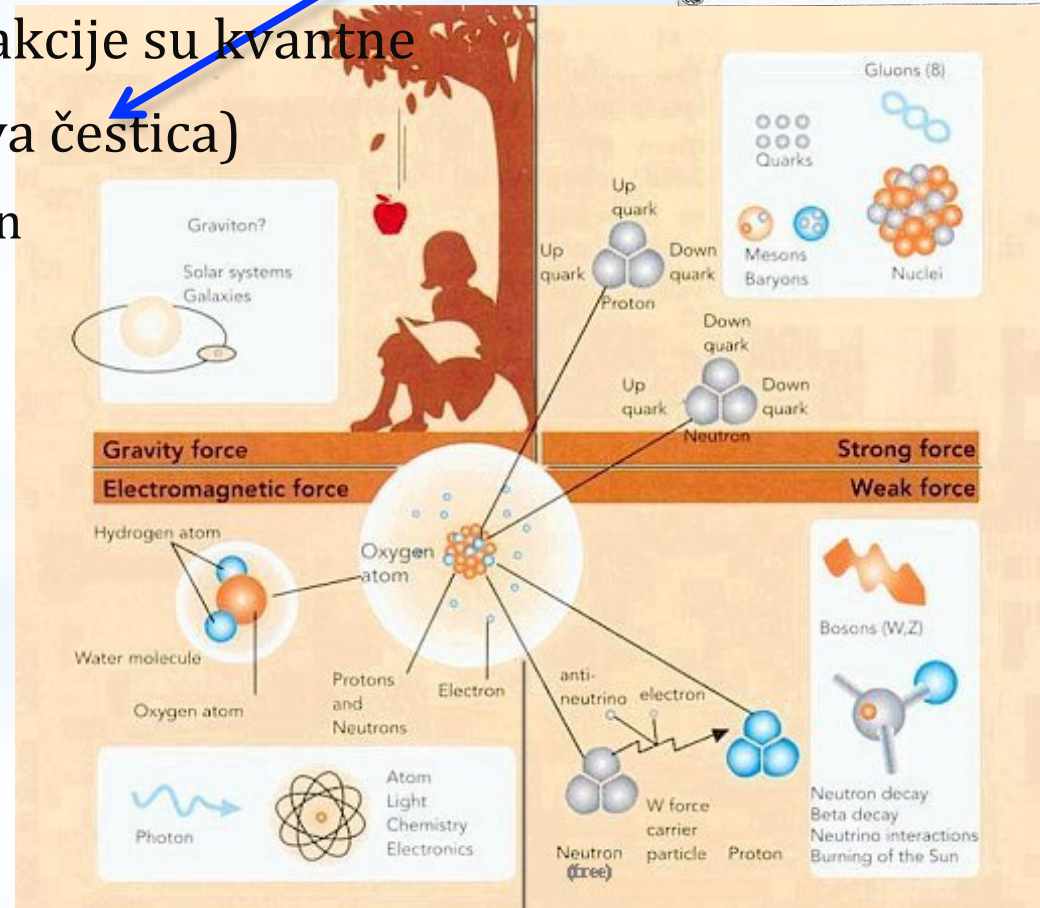
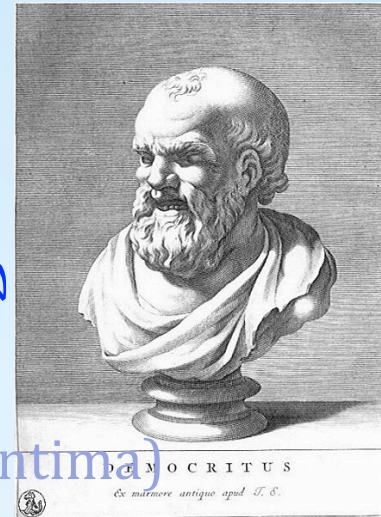
Simetrije i interakcije

- ❖ Stabilnost atoma \Rightarrow kvantna priroda Prirode
- ❖ Pre 101 godinu, E. Rutherford sa H. Geiger-om i E. Marsden-om
 - ❖ Atom = majušno pozitivno jezgro + negativni elektroni u orbiti
 - ❖ Medjutim: naelektrisanja koja se kreću ubrzano zrače...
 - ❖ ...zračenjem gube energiju...
 - ❖ ...pa atom kolabira !??
- ❖ 1913, N. Bohr: orbite su kvantne
 - ❖ Energija elektrona može da se menja samo skokovito...
 - ❖ ...do jednog minimuma...
 - ❖ ...što stabilizuje atom. *...a i nas!* 😊



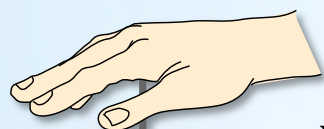
Simetrije i interakcije

- ❖ Pošto su energije atoma “kvantizirane” (“dejstvo” po W. Hamilton-u je uvek u paketima/kvantima)
- ❖ I prenos energije pa i interakcije su kvantne
- ❖ Kvant (= najmanja, nedeljiva čestica)
 - ❖ svetla (EM zračenja) = foton
 - ❖ jake nuklearne = gluon
 - ❖ slabe nuklearne = W^\pm, Z
 - ❖ gravitacije = graviton
- ❖ Kontinualno polje je onda kumulativni efekat čitavog mora elementarnih čestica

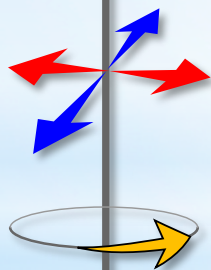


Narušenje simetrije

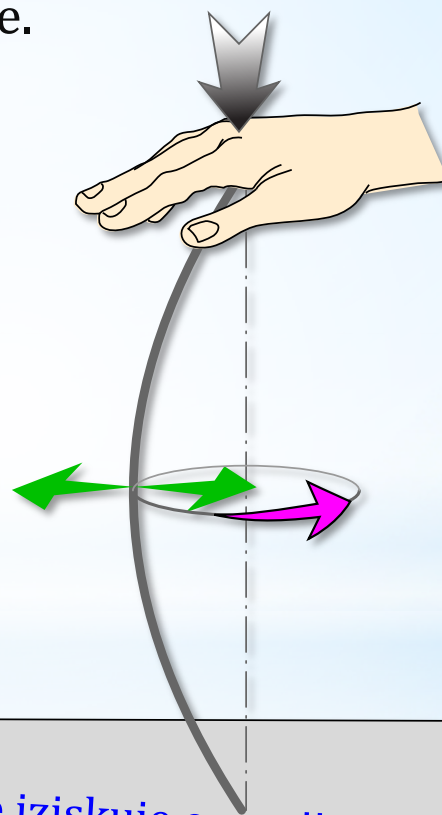
- ❖ Prirodni zakoni mogu da budu simetrični
- ❖ a da konkretna situacija ne bude.



Prav štap je rotaciono simetričan



...a iziskuje energiju u oscilacijama u oba smera



Izvijeni štap nije simetričan



...a iziskuje energiju u oscilacijama samo u jednom smeru

rotiranje izvijenog štapa ne iziskuje energiju — a to je u “smeru” simetrije koje više nema.

Narušenje simetrije

- ❖ Masa = inercija: koliko sile treba da se objekat ubrza/ukoči?
- ❖ Kalibracioni princip garantuje da fotoni, gluoni, W^\pm , Z, gravitoni nemaju masu i kreću se brzinom svetlosti
 - ❖ ali W^\pm , Z čestice imaju masu ($100 \times$ veću od atoma vodonika) ??
- ❖ Jedino rešenje za koje znamo: simetrije interakcija koje W^\pm , Z čestice prenose su narušene u našem konkretnom svetu:
 - ❖ Higgs-ovo polje proizvodi “*selektivnu viskoznost*” praznog prostora
 - ❖ pa se W^\pm , Z čestice kreću usporene i sa mnogo inercije (mase)
 - ❖ ...a uz njih i sve čestice od kojih smo mi i svet oko nas sazdani
- ❖ Fotoni, gluoni i gravitoni i dalje jezde brzinom svetlosti kroz prazan prostor



Standardni Model (danas)

❖ Vizit-karta Prirode:

Supstancija (fermioni)					Interakcije (bozoni)	
Gen.	Leptoni		Kvarkovi			
1.	ν_e	e^-	u	d	γ	} { elektromagnetne } } { slabe }
2.	ν_μ	μ^-	c	s	W^\pm, Z^0	
3.	ν_τ	τ^-	t	b	<i>gluoni</i>	jake
					$\delta g_{\mu\nu}$	gravitacija

Higgs-ov bozon: selektivno daje masu česticama

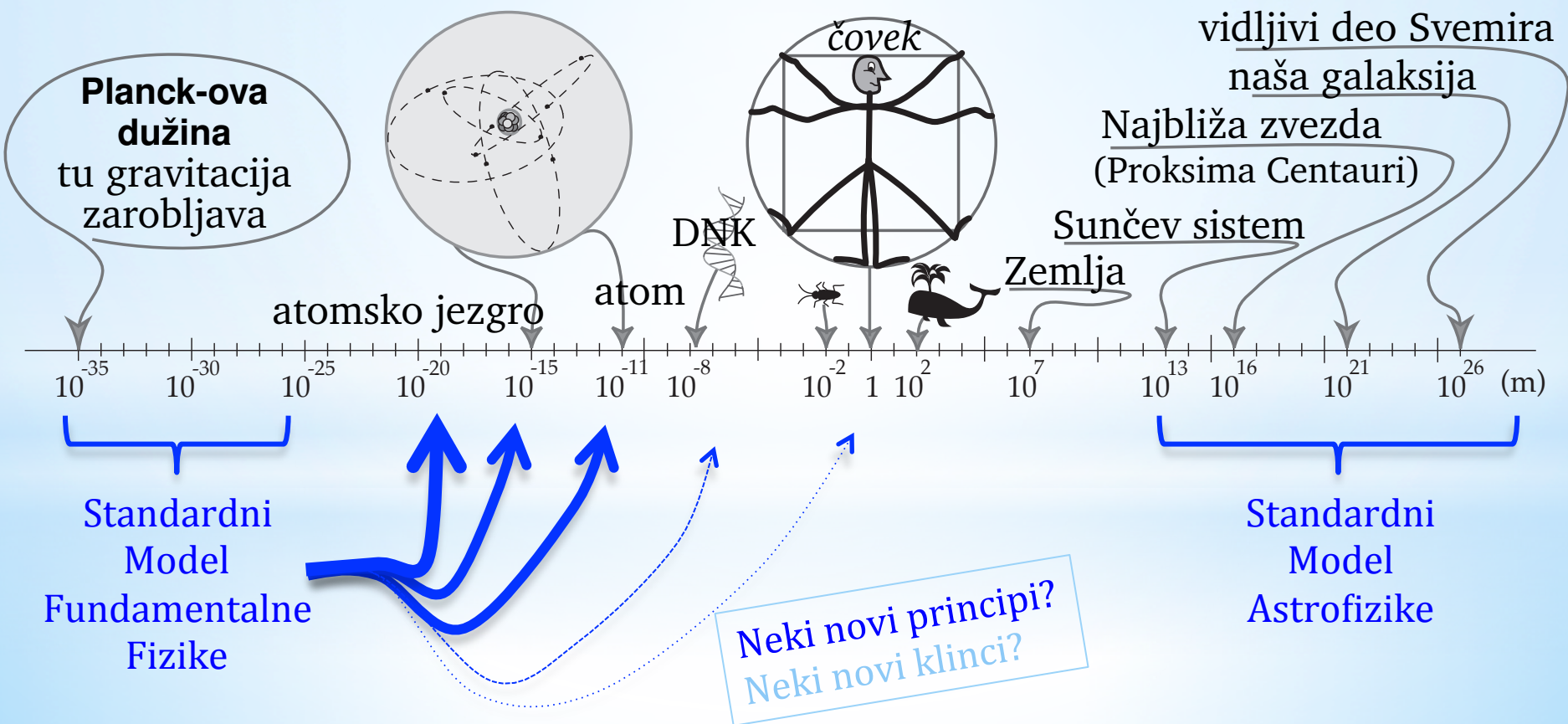
Fermioni: važi Pauli-jev princip isključenja (dva fermiona ne mogu biti u istom stanju)

Bozoni mogu da se “kondenzuju” u jedno isto stanje (i čine interakciono polje)

Higgs-ov bozon posreduje u interakciji svih čestica sa prostorom čini ga selektivno “viskozni”, i tako česticama selektivno daje masu

Standardni Model (danas)

❖ Domen = Priroda



Eksperimenti

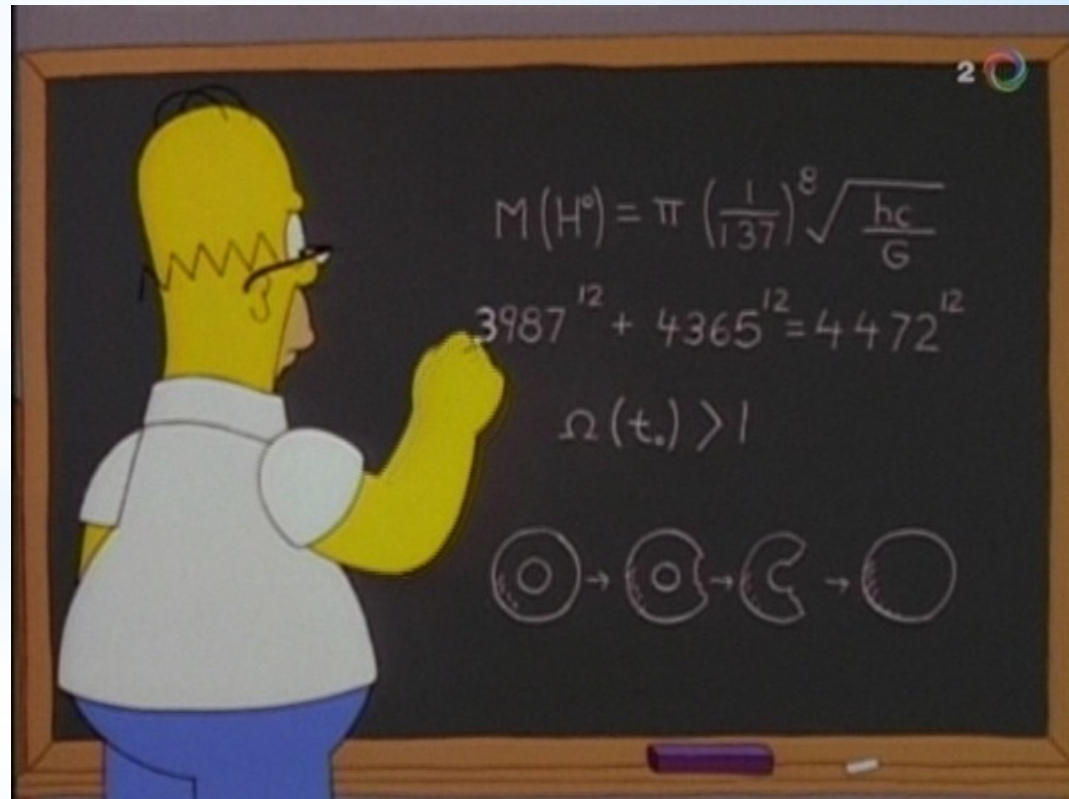
- ❖ Očekivani rezultat, da će LHC postrojenje u CERN-u pouzdano detektovati Higgs česticu se...
- ❖ ...još uvek očekuje.
- ❖ Šanse su 5000:1 da detektovani signali
 - ❖ jesu prave Higgs-ove čestice
 - ❖ a ne nešto sasvim drugo.
- ❖ 5000:1 verovatnoća je sjajna za kladjenje
 - ❖ ...ali još uvek nije naučno potvrđen rezultat.
- ❖ Očekuje se da će do kraja 2012 godine
 - ❖ rezultat biti potvrđen.



Eksperimenti

- ❖ ...ili, možda, opovrgnut !?
- ❖ U tom slučaju, predstoji nam **izazov**:
 - ❖ Kako sačuvati sve detalje Standardnog Modela (koji su već godinama potvrđeni)
 - ❖ (...osim Higgs-ovog mehanizma)
 - ❖ ...umesto kojeg bi morali da otkrijemo neki novi mehanizam koji daje tu “selektivnu viskoznost” prostora, i daje masu česticama
 - ❖ Ili...?

...delić koji nedostaje
ili kost u grlu???



Hvala na pažnji!

Tristan Hübsch

Department za fiziku, PMF, Univerzitet u Novom Sadu

Department of Physics and Astronomy

Howard University, Washington DC