

RUTHERFORD-OVO OTKRICE ATOMSKOG JEZGRA

LEGAT FUNDAMENTALNE FIZIKE

Tristan Hübsch

Howard University, Washington DC
Departman za Fiziku, PMF, Novi Sad

<http://homepage.mac.com/thubsch/>

RUTHERFORD-OVO OTKRICE ATOMSKOG JEZGRA

JEZGRO FUNDAMENTALNE FIZIKE

Tristan Hübsch

Howard University, Washington DC
Departman za Fiziku, PMF, Novi Sad

<http://homepage.mac.com/thubsch/>

Ukratko:

PANDORINA KUTIJA?

• Rutherford-ovo otkriće

- Prvo: e^- & model “puđinga sa groždjicama”
- Test: α^{++} -zračenjem i Rutherford-ova formula
- Planetarni model atoma *...i kvantna fizika*

• Sudarni eksperimenti

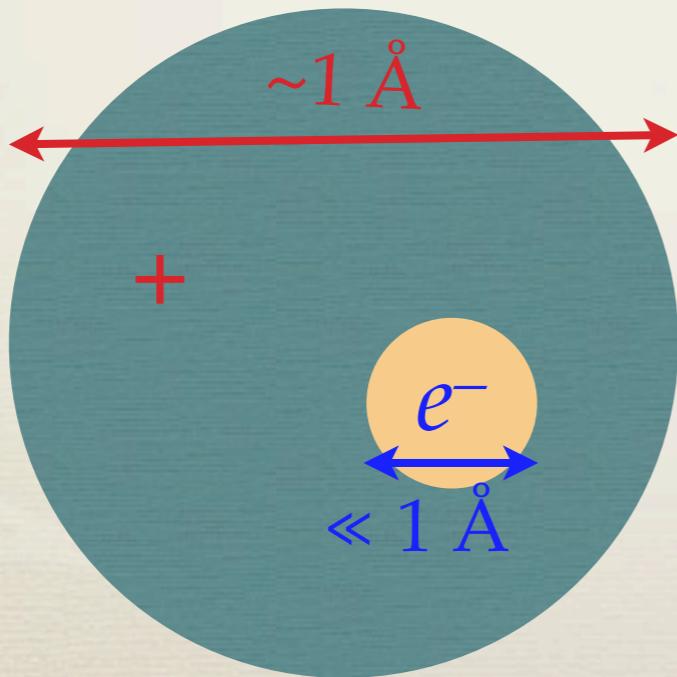
- Jezgra imaju strukturu; sazdana su od nukleona
- Nukleoni imaju strukturu, sazdani su od kvarkova
- Kvarkovi i leptoni nemaju strukturu, koliko se zasada zna.

• I, šta sad?

- Teorijski razvoj daleko ispred eksperimenata
- Čekajući eksperimenti nisu potpuno komplementarni
- Nove ideje?

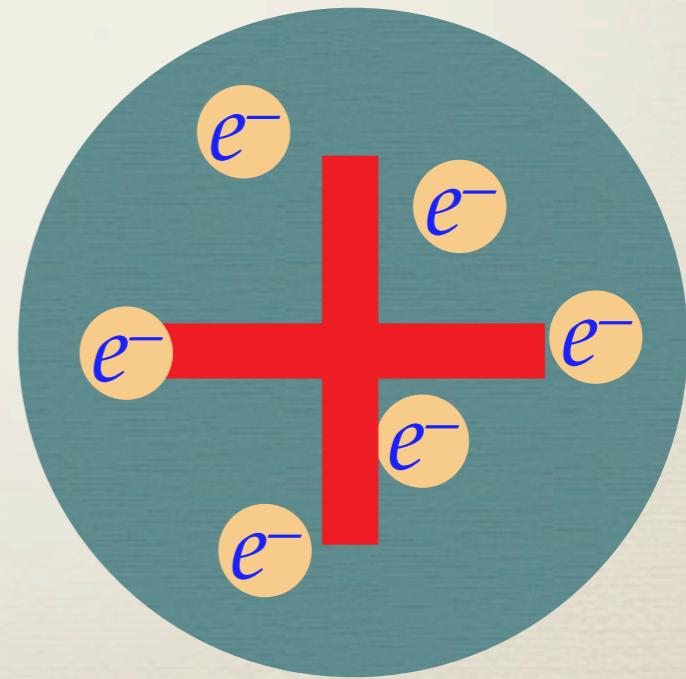
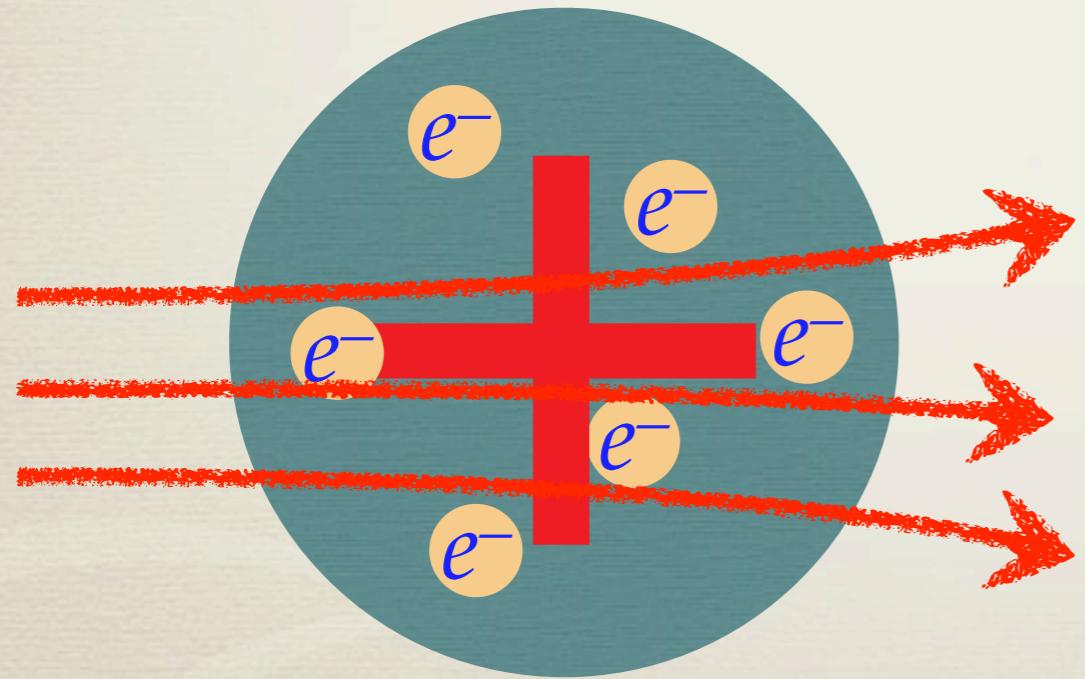
Pre 1909:

- Dva i po milenijuma atoma: Demokrit i Leukip, ...
- 1897. je Joseph J. Thomson otkrio da su
 - katodni zraci = snopovi *elektrona*,
 - koji su $\sim 2\ 000$ puta lakši od najlakšeg atoma.
- Atom je neutralan i veličine $\sim 1\ \text{\AA}$.



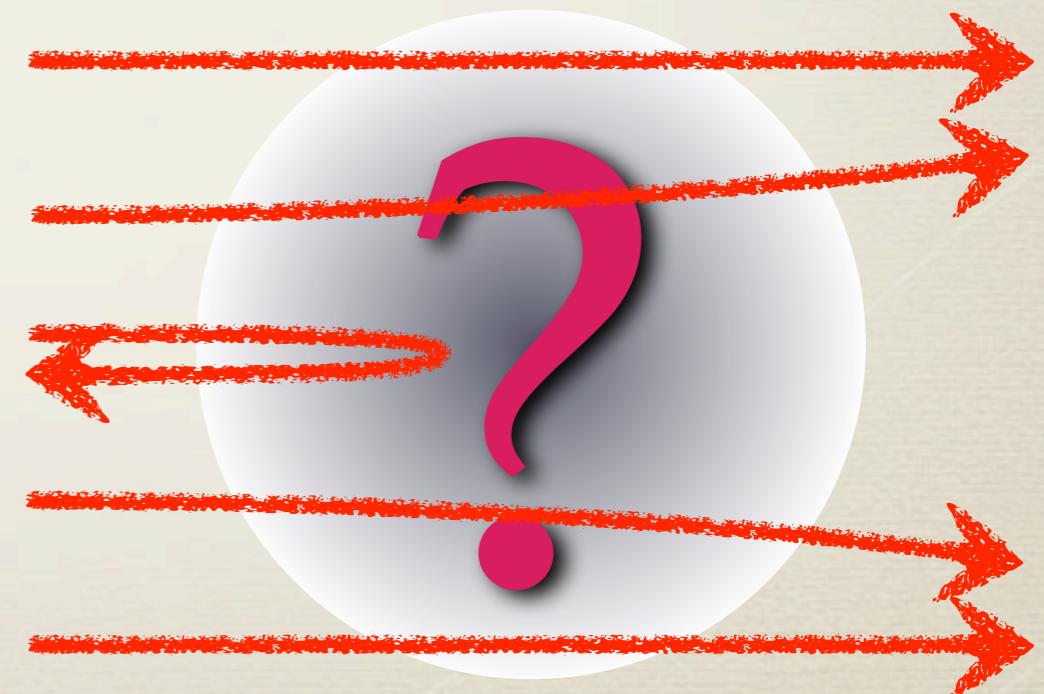
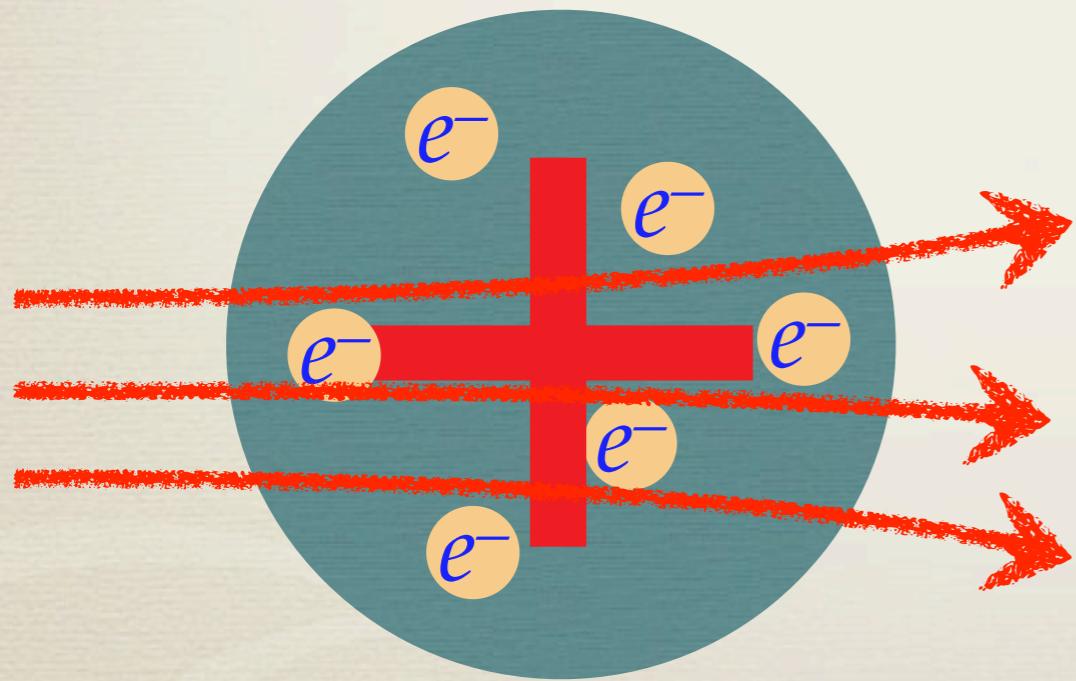
1909–1911:

- Ernest Rutherford (+ Hans Geiger i Ernest Marsden)
- primerni eksperiment



1909–1911:

- Ernest Rutherford (+ Hans Geiger i Ernest Marsden)
 - primerni eksperiment
 - matematička analiza
 - planetarni model
- } legat za fiziku XX veka



1911:

• Rutherford:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{e^2 / 4\pi\epsilon_0}{2m_\alpha v_0^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

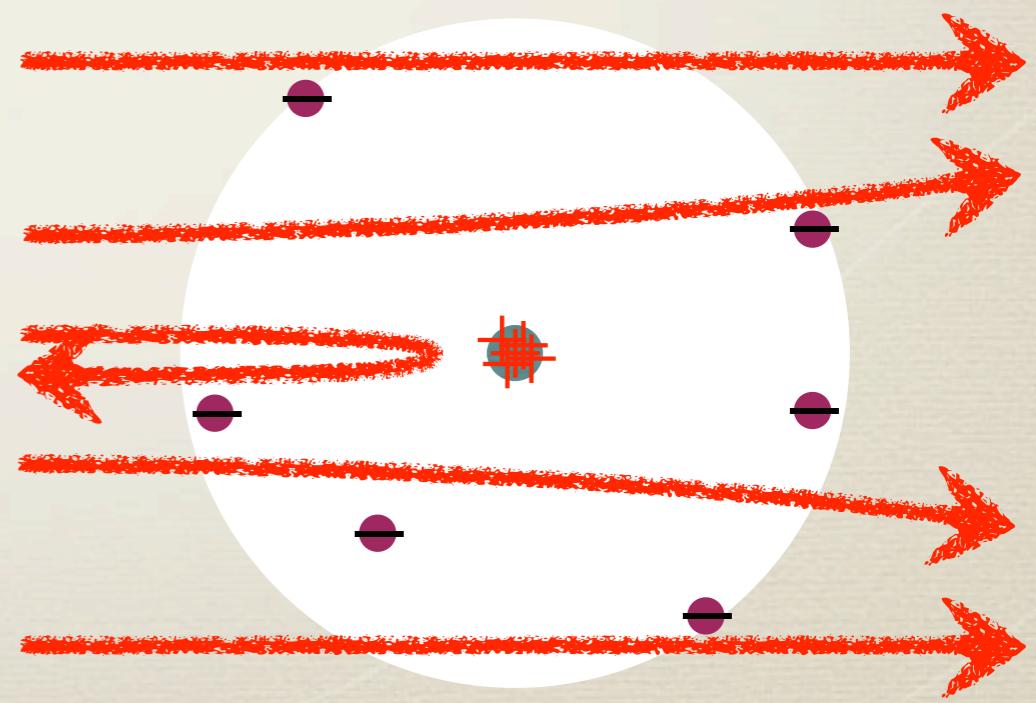
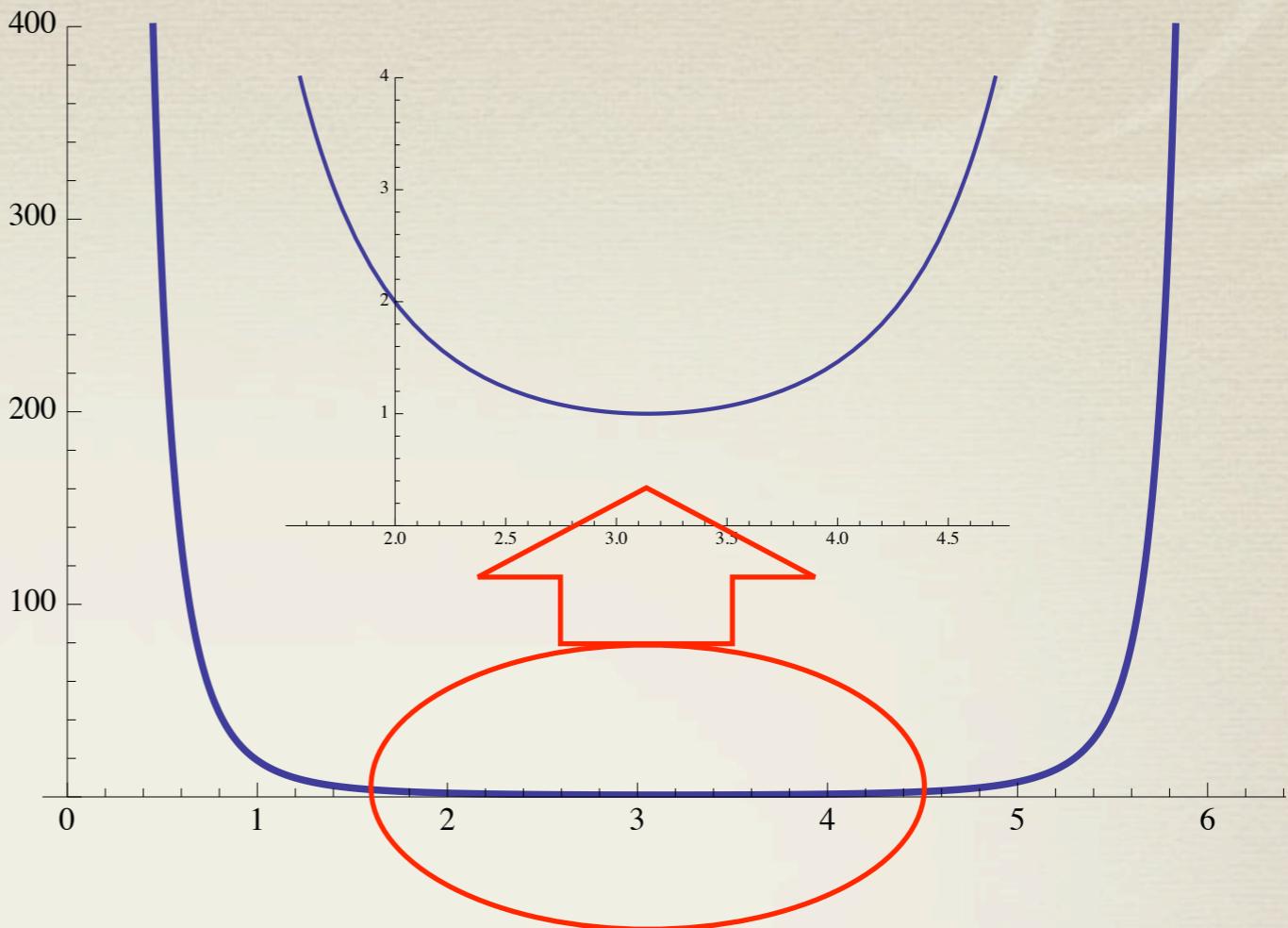
1911:

- Rutherford:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{e^2 / 4\pi\epsilon_0}{2m_\alpha v_0^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

- predviđa da:

- ogromna većina α -čestica prodje neometano
- mali broj α -čestica malo skrene s pravca
- vrlo, vrlo mali broj α -čestica se odbije “ravno unazad”.



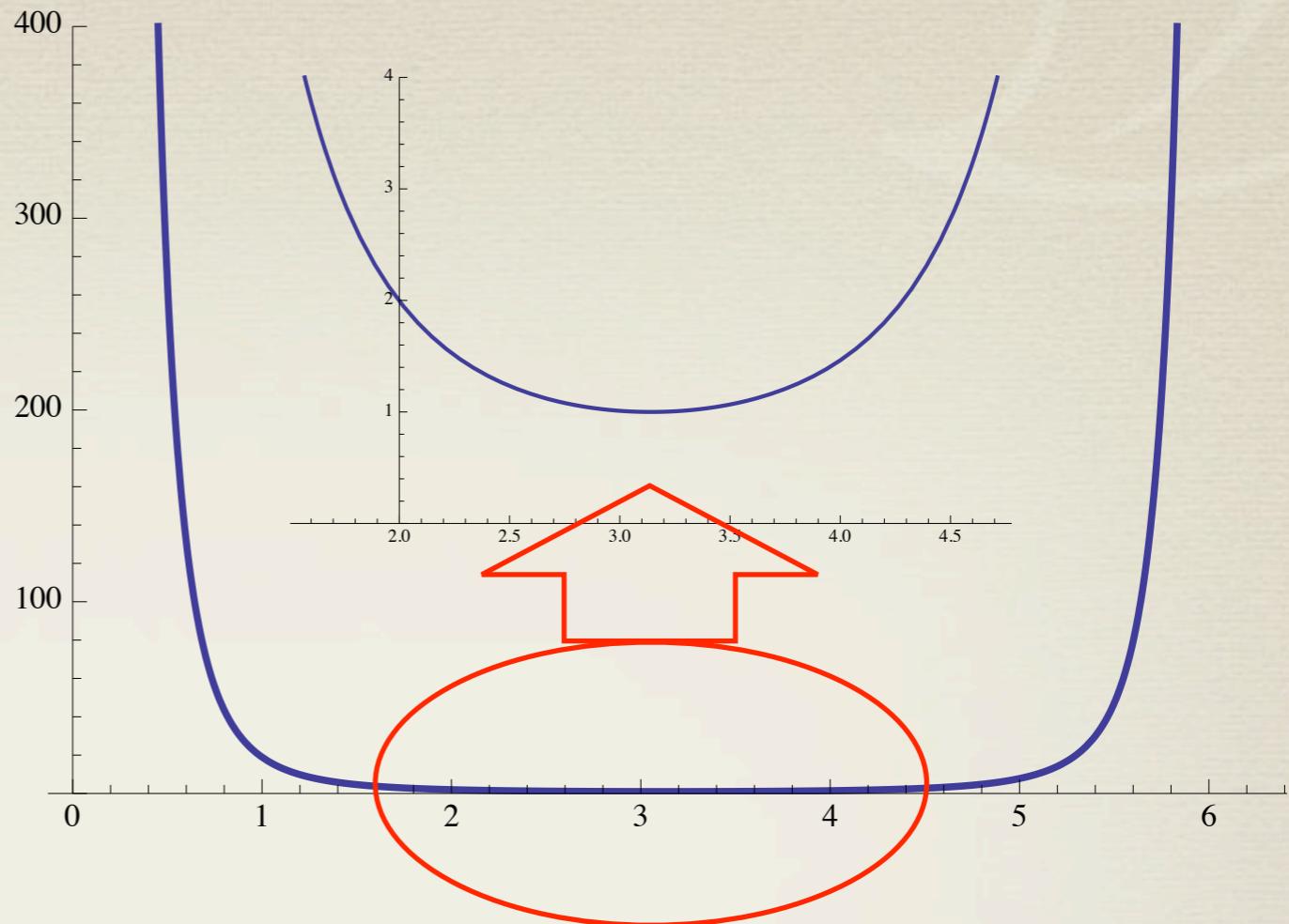
1911:

- Rutherford:

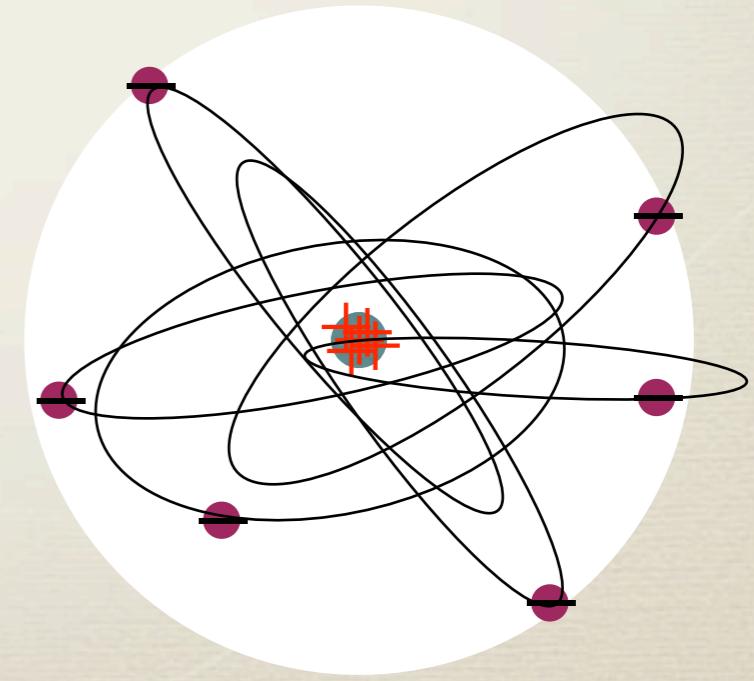
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{e^2 / 4\pi\epsilon_0}{2m_\alpha v_0^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

- predviđa da:

- ogromna većina α -čestica prodje neometano
- mali broj α -čestica malo skrene s pravca
- vrlo, vrlo mali broj α -čestica se odbije “ravno unazad”.



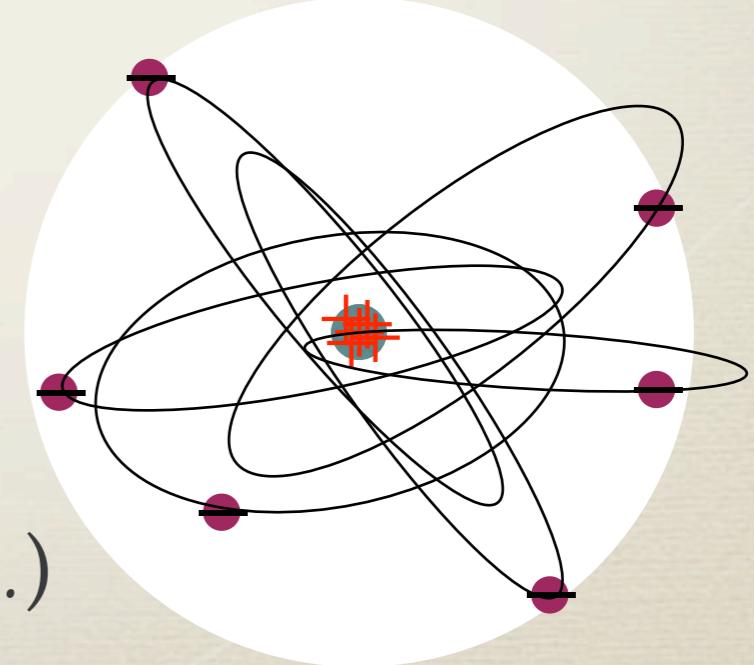
Planetarni model



1911:

- ➊ Rutherford-ov planetarni model atoma
 - ➊ je otvorio Pandorinu kutiju novih pitanja.
 - ➋ “...stabilnost [modela] atoma zasada ne treba razmatrati...”
(...stability of the atom proposed need not be considered at this stage...)
- ➋ Niels Bohr
 - ➊ maj 1911, doktorat
 - ➋ 6 meseci kod Thomson-a,
 - ➌ mart 1912 kod Rutherford-a,
 - ➍ ...ugaoni momenat je celobrojni umnožak \hbar ...
 - ➎ **Kvantna fizika** (Planck, Einstein, Bohr, Compton, Heisenberg, Schrödinger...)

Planetarni model



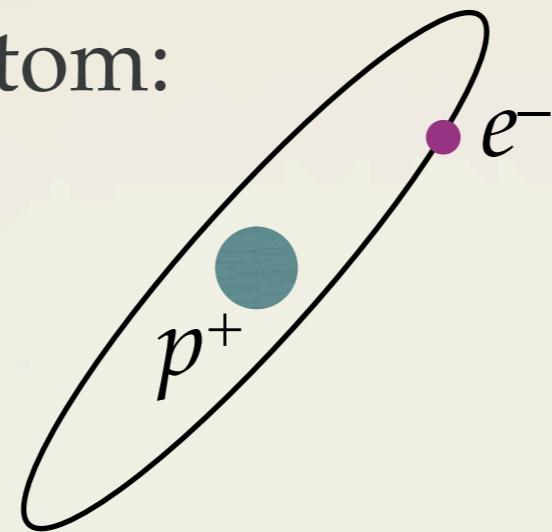
MEDJUTIM, TO NIJE SVE!

Konceptualni pomak u razumevanju
Legat u načinu eksperimentisanja

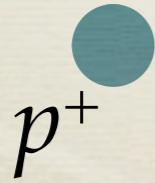
Deljivost i struktura atoma

• Nedeljivost ne implicira otsustvo (sub)strukture:

• Vodonikov atom:



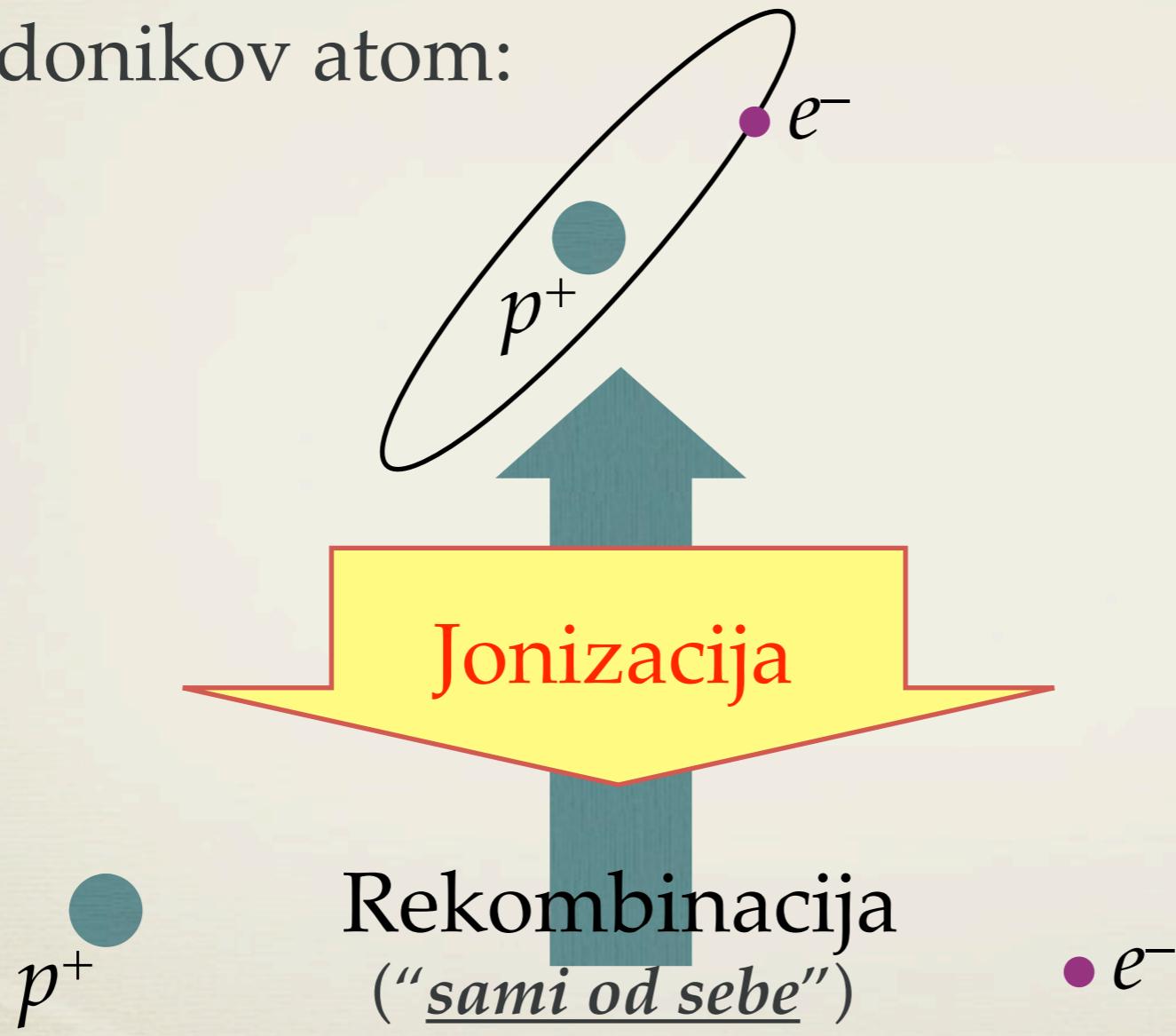
Jonizacija



Deljivost i struktura atoma

- Nedeljivost ne implicira otsustvo (sub)strukture:

- Vodonikov atom:



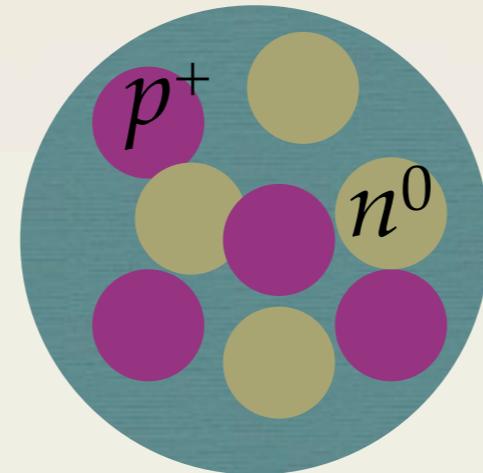
Stoga, sasvim
doslovno,
Vodonikov atom
nije nikada
potpuno podeljen.

Uprkos tome,
očigledno
je da ima
(sub)strukturu.

Deljivost i struktura materije

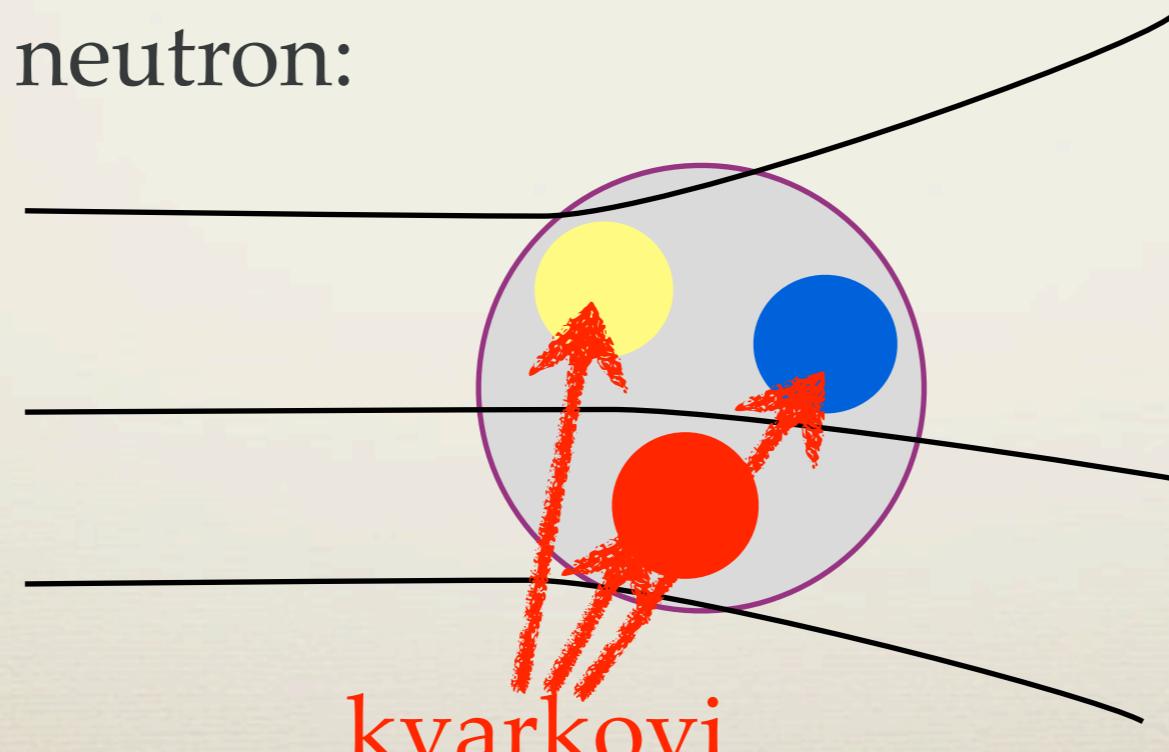
• Nedeljivost ne implicira otsustvo (sub)strukture:

• Atomska jezgra:



Opet, postoji
(sub)struktura.

• Proton, neutron:



Opet, postoji
(sub)struktura.

(Bez obzira na to
što kvarkove
nije moguće
izdvojiti!)

Deljivost i struktura materije

• Fundamentalna fizika elementarnih čestica...

2011

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

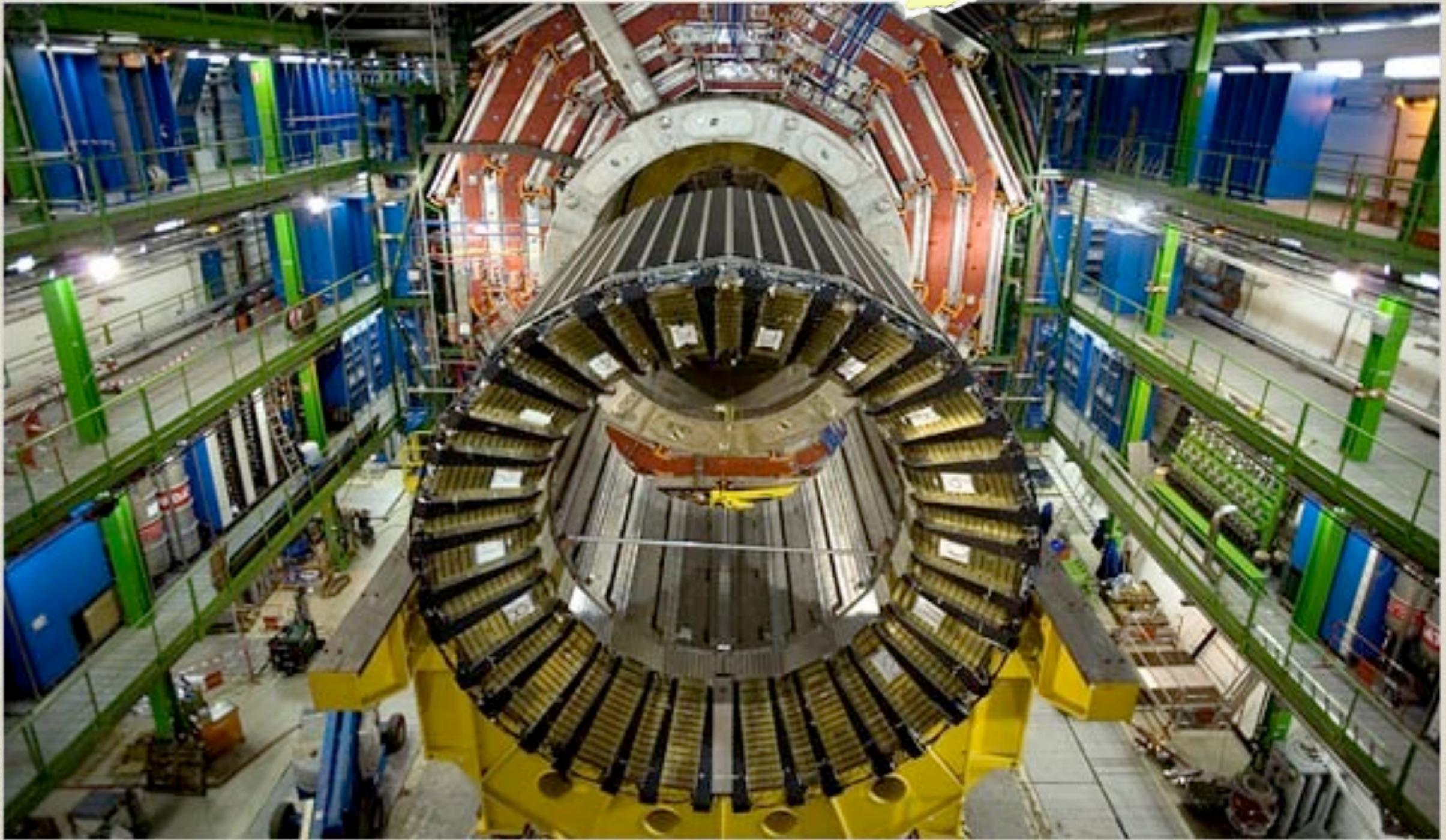
Higgs-ov bozon (spin-0): daje masu česticama sa kojima interaguje

- ...opisuje svu supstanciju (opipljivu materiju) i sve njene fundamentalne interakcije
- ...u skladu sa svim do danas izvršenim eksperimentima. (Osim što Higgs-ovu česticu još tražimo...)

... i eksperimenti

• Rutherford-ovski sudarni procesi

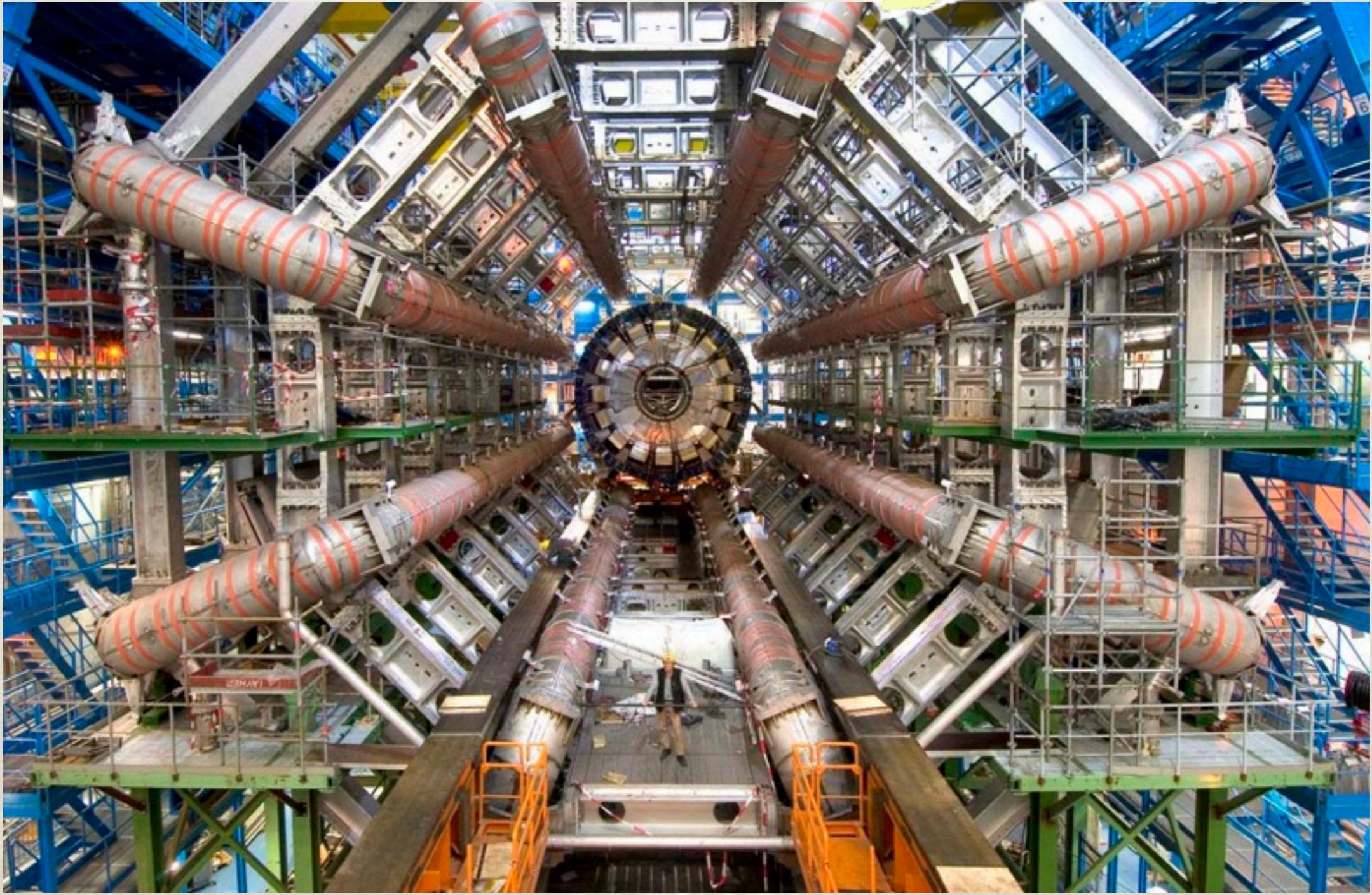
Uzor za gotovo sve eksperimente XX veka



... i eksperimenti

- Rutherford-ovski sudarni procesi

Uzor za gotovo sve eksperimente XX veka



... i eksperimenti

- Rutherford-ovski sudarni procesi

Uzor za gotovo sve eksperimente XX veka



... i eksperimenti

• Rutherford-ovski sudarni proces.



Uzor za gotovo sve eksperimente XX veka

- CERN je
 - multi-nacionalna
 - multi-kulturna
 - multi-socijalna
 - multi-politička
 - multi-finansijska
 - složena struktura
- Vrlo, vrlo, vrlo
 - ...skupa.
- *Predodredjena.*

... i eksperimenti

• Još i “eksperimenti čekanja”

- Načičkamo zapostavljeni rudnik detektorima...
- ...napunimo ga vodom (pošto je jeftina)...
- ...i čekamo.
 - Što više vremena prodje a proces se ne registruje,
 - to je manja verovatnoća da se taj proces uopšte i može dogoditi.

• Potreban je radikalno nov tip eksperimenata

- komplementaran “eksperimentima čekanja”
- a manje kompleksan od ogromnih postrojenja kao CERN

• Na mladima svet ostaje!



HVALANA PAŽNJI

Do vidjenja, i virtuelno, na adresi:

<http://homepage.mac.com/thubsch/>