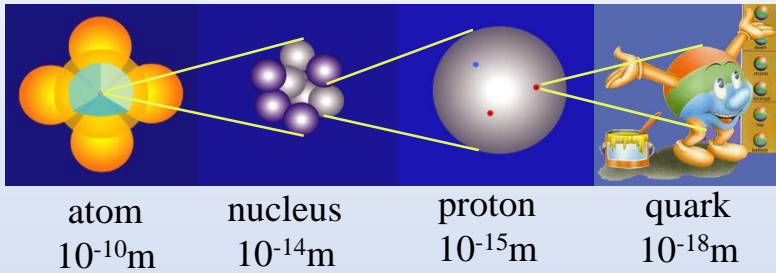


8. Cărămizile Universului (fermions)



Materia obișnuită este compusă din atomi, cândva presupuse ca particulele elementare ale materiei - atom înseamnă "indivizibil" în greacă. Odată cu descoperirea electronului de către J. J. Thomson în 1897 și cu cea a nucleului atomic de către Rutherford (1911), a apărut un model atomic ca o structură formată dintr-un nucleu de protoni încărcăți pozitiv, concentrat într-un volum foarte mic și care conține cea mai mare parte a masei atomice, înconjurat de electronii încărcăți negativ. Cea mai mare parte a volumului unui atom este spațiu gol. Numărul de electroni încărcăți negativ din jurul nucleului este același cu numărul de protoni încărcăți pozitiv din nucleu. Diferite experimente au arătat însă că masa nucleului este de aprox. două ori mai mare decât masa protonilor. În 1932 James Chadwick a descoperit o nouă particulă, numită neutron, care alături de proton a putut explica diferența de masă a nucleului. Deci, s-a descoperit că atomul are o structură, fiind alcătuit din electroni și nucleu, iar nucleul alcătuit din protoni și neutroni. Odată ce au fost observate electronul, protonul și neutronul, împreună cu fotonul, particula de radiație electromagnetică, a fost deschisă o nouă ramură de fizică - *Fizica particulelor*.

three generations of matter (fermions)			interactions / force carriers (bosons)		
	I	II	III		
mass	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
	u up	c charm	t top	g gluon	H higgs
	d down	s strange	b bottom	γ photon	
	e electron	μ muon	τ tau	Z Z boson	
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	

QUARKS (left side), **LEPTONS** (left side), **GAUGE BOSONS VECTOR BOSONS** (right side), **SCALAR BOSONS** (right side)

Particulele elementare sunt clasificate de statisticile cuantice - funcție de spinul lor – fie ca *fermioni*, fie ca *bosoni*:

- Particulele cu jumătăți de spin ($\hbar/2$), descrise de statistica Fermi-Dirac, sunt *fermioni*.
- Particule cu spin întreg (\hbar), descrise de statistica Bose-Einstein, sunt *bosoni*.

Protonii și neutronii din nucleul atomic sunt structuri de quarci: quarci *up* și quarci *down*.

Materia obișnuită este compusă în întregime din fermioni de generație I (I-a coloană din Tabel), anume quarcii *up* și *down*, plus electronul și neutrinul corespunzător.

Modelul Standard al fizicii particulelor conține 12 arome de fermioni elementari și antiparticulele corespunzătoare și 4 bosoni elementari ca particule ce mediază interacțiile.

Explicația prin care materia ocupă un spațiu finit este rezultatul principiului de excluziune Pauli, care se aplică fermionilor. Două exemple particulare în care principiul de excluziune leagă materia de spațiul ocupat de aceasta sunt stelele pitice albe și stelele neutronice.