
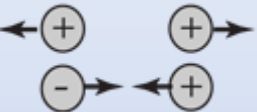
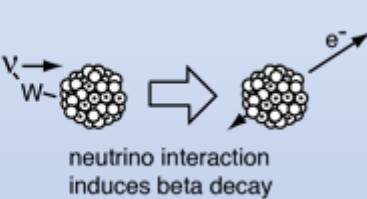
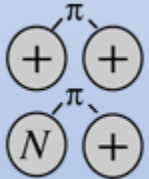


# 9. Interacțiunile fundamentale și forțele de schimb (bosoni)

<i>Gravity</i>		Strength $6 \times 10^{-39}$	Range (m) Infinite	Particle graviton ? mass = 0 spin = 2
<i>Electro-magnetic</i>		Strength $\frac{1}{137}$	Range (m) Infinite	Particle photon mass = 0 spin = 1
<i>Weak</i>		Strength $10^{-6}$	Range (m) $10^{-18}$ (0.1% of the diameter of a proton)	Particle Intermediate vector bosons $W^+$ , $W^-$ , $Z_0$ , mass > 80 GeV spin = 1
<i>Strong</i>		Strength <b>1</b>	Range (m) $10^{-15}$ (diameter of a medium sized nucleus)	Particle gluons, $\pi$ (nucleons)

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Forces/funfor.html#c5>

Din moment ce protonii și neutronii care alcătuiesc nucleul, sunt ei înșiși alcătuiți din quarci, iar quarcii sunt considerați a fi legați prin *forțele de culoare*, atunci forța de interacție tare dintre nucleoni poate fi considerată ca o forță reziduală de culoare. În Modelul Standard, prin urmare, particula care mediază forțele de interacție între quarci este *gluonul*.

Toate cele 4 forțe fundamentale implică schimbul de una sau mai multe particule. Astfel de forțe de schimb pot fi de atracție sau repulsie, dar au un domeniu limitat de acțiune, funcție de natura particulelor de schimb. Domeniul maxim de acțiune al unei forțe de schimb este dat de principiul de incertitudine:  $\Delta E \Delta t \approx mc^2 \Delta t > \hbar/2$   
 $\rightarrow$  Domeniu  $\approx c \Delta t \approx \hbar/(2mc)$

Particulele implicate sunt create și există doar în procesul de schimb - se numesc "*particule virtuale*".

