

AZ ELEMI RÉSZECSKÉK ÉS ALAPVETŐ KÖLCSÖNHATÁSOK Standard Modellje

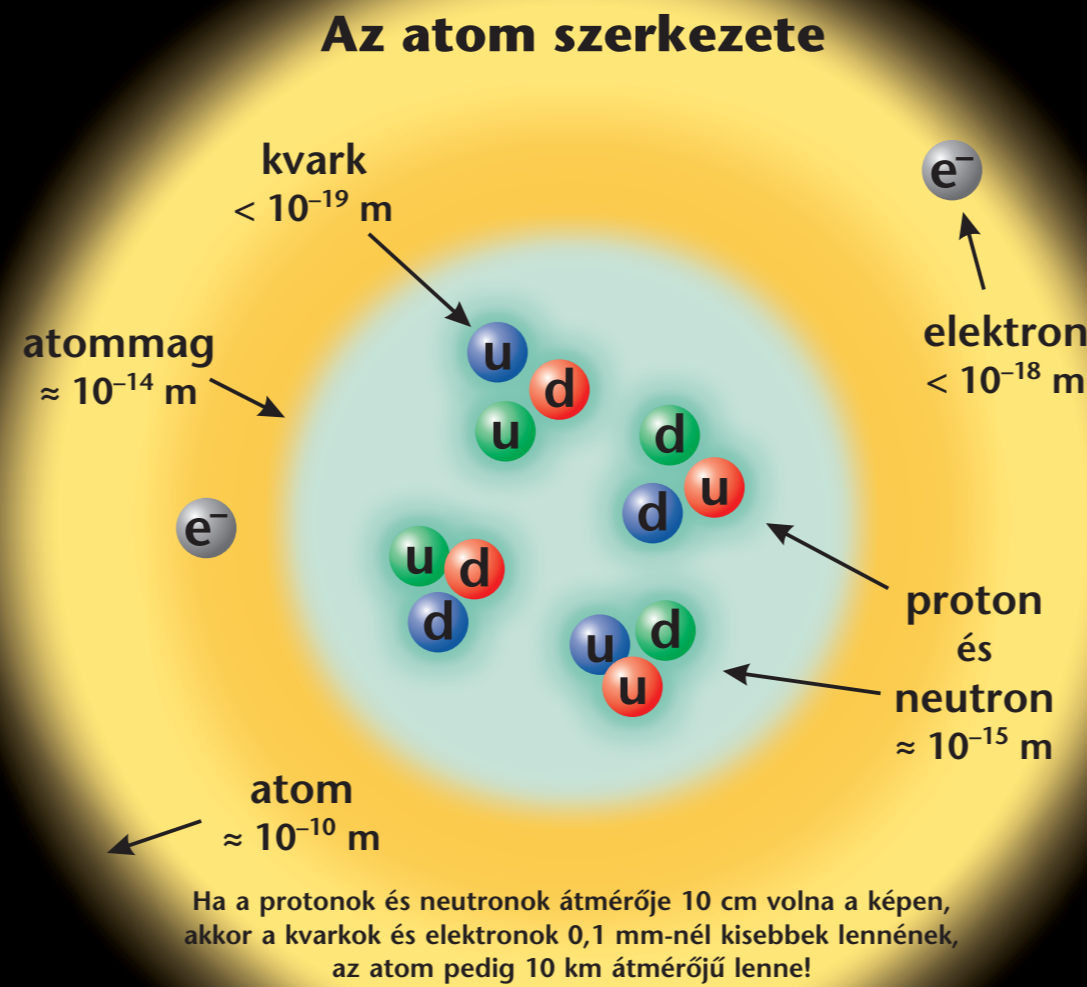
Az elemi részecskékre és alapvető kölcsönhatásokra vonatkozó jelenlegi legpontosabb ismereteinket összegzi a Standard Modell, amely az erős és egyesített elektrogyenge kölcsönhatások elmélete. A gravitáció, jóllehet alapvető kölcsönhatás, nem része a Standard Modellnek.

Fermionok – az anyag építőkövei, spinjük: 1/2, 3/2, 5/2 ...

kvarkok (spin = 1/2)			leptonok (spin = 1/2)		
jel/íz	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés	jel/íz	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés
u up	0,003	2/3	ν_e elektron neutrínó	< 10 ⁻⁸	0
d down	0,006	-1/3	e elektron	0,000511	-1
c charm	1,3	2/3	ν_μ müion neutrínó	< 0,0002	0
s strange	0,1	-1/3	μ müion	0,106	-1
t top	175	2/3	ν_τ tau neutrínó	< 0,02	0
b bottom	4,3	-1/3	\tau tau	1,7771	-1

Tömeg: a részecskefizikában az energiát elektronvoltban (eV), a tömeget GeV/c² egységekben ($E = mc^2$) mérik. 1 GeV = 10⁹ eV = 1,60 · 10⁻¹⁰ J. A proton tömege 0,938 GeV/c² = 1,67 · 10⁻²⁷ kg.

Töltés: az elektromos töltéseket a protontöltés egységében adjuk meg. A proton töltése 1,60 · 10⁻¹⁹ Coulomb.



Bozonok – a kölcsönhatások közvetítői, spinjük: 0, 1, 2 ...

erős – szín (spin = 1)			elektrogyenge (spin = 1)		
jel/név	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés	jel/név	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés
g gluon	0	0	γ gamma-foton	0	0
			W W-bozon	80,39	-1
			W+ W-bozon	80,39	1
			Z⁰ Z-null bozon	91,187	0

Szín-töltés: a kvarkok és gluonok „szín-töltést” hordoznak. A kvarkok három-, a gluonok nyolcféle „színűek” lehetnek. Kvarkok és gluonok szabadon nem létezhetnek. Őket a szín-töltések között ható alapvető erős kölcsönhatás kétféleképpen kötheti össze színsemleges hadronokba: vagy három kvark alkothat egy bariont, vagy egy kvark-antikvark-pár alkothat egy mezont.

A visszamaradó erős kölcsönhatás a színsemleges nukleonok – vagyis az atommagot alkotó neutronok és protonok – között hat (ez felelős a „magerőkért”), jellegében a Van der Waals-kölcsönhatáshoz hasonlít.

A spin a részecske saját perdülete. A spint \hbar egységekben adjuk meg, ahol $\hbar = h/2\pi = 6,58 \cdot 10^{-25}$ GeVs = 1,05 · 10⁻³⁴ Js.

Fermionikus hadronok

barionok (qqq) és antibarionok ($\bar{q}\bar{q}\bar{q}$) – több száz ismert barion van				
jel/név	kvark-össz.	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés	spin
p proton	uud	0,938	1	1/2
\bar{p} anti-proton	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	0,938	-1	1/2
n neutron	udd	0,940	0	1/2
Λ lambda	uds	1,116	0	1/2
Ω omega	sss	1,672	-1	3/2

A kölcsönhatások tulajdonságai

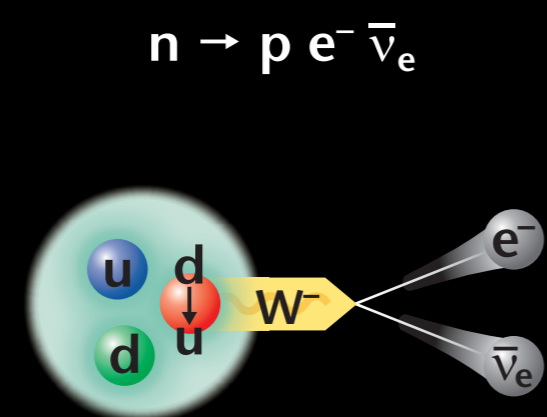
tulajdonság	kölcsönhatás	erős		gyenge		elektromágneses (elektrogyenge)		gravitációs (nem az SM része)	
		alapvető	visszamaradó	íz	elektromos töltés	tömeg, energia, lendület			
amire hat		szín-töltés	lásd magyarázat						
ezek a részecskék érzik		kvarkok, gluonok	hadronok	kvarkok, leptonok	elektr. töltöttek	minden			
közvetítő részecske		gluonok	mezonok	W ⁻ , W ⁺ , Z ⁰ -bozon	γ -foton	graviton (még nem figyelték meg)			
relatív erősség két up kvarkra		25	–	0,8	1	10 ⁻⁴¹			
		60	–	10 ⁻⁴	1	10 ⁻⁴¹			
két proton az atommagban		–	20	10 ⁻⁷	1	10 ⁻³⁶			

Bozonikus hadronok

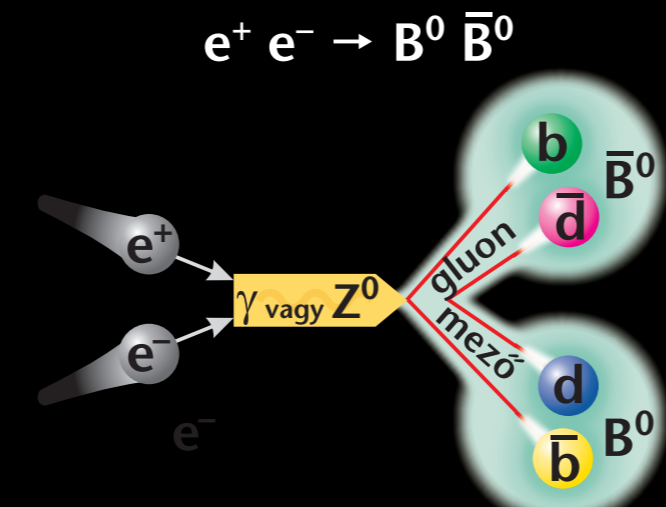
mezonok (q \bar{q}) – több száz ismert mezon van				
jel/név	kvark-össz.	tömeg GeV/c ²	elektr. töltés	spin
π^+ pion	u \bar{d}	0,140	1	0
K kaon	s \bar{u}	0,494	-1	0
ρ^+ ró-mezon	u \bar{d}	0,770	1	1
B⁰ B-null mezon	d \bar{b}	5,279	0	0
η_c eta-c mezon	c \bar{c}	2,980	0	0

Antianyag: a részecskének általában van „antirészecskéje”, amely azonos tulajdonságú, de ellentétes töltésű, mint a részecske. Néhány elektromosan semleges részecske egyben saját antirészecskéje is. Ilyen a Z⁰-bozon, a γ -foton, vagy az η_c -mezon, de a K⁰-kaon, mely d \bar{s} kvark-antikvark-párból áll, már nem.

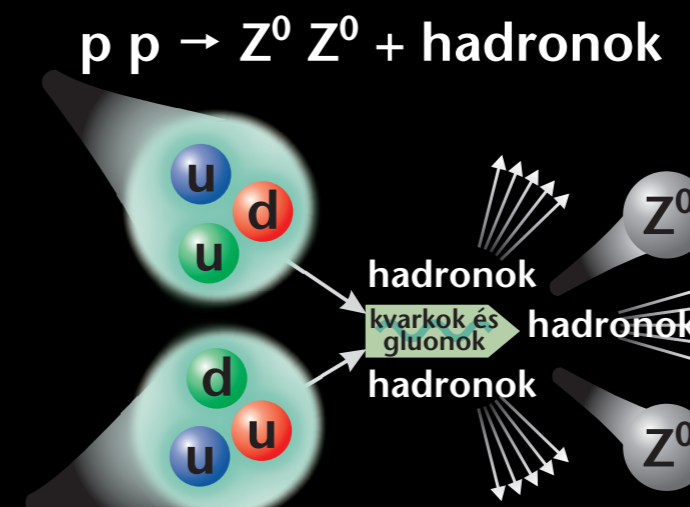
Az ábrák a jellemző fizikai folyamatokat csak szemléltetik, hozzájuk értelmes módon skálát rendelni nem lehet. A kékeszöld tartományok a gluonok felhőjét, illetve mezejét, a piros vonalak a kvarkok pályáját mutatják.



Egy neutron protonra, elektronra és antineutrínóra bomlik egy virtuális W-bozon (gyenge kölcsönhatás) közvetítésével. Ez a béta-bomlás.



Nagy energiájú elektron–pozitron-ütközésben (elektrogyenge kölcsönhatás) B⁰-anti-B⁰ keltése, γ -foton vagy Z⁰-bozon közvetítésével.



Nagy energiájú, erősen kölcsönható protonok ütközésekor keletkezhetnek hadronok és nehéz részecskék, például Z-bozonok.

Az eredeti posztert a **Contemporary Physics Project** (<http://CPEPweb.org>) készítette. A magyar változat Kármán Tamás és Somogyi Gábor munkája.

Megjelent a **Fizikai Szemle** mellékleteként, a **Paksi Atomerőmű Zrt.** támogatásával. Letölthető a <http://fizikaiszemle.hu> honlapról.

Kereskedelmi forgalomba nem hozható, oktatási célra szabadon felhasználható.