

JÁTSSZUNK RÉSZECSEKEFIZIKÁT!



Dr. Oláh Éva Mária
Bálint Márton Általános Iskola és Középiskola, Törökbálint
MTA Wigner FK, RMI, NFO
ELTE, Fizikatanári Doktori Iskola, Fizika Tanítása Program PhD
olaheva@hotmail.com

Matematika 8. évfolyam (MOZAIK)

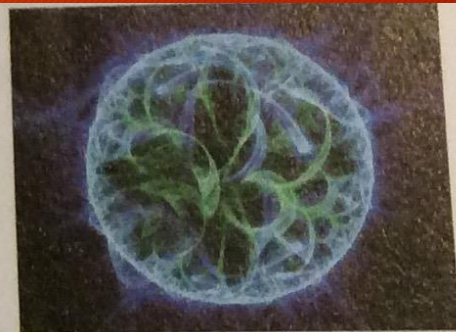
*4. Az alábbi igaz állítások a részecskékre vonatkoznak. Készítsük el az állítások alapján a részecskék halmazábráját!

Minden részecske fermion vagy bozon.

Egyetlen fermion sem bozon.

A mezonok azok a hadronok, amelyek bozonok.

Azok a hadronok, amelyek fermionok, a barionok.



FERMION

BOZON

HADRONOK

BARION

$p^+ (uud)$

MEZON

$\pi^+ (u\bar{d})$

Részecskefizika a tanmenetben

Tanmenet

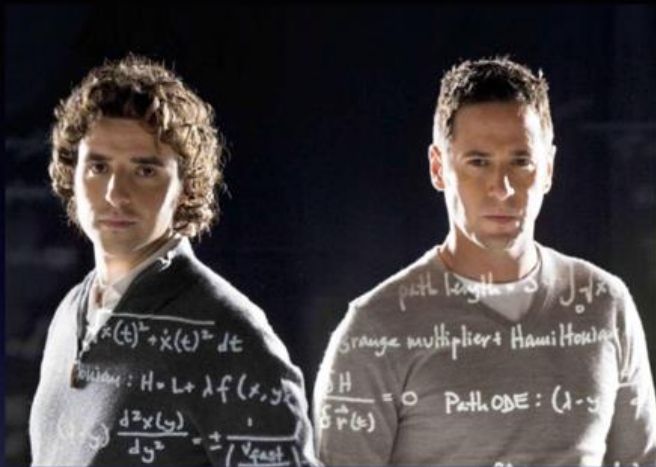
60.	12. Néhány gondolat a részecskefizikáról (kiegészítő anyag) Sok kicsi sokra megy!	A részecskék és kölcsönhatások általános elmélete. Standard modell. Elemi részecskék – mikrorészecskék. A gyorsítók és szerepük a mikrovilág megismerésében.	Kiselőadások, poszterek, táblázatok készítése. Gyorsító típusok ismertetése, hazai és külföldi kutatóintézetek bemutatása.	Videofilmek, animációk, ábrák, táblázatok.
-----	---	---	---	--

- 71. Alapvető kölcsönhatások
- 72. Néhány részecske felfedezése
- 73. Részecskegyorsítók
- 74. A részecskék rendszerezése

<i>Ismeretek:</i> Építőkövek: proton, neutron, kvark. A tömeghiány fogalma. Az atommagon belüli kölcsönhatások.	felismerése, az ésszerű kockázatvállalás felmérése. Az atom-, neutron-, hidrogénbomba pusztító erejének, hosszú távú hatásainak felismerése.	Nagaszakira ledobott két atombomba története, politikai háttere, későbbi következményei, az
--	---	---

Problémák, jelenségek, gyakorlati alkalmazások, ismeretek	Követelmények	Kapcsolódási pontok
<i>Az atommag alkotórészei, tömegszám, rendszám, neutrons szám.</i>	A tanuló ismerje az atommag jellemzőit (tömegszám, rendszám) és a mag alkotórészeit.	<i>Kémia:</i> Atommag, proton, neutron, rendszám, tömegszám,

A média viszont foglalkozik vele



index

CANNES COMPUTEX 2017

BELFÖLD KÜLFÖLD GAZDASÁG TECH TUDOMÁNY KULT SPORT VÉLEMÉNY

⚡ MINDEKÖZBEN 2017. JANUÁR 30-ÁN



STÖCKERT GÁBOR • TUDOMÁNY

JANUÁR 30.,

Kiállítják a nyestet, amit az LHC részecskegyorsító ölt meg

index

CANNES COMPUTEX 2017

BELFÖLD KÜLFÖLD GAZDASÁG TECH TUDOMÁNY KULT SPORT VÉLEMÉNY

TUDOMÁNY LHC LHC RÉSZECSEGYORSÍTÓ RÉSZECSEFIZIKA ALICE ŐSANYAG KVARK GLUON PLAZMA

Mini űsrobbanások az LHC-ben

ORIGO

ITTHON NAGYVILÁG GAZDASÁG SPORT TÉVÉ FILMKLUB TUDOMÁNY MÉG T

TUDOMÁNY

A világ legnagyobb esőmérője lehet a nagy hadronütköztető

Kezdjük egy röpdolgozattal! 😊

RÉSZECSEFIZIKA TOTÓ

OKOSABB VAGYOK, MINT EGY „RÉSZECSEFIZIKUS”?

😊 AKKOR INKÁBB TOTÓZZUNK! 😊

1. Minek a rövidítése az LHC?

.....

2. Mire adták a 2013-as fizikai Nobel-díjat?

.....

3. Állítsa erősségük szerint növekvő sorrendbe az alapvető kölcsönhatásokat!

.....

4. Mit nevezünk bozonnak?

.....

5. Írja fel a neutron béta-bomlásának reakcióegyenletét!

Ismeretlen ismerősök?



PROTON



BOZON

HADRON



NEUTRON

ELEKTRON

MEZON



POZITRON



LEPTON



BARION



ANTINEUTRINO



NEUTRINO



Csak úgy „dobálózunk” velük...

PET

NFO

LHC

CMS

ALICE

ATLAS

LEP

RMI

LHCb

MTA

TeV

FCC

Ennyi a részecskefizika!!!

Az anyagi részecskék három családja (fermionok)

	I	II	III		
tömeg →	2,3 MeV/c ²	1,27 GeV/c ²	173 GeV/c ²	0	125 GeV/c ²
töltés →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
név →	u-kvark	c-kvark	t-kvark	foton	Higgs-bozon
	4,8 MeV/c ²	95 MeV/c ²	4,2 GeV/c ²	0	
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	d-kvark	s-kvark	b-kvark	gluon	
	<2,2 eV/c ²	<0,17 MeV/c ²	<15,5 MeV/c ²	0	91,2 GeV/c ²
	0	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1
	elektron-neutrínó	müon-neutrínó	tau-neutrínó	Z ⁰ -bozon	
	0,511 MeV/c ²	105,7 MeV/c ²	1,777 GeV/c ²	80,4 GeV/c ²	
	-1	-1	-1	±1	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	elektron	müon	tau	W [±] -bozon	

Kvarkok

Leptonok

Bozonok (kölcshatások)

Kicsit viccesebben

Quarks



up



down



charm



strange



top



beauty

Leptons



electron



neutrino e



muon



neutrino μ



tau



neutrino τ

Bosons



photon



gluon

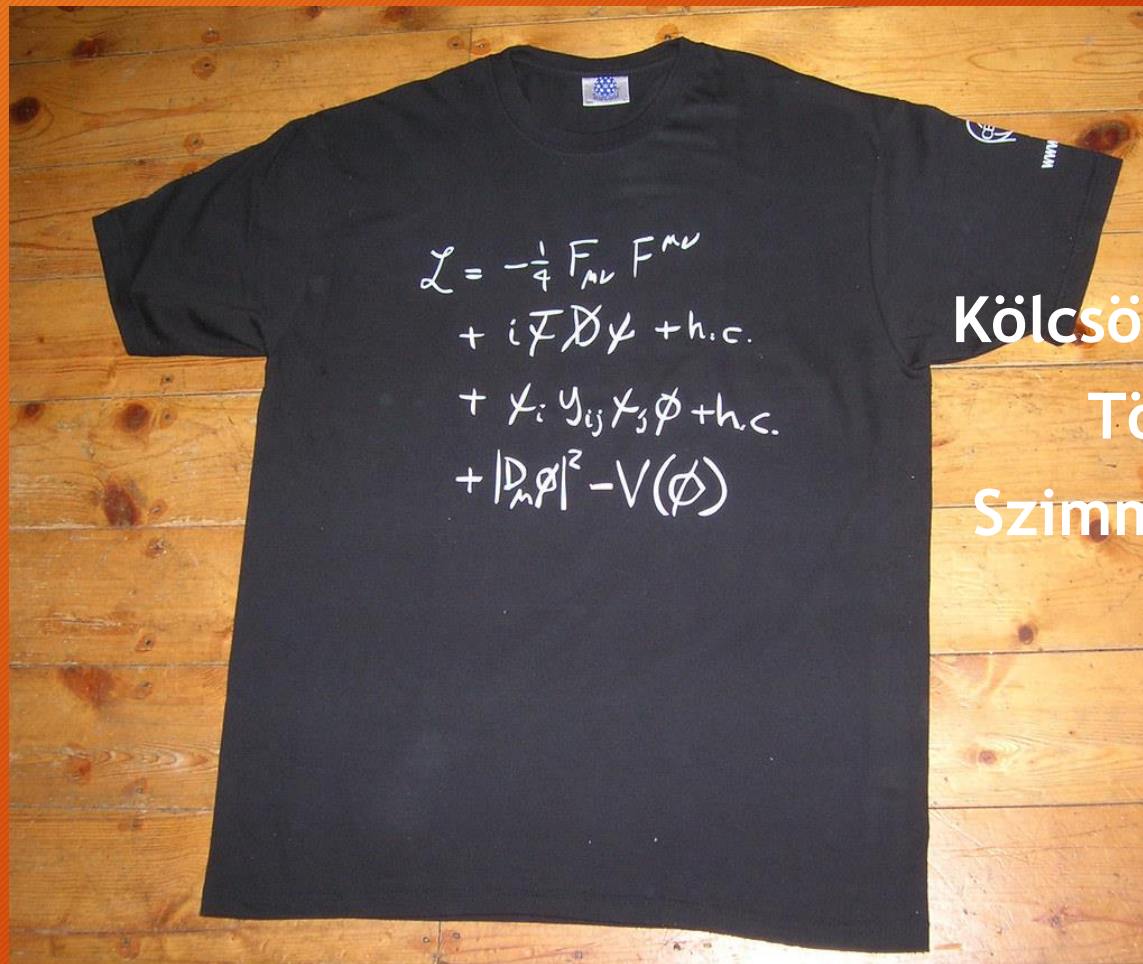


Z^0 W^\pm



Higgs

Az elektromágneses kölcsönhatás Lagrange egyenlete



Erők

Kölcsönhatás, kinetikus tag

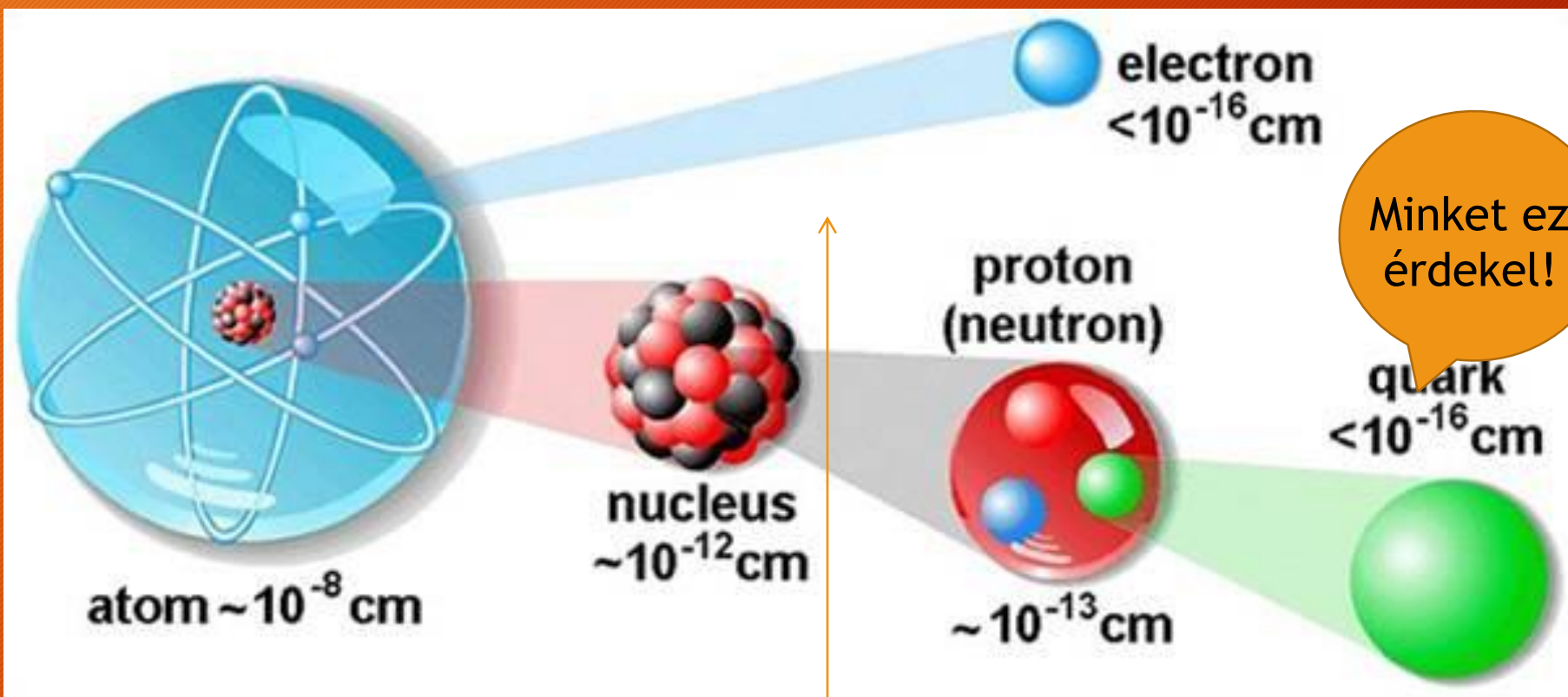
Tömegtag

Szimmetriasértés

Na, de kezdjük az elejéről...

Mit tanultunk a kémia órákon?

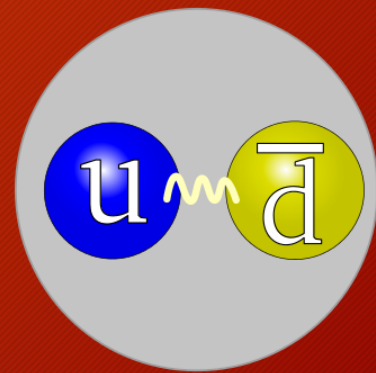
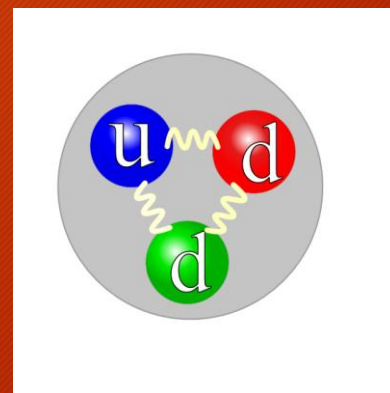
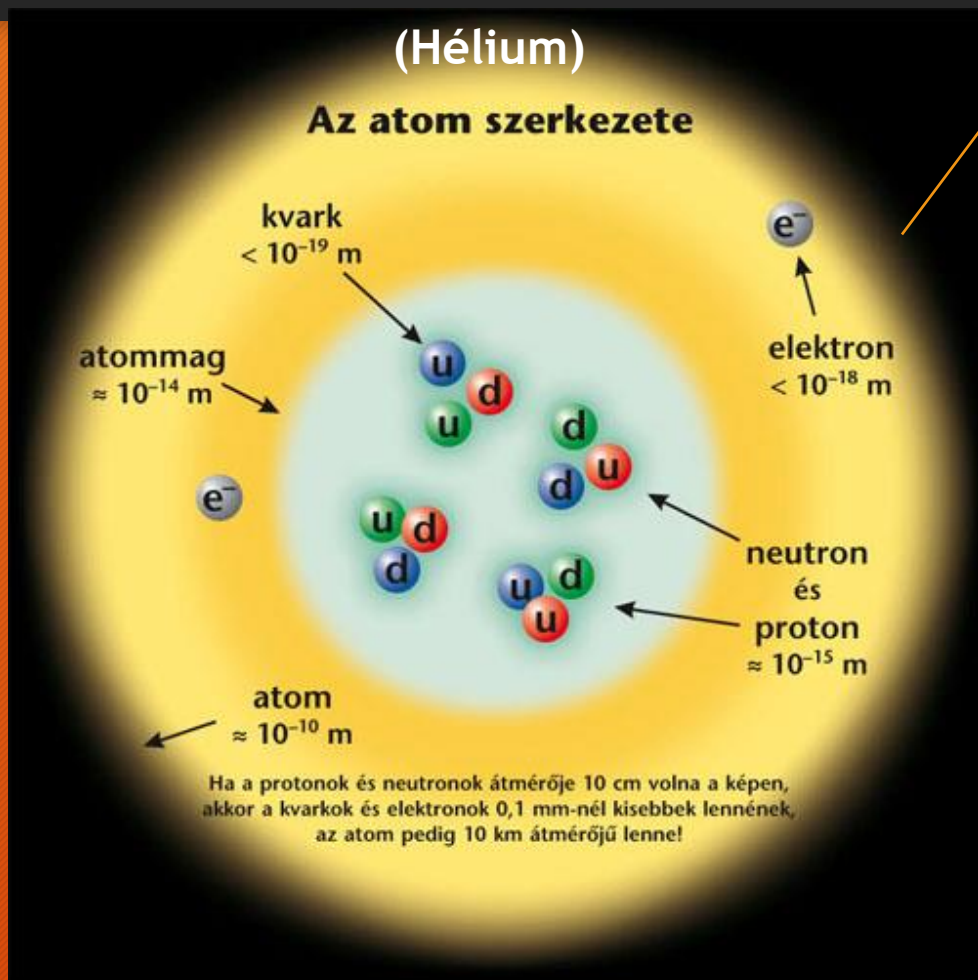
„A proton elemi részecske”



De csak a nukleonok szintjéig! Ezt is több mint 60 éve ismerjük

És ráadásul még színesek is!

Mi is az az elektron?
„leginkább önmagára
hasonlít...”



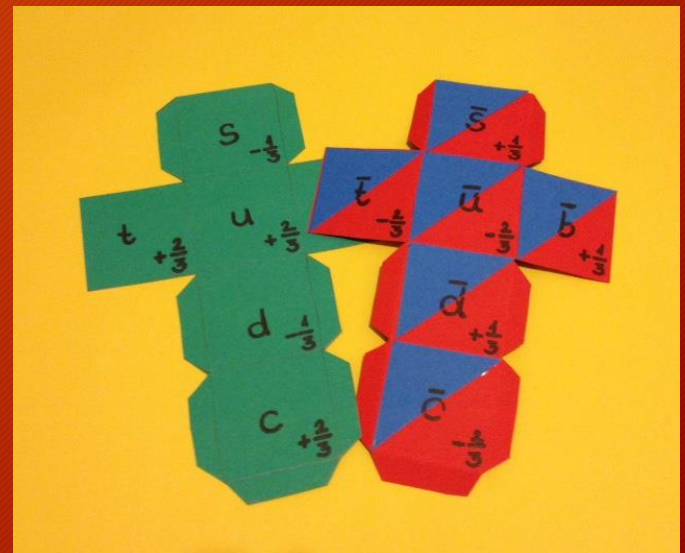
Az ötlet



Az anyagi részecskék három családja (fermionok)

	I	II	III	
tömeg →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
töltés →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
név →	u up	c charm	t top	γ foton
kvárkok	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Leptonok	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e elektron-neutrínó	ν_μ műon-neutrínó	ν_τ tau-neutrínó	Z Z-bozon
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e elektron	μ műon	τ tau	W W bozon

6!



Bozonok (kölsönhatások)

De mit lehet/értelmes ebből tanítani?

- Alapvető kölcsönhatások
- A proton belső szerkezete
- Antirészecskék
- Kvantum színdinamika
- Hadronok: Barionok és mezonok
- Hadronizáció
- A müon bomlási folyamata
- Béta-bomlás nukleon és kvark szinten
- Neutrínók bomlása

Démokritosz forog a sírjában!

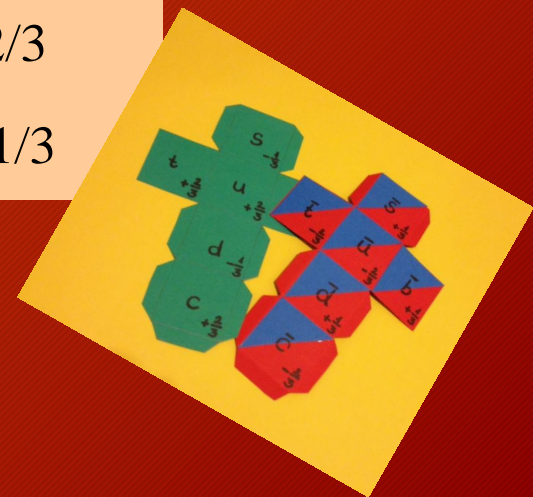


Kvarkokból összesen 6-féle van

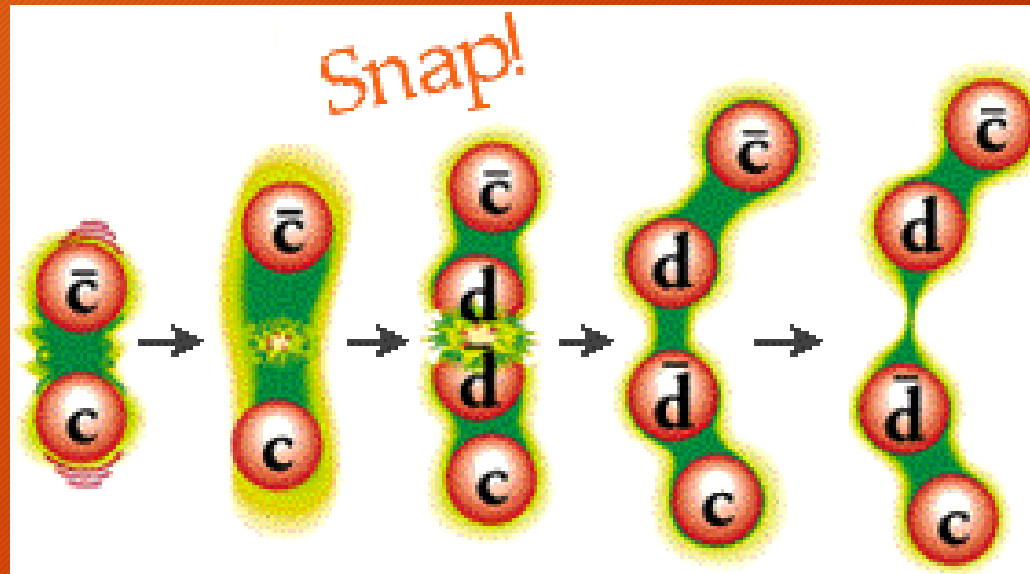
$$m=E/c^2 \text{ (eV?)}$$

magyar név	angol név	jelölés	nyugalmi tömeg (GeV/c ²)	elektromos töltés (e)
Fel	Up	<i>u</i>	0,0015-0,005	2/3
Le	Down	<i>d</i>	0,017-0,025	-1/3
Bájos	Charm	<i>c</i>	1,1-1,4	2/3
Ritka	Strange	<i>s</i>	0,06-0,17	-1/3
Felső	Top	<i>t</i>	165-180	2/3
Alsó	Bottom	<i>b</i>	4,1-4,4	-1/3

Még szerencse☺, mert így...



Szeretnétek látni a kvarkjaimat?



kvarkbezárás

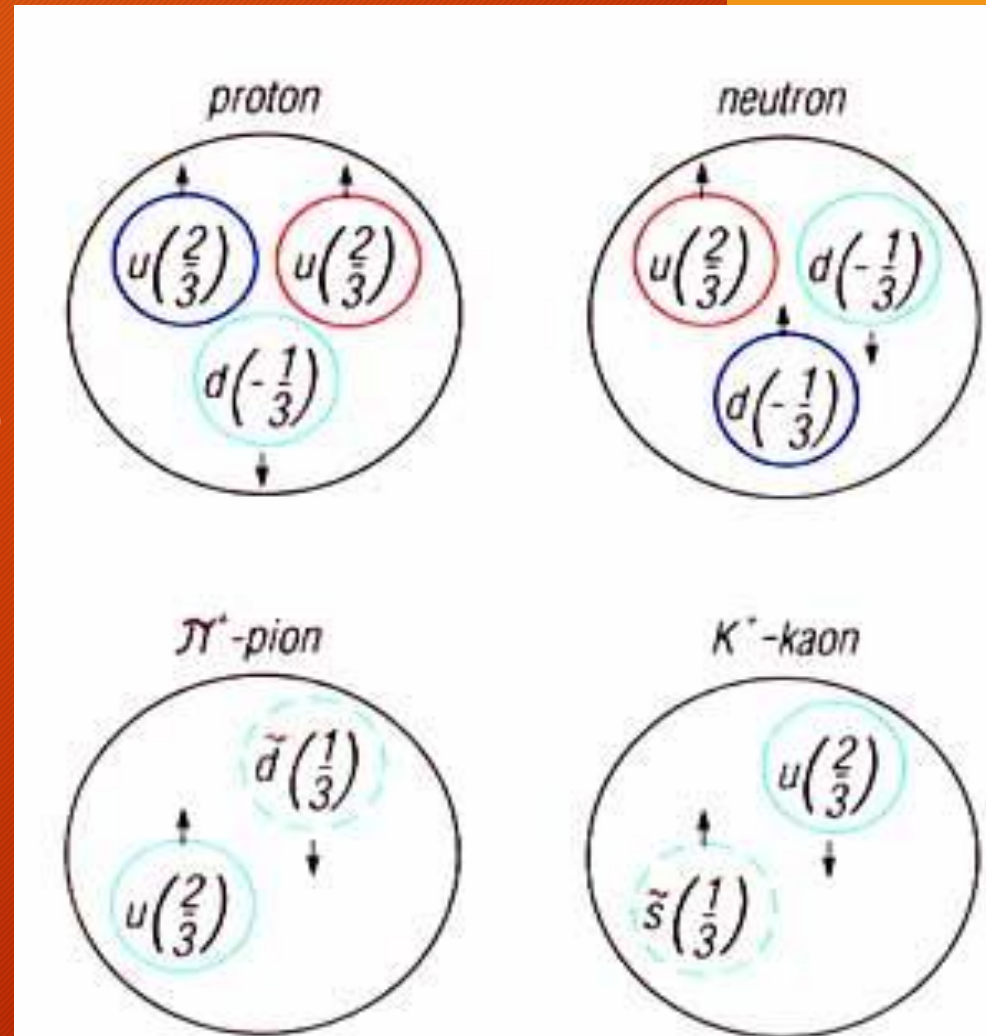
A kvarkokból álló részecskéket hadronoknak nevezzük, és két nagy csoportra oszthatjuk őket.

H
A
D
R
O
N
O
K

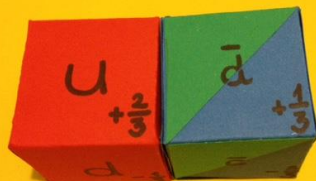
Barionok →
(3 kvarkból állnak)

Mezonok →

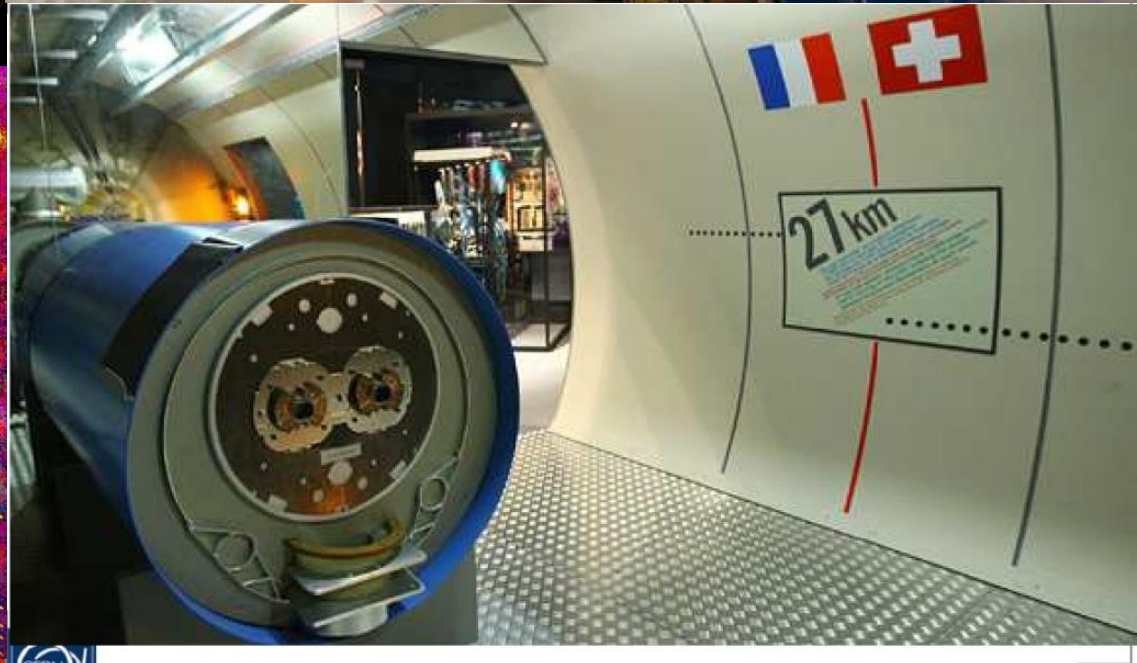
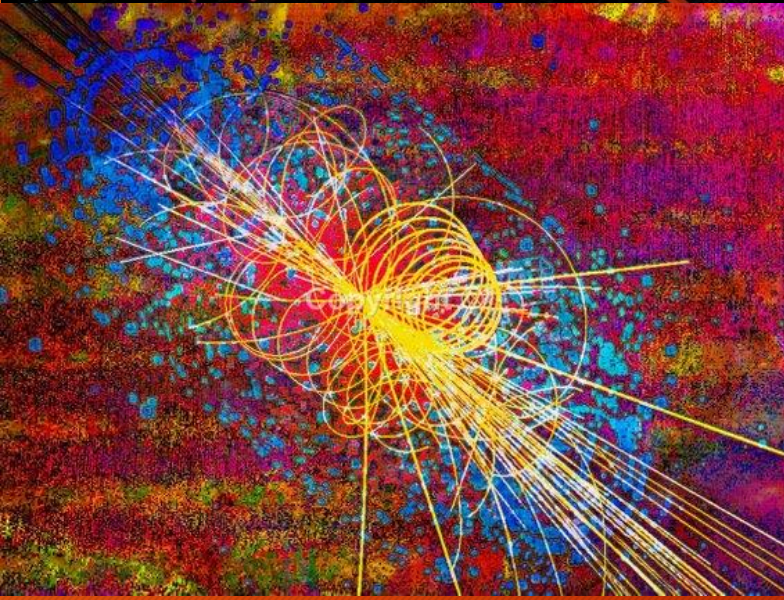
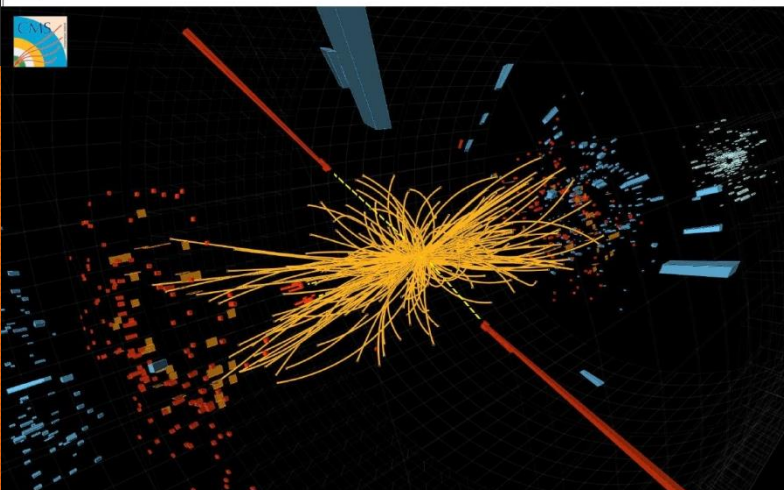
(1 kvarkból és 1 antikvarkból állnak)



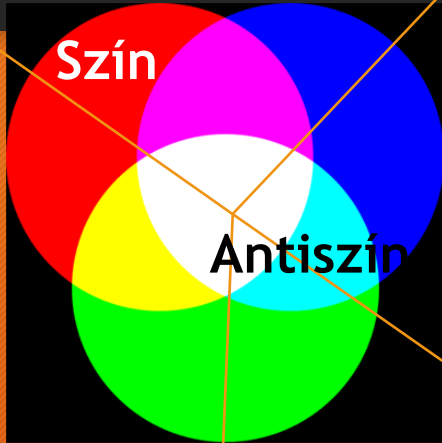
Hadronjátékok



LEP? LHC?



És mi van a színekkel?

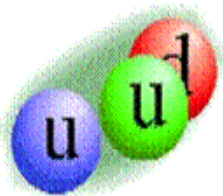


A színtöltés, egy új kvantumszám
(csak az erős kölcsönhatásban résztvevőknél)
Ezt kvantum színdinamikának (QCD)
nevezik

KOMPLEMENTER SZÍNEK



A természetben csak fehér szín létezik,
3 színt (RGB=red,green,blue) azonosan
tartalmaz, vagy 2 kvark esetén egy
színt és egy antiszínt



Eddig tehát szó volt a kvarkokról és a köztük lévő gluonokról

<u>Kölcsönhatás</u>	<u>közvetítő</u>	<u>nyugalmi tömege</u>	<u>töltés</u>	<u>Mire hat?</u>	<u>hatótávolság (m)</u>
erős	gluonok (8-féle)	0	színtöltés	hadronokra	10^{-15}
elektromágneses	foton	0	elektromos töltés	elektromosan töltött részecskére	végtelen
gyenge	Z^0 W^+ és W^-	91, 80 GeV/c^2	gyenge töltés	minden $1/2$ spinű részecskére	10^{-18}
gravitációs	graviton*	0	tömeg	mindenre	végtelen

A gluonokról

Melyik a kakukktojás?



8 különböző fajtája van,
de "fehér" nem lehet

ők is színt-antiszínt
hordoznak

A közvetítő részecskéket hívjuk Bozonoknak

<u>Kölcsönhatás</u>	<u>közvetítő</u>	<u>nyugalmi tömege</u>	<u>töltés</u>	<u>Mire hat?</u>	<u>hatótávolság (m)</u>
erős	gluonok (8-féle)	0	színtöltés	hadronokra	10^{-15}
elektromágneses	foton	0	elektromos töltés	elektromosan töltött részecskére	végtelen
gyenge	Z^0 W^+ és W^-	91, 80 GeV/c^2	gyenge töltés	minden 1/2 spinű részecskére	10^{-18}
gravitációs	graviton*	0	tömeg	mindenre	végtelen

És hogy még bonyolultabb legyen az életünk:

Lehet másképpen is osztályozni a részecskéket!

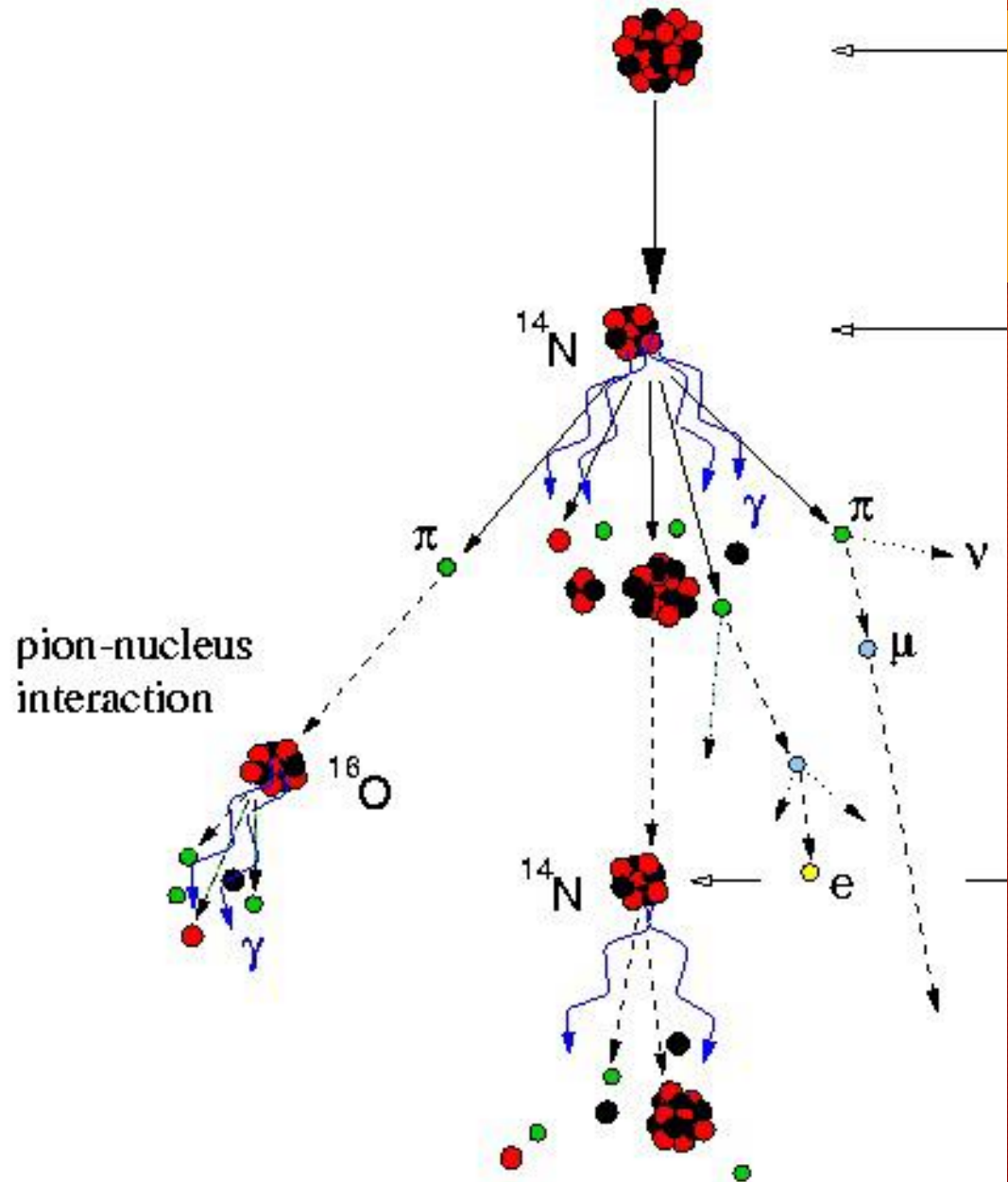
» Spin szerint:

feles spinű = fermion, egész spinű = bozon

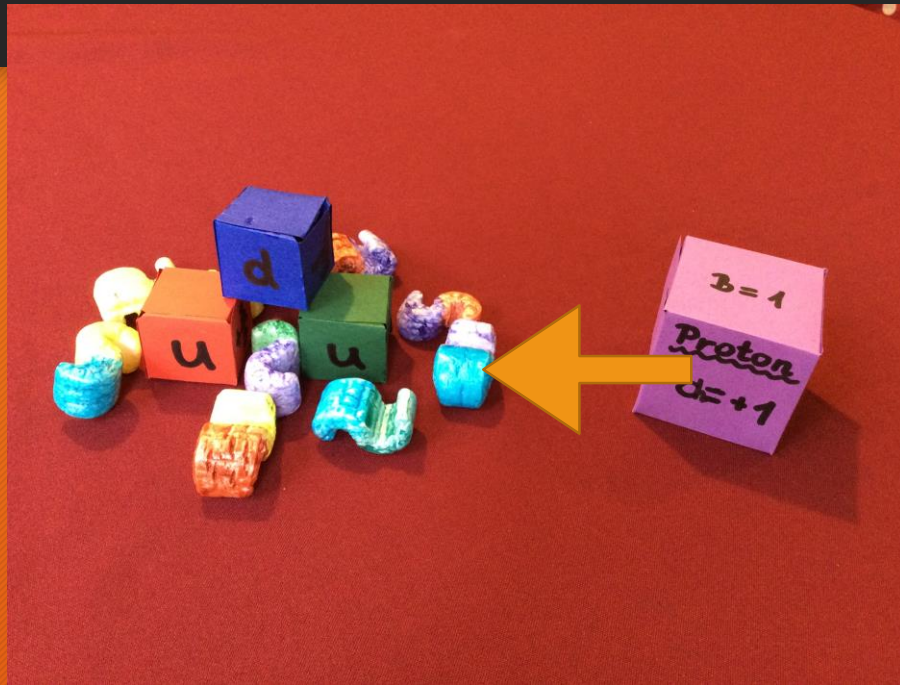
» Kölcsönhatásban való részvételük alapján:

- erős: hadronok (fermionok = barionok, bozonok = mezonok)
- leptonok, amik nem vesznek részt az erős kh-ban
- (a gyenge kölcsönhatás minden részecskére hat)

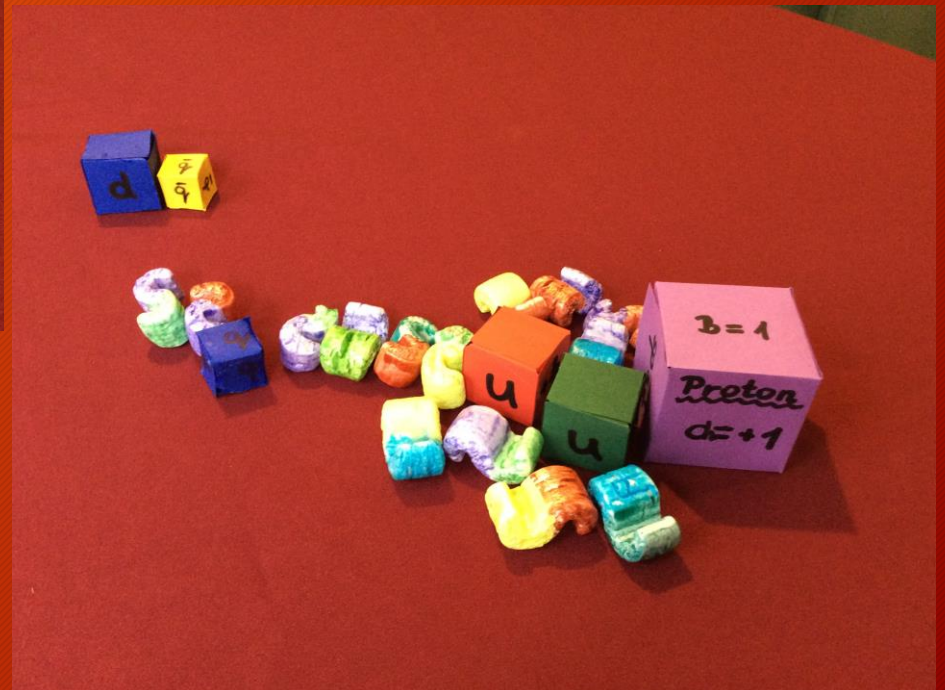
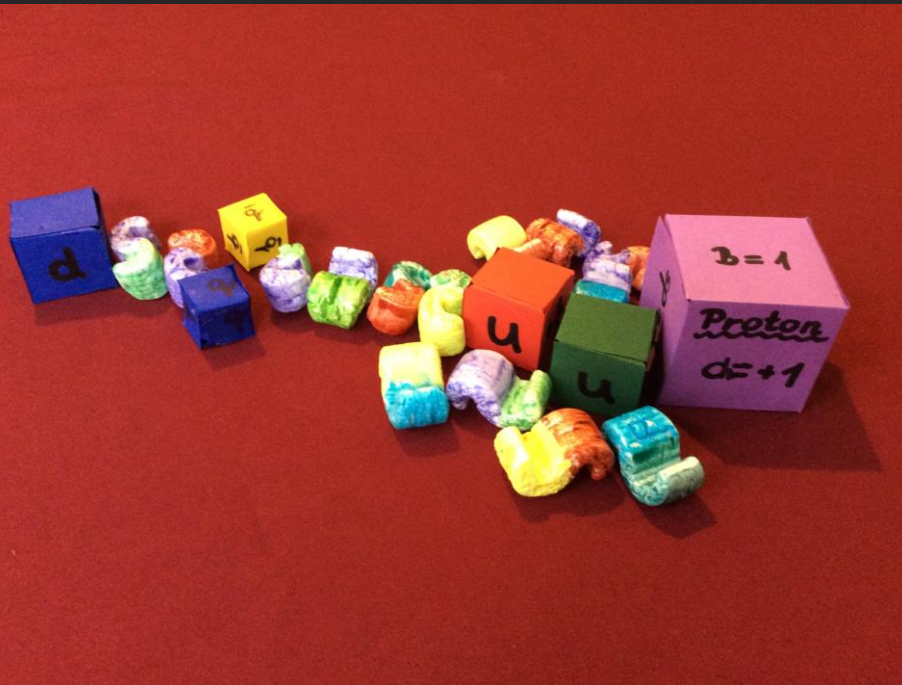
Mindezek
hogyan
keletkeznek?



Kvarkbezárás > mezonok keletkezése



Gluon > kvark-antikvark párkeltés



Ismerős és ismeretlen megmaradási törvények

Ch (charge): elektromos töltés

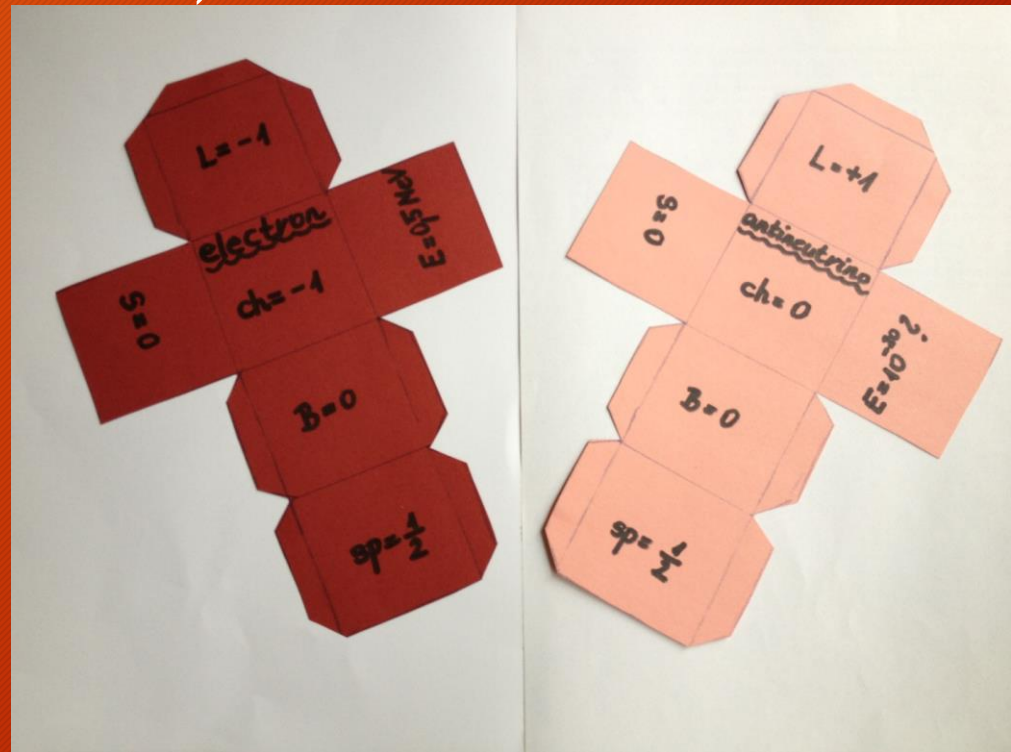
Sp: spin (impulzus momentum)

B: barionszám

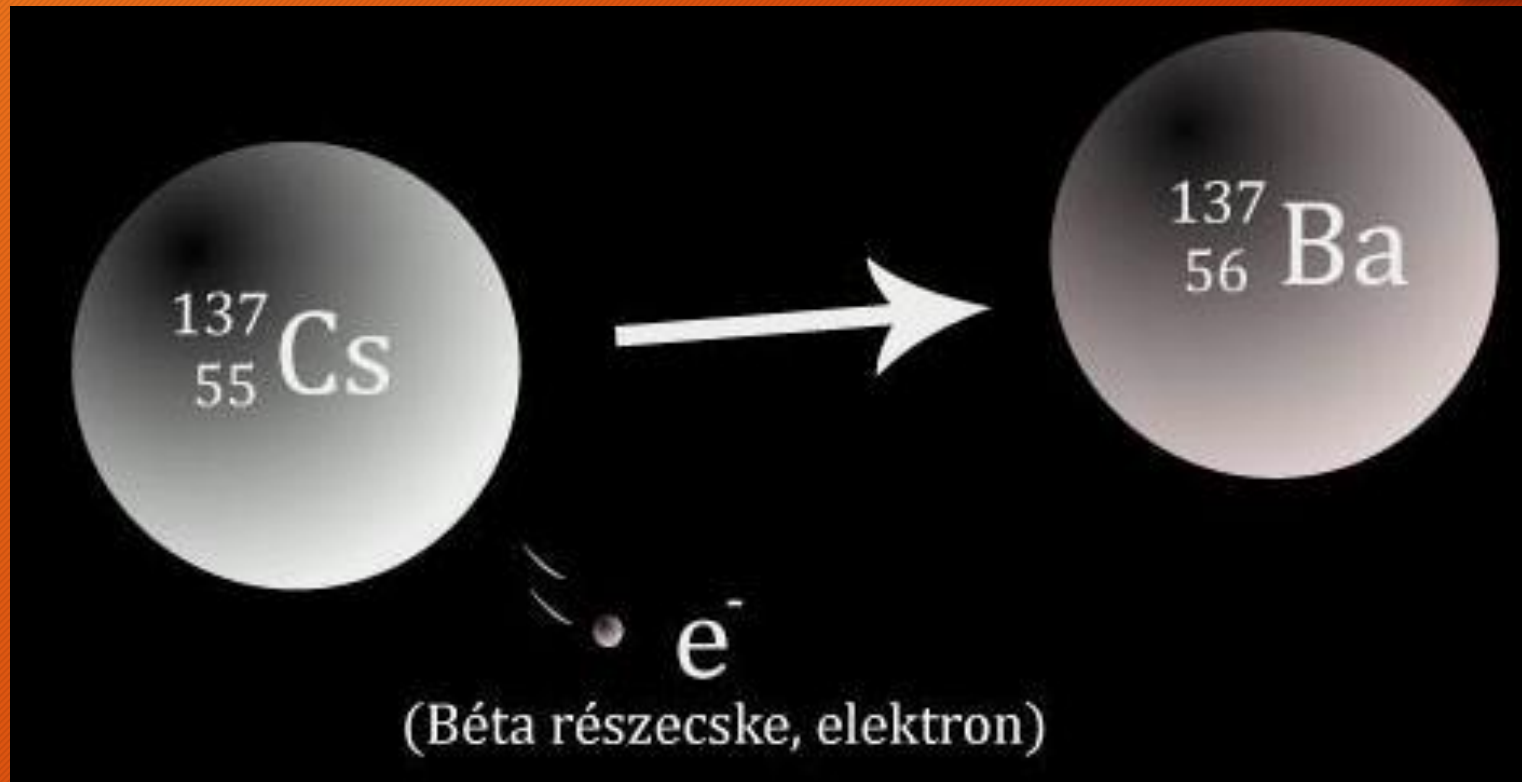
L: leptonszám

E: energia/tömeg

p: impulzus



Gyenge kölcsönhatás



A radioaktív bomlások egyik fajtája a β -bomlás

- 3 fajtája létezik:

- -**Negatív β -bomlás:** itt a mag egyik neutronja a gyenge kölcsönhatás révén (a W-bozon közvetítésével) protonná alakul. $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$
- -**Pozitív β -bomlás:** egy proton bomlásakor egy pozitron is kisugárzódik. $p \rightarrow n + e^+ + \nu$
- -**Elektronbefogás:** amely során csak egy monoenergetikus elektronneutrino távozik a magból, miközben az befogta az atom egyik héjelektronját. $p + e^- \rightarrow n + \nu$

Többnyire tudják használni a reakcióegyenleteket a függvénytáblázat segítségével a diákok, de a mélyebb fizikai tartalmával nincsenek tisztában.

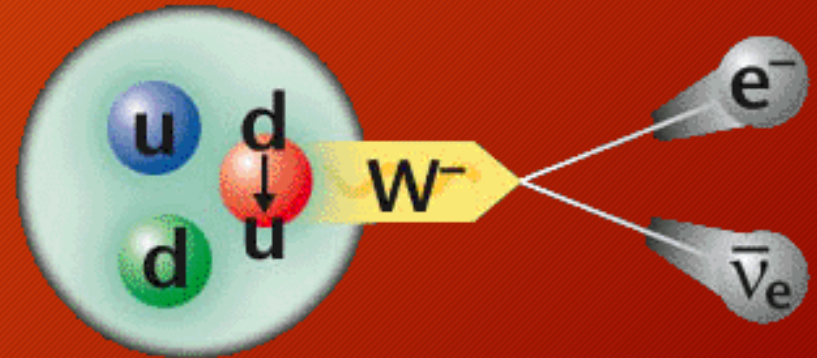
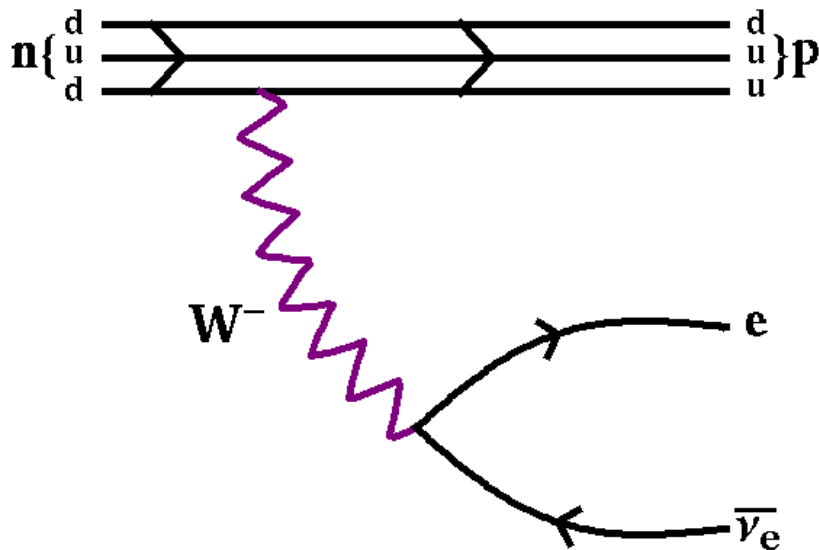
Például:

$${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + e^- + \bar{\nu}$$

$${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + e^+ + \nu$$

$$e^- + {}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \nu$$

Neutron Decay

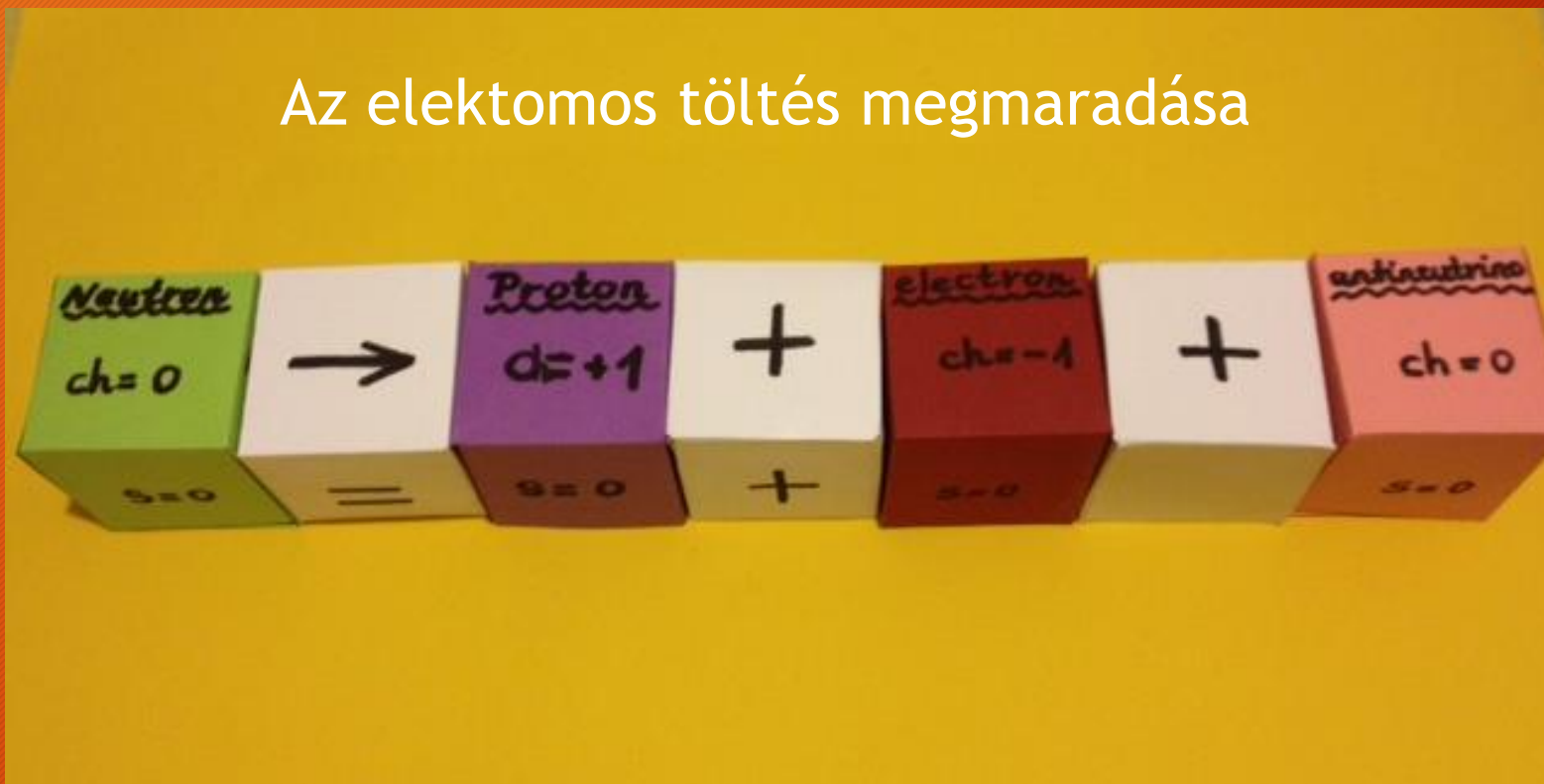


„Számolós” mennyiségek

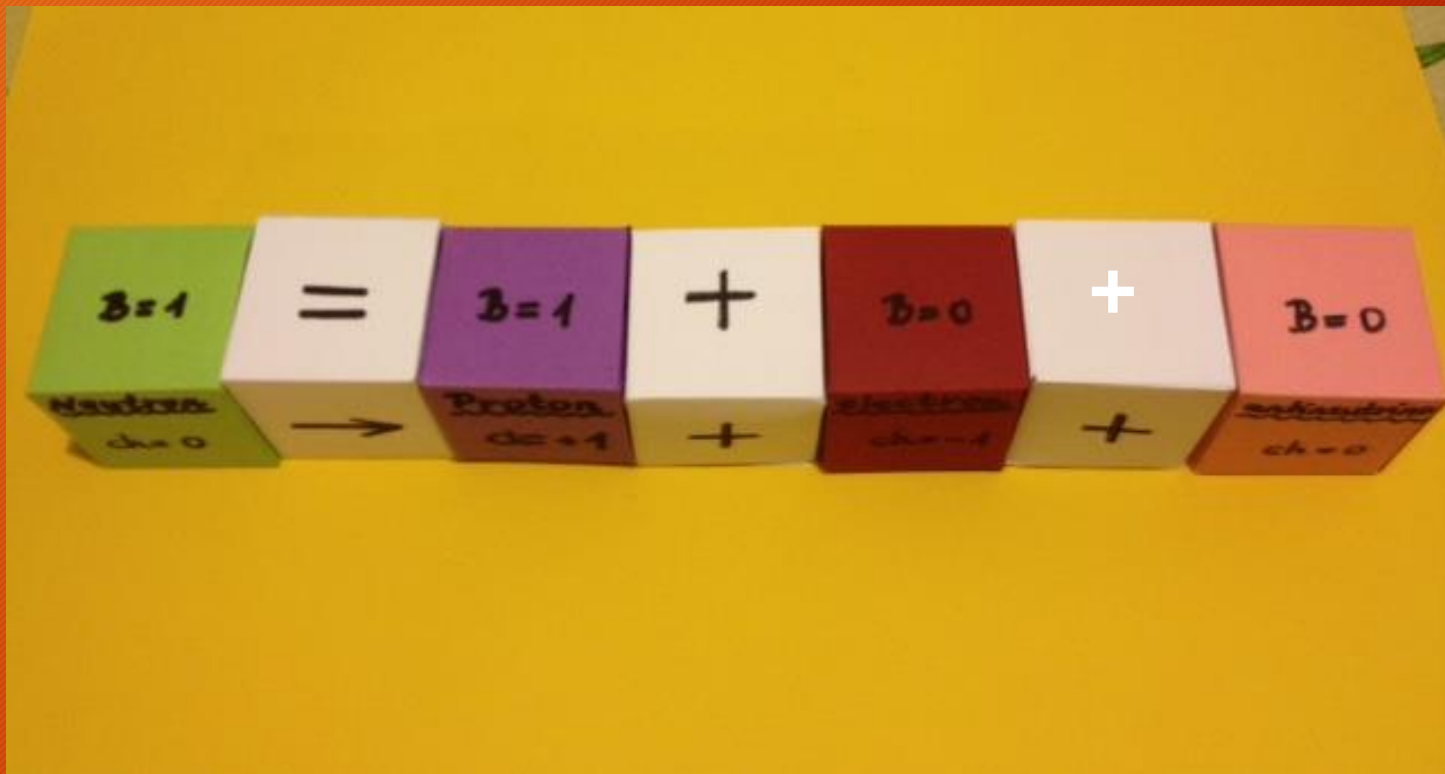
Név	Töltés	Barionszám	Leptonszám	Tömeg	Spin	
Proton	1	1	0	0,943 GeV	1/2	
Neutron	0	1	0	0,946 GeV	1/2	
Elektron	-1	0	1	0,5 MeV	1/2	
Pozitron	1	0	-1	0.5 MeV	1/2	
Neutrino	0	0	1	10^{-20} ?	1/2	
Antineutrino	0	0	-1	10^{-20} ?	1/2	

Neutron „BÉTA-NYÁRS”

Az elektomos töltés megmaradása



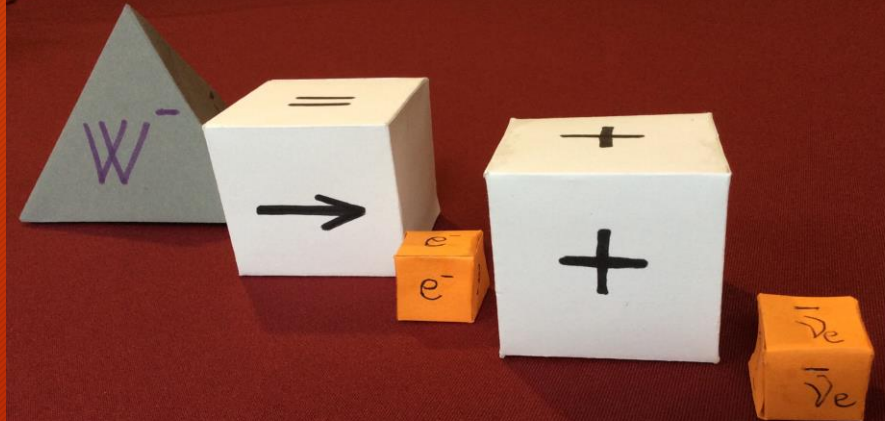
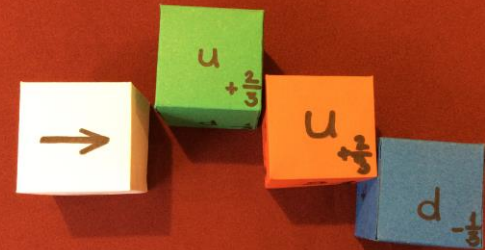
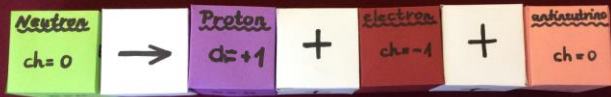
Forgassuk azonos irányban!

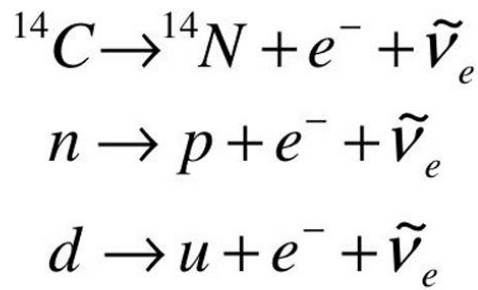
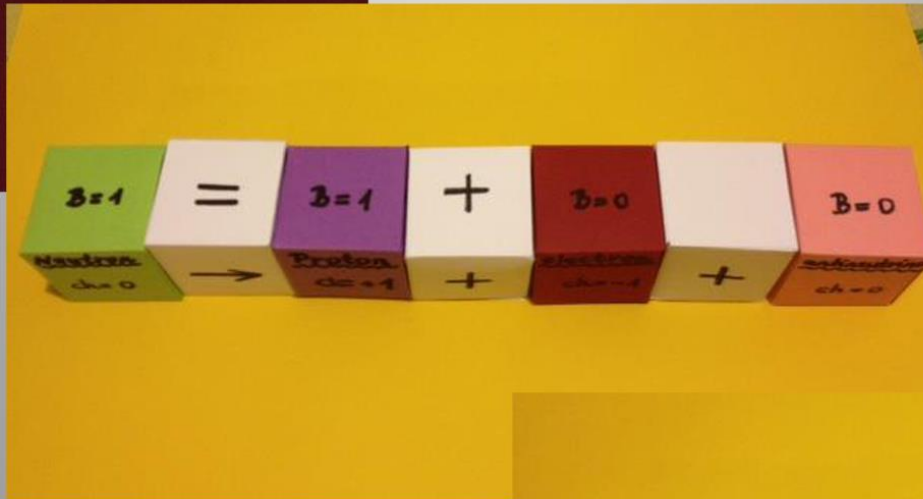
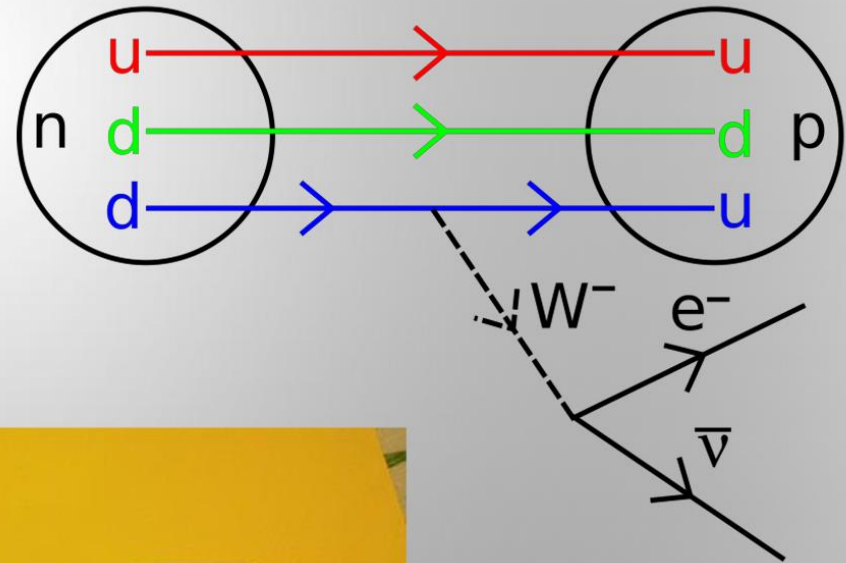
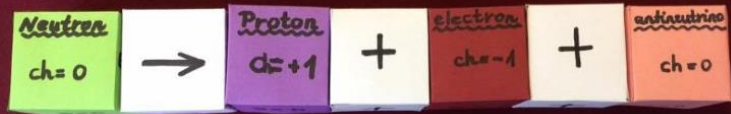


Na még egyet!



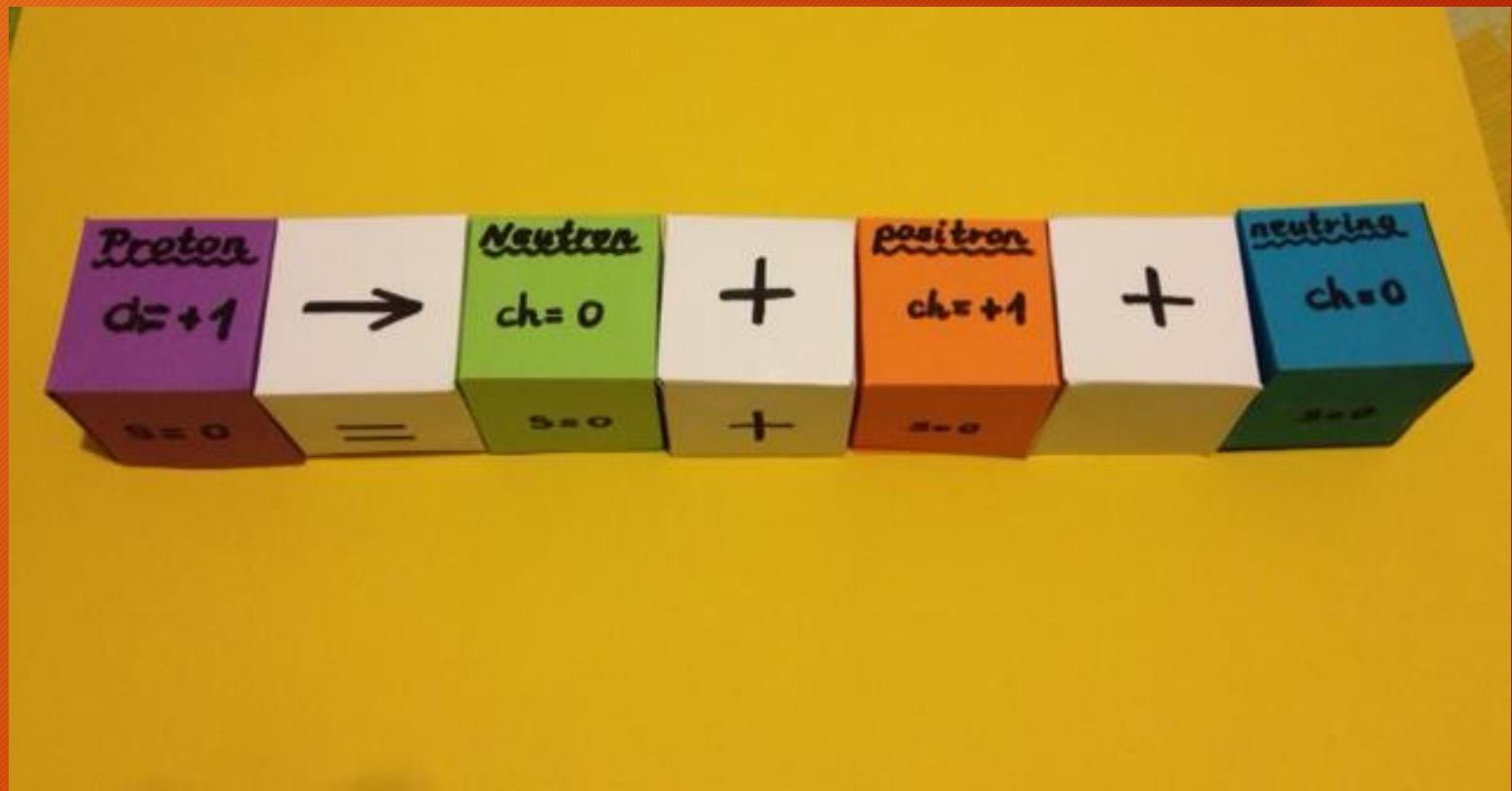
Kvark szinten



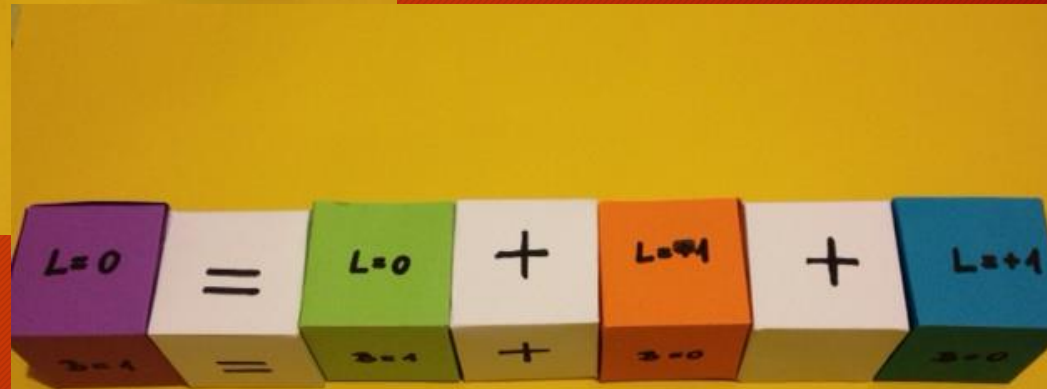
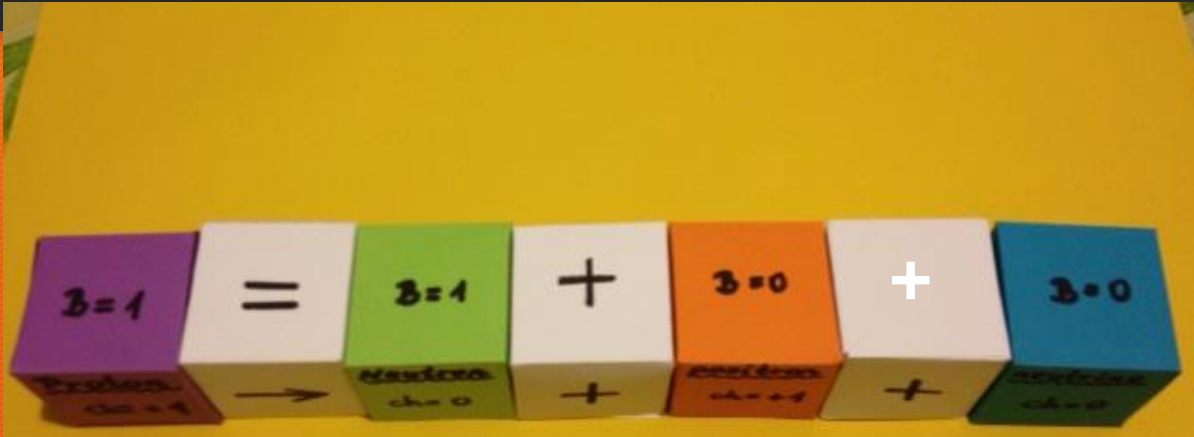


atommag-szint
 nukleon-szint
 kvark-szint

Proton BÉTA-NYÁRS

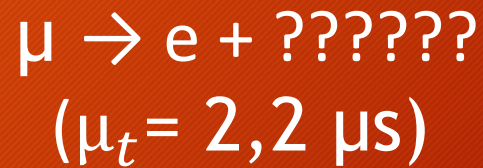


A barion- és leptonszám megmaradása



Mit látunk a ködkamrában?

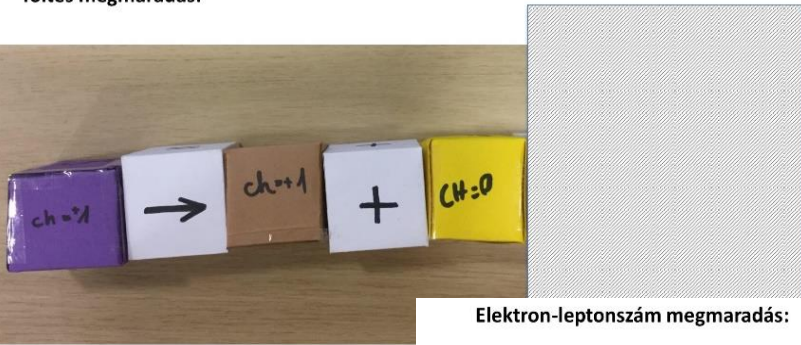
A müon bomlása:



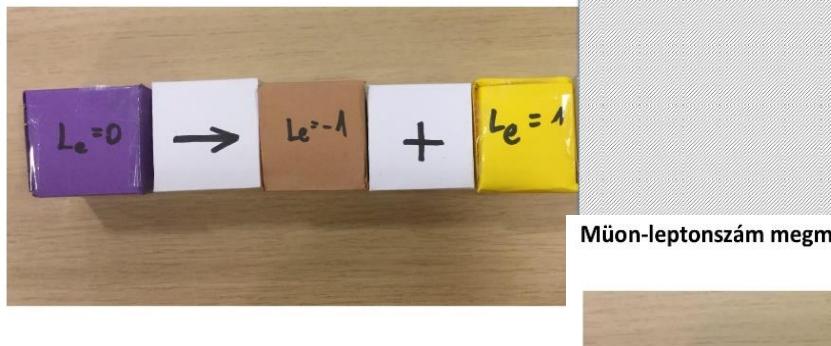
	e^-	e^+	ν_e	$\bar{\nu}_e$	μ^-	μ^+	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$
elektronikus-leptonszám	1	-1	1	-1	0	0	0	0
müonikus-leptonszám	0	0	0	0	1	-1	1	-1

Felfedezettő módszerrel

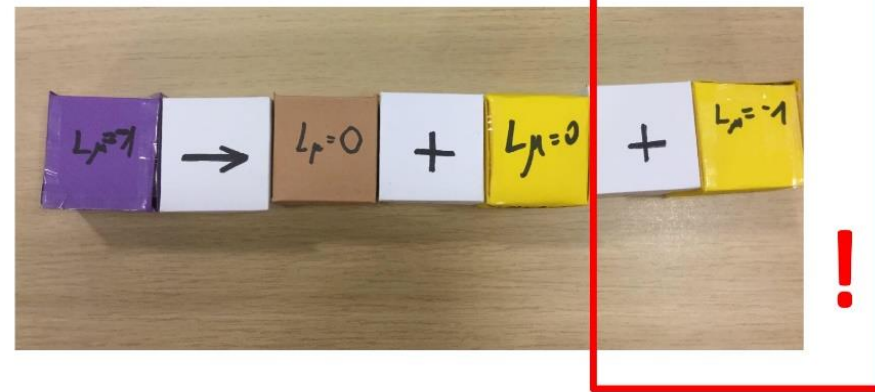
Töltés megmaradás:

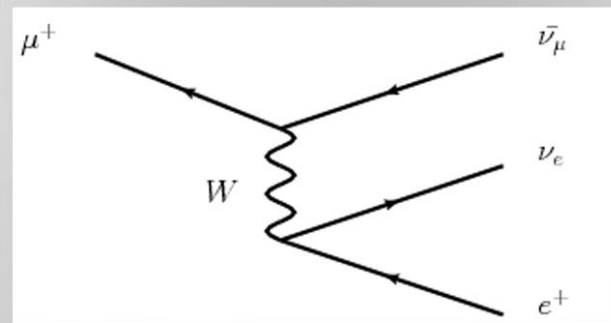


Elektron-leptonszám megmaradás:

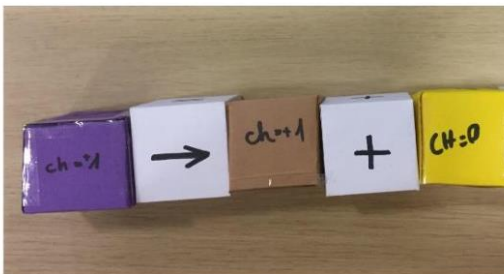


Müon-leptonszám megmaradás:



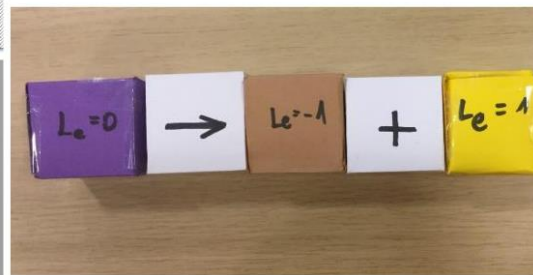


Töltés megmaradás:

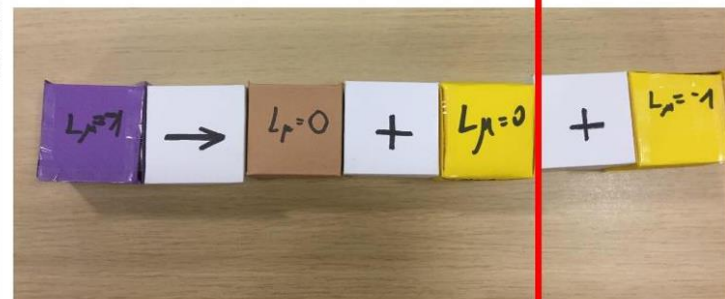


	e^-	e^+	ν_e	$\bar{\nu}_e$	μ^-	μ^+	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$
elektronikus-leptonszám	1	-1	1	-1	0	0	0	0
müonikus-leptonszám	0	0	0	0	1	-1	1	-1

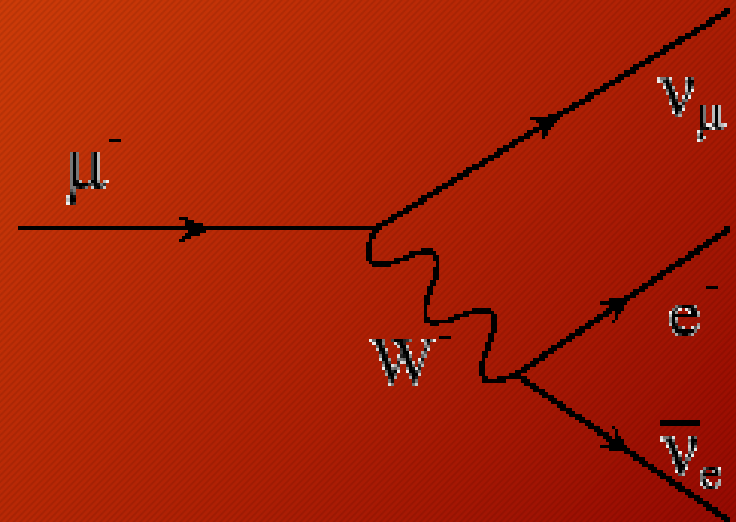
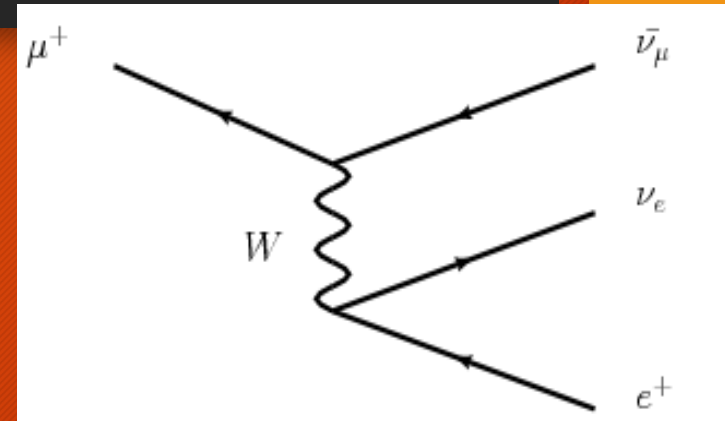
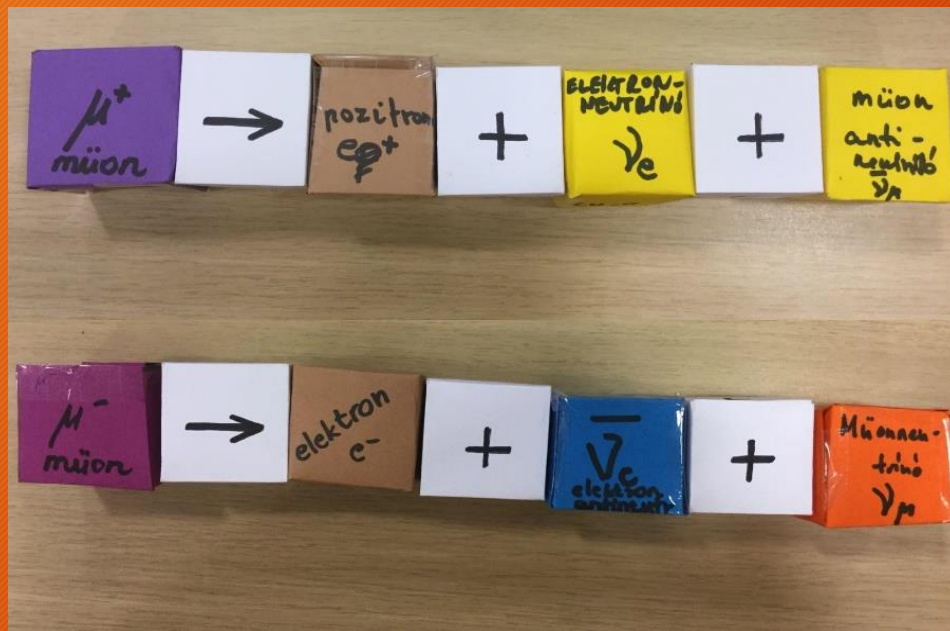
Elektron-leptonszám megmaradás:



Müon-leptonszám megmaradás:

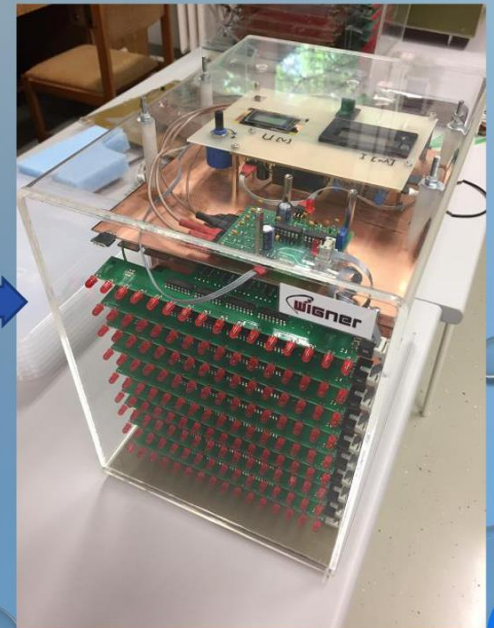
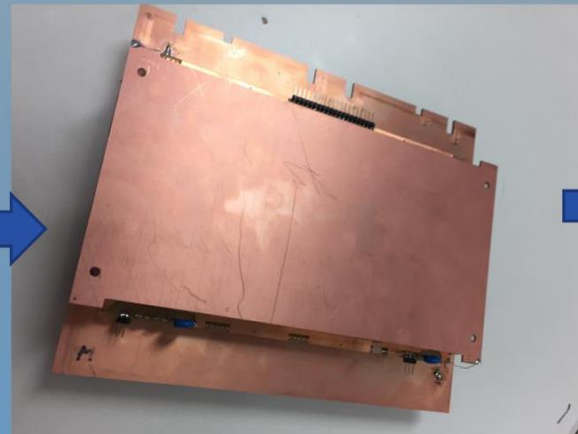
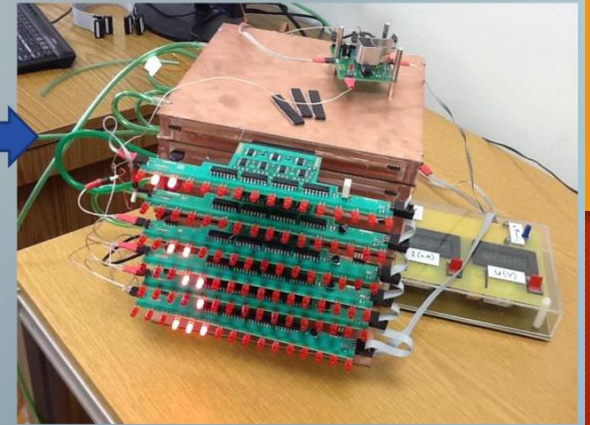
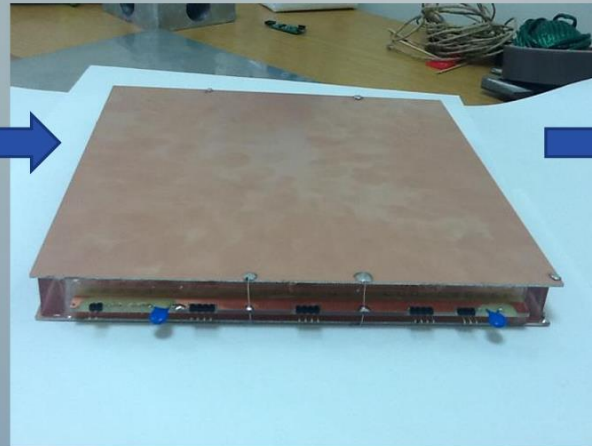


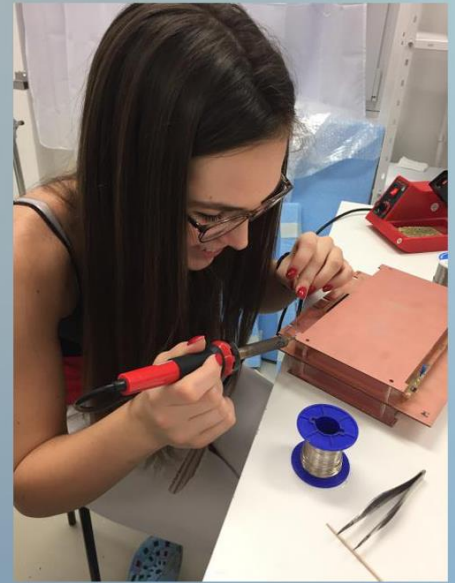
Az elektromosan töltött müon bomlása



Kutatótanári Laboratórium







CERN Education...

...tanároknak, diákoknak



Köszönöm a figyelmet



„Én sosem tanítom a diákjaimat, csak megpróbálom megteremteni a feltételeket, amelyekben tanulhatnak.”

Albert Einstein