

Bevezető a „Bevezetés a részecskefizikába” előadásokhoz



Avagy, hogyan építsünk
atomfizikát?

Oláh Éva Mária

Bálint Márton Általános és Középiskola, Törökbálint
ELTE, Fizikatanári Doktori Iskola, Fizika Tanítása Program
olaheva@hotmail.com

Matematika 8. évfolyam (MOZAIK)

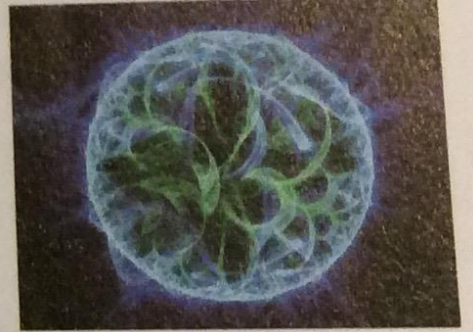
*4. Az alábbi igaz állítások a részecskékre vonatkoznak. Készítsük el az állítások alapján a részecskék halmazábráját!

Minden részecske fermion vagy bozon.

Egyetlen fermion sem bozon.

A mezonok azok a hadronok, amelyek bozonok.

Azok a hadronok, amelyek fermionok, a barionok.



Részecskefizika a tanmenetben

Tanmenet

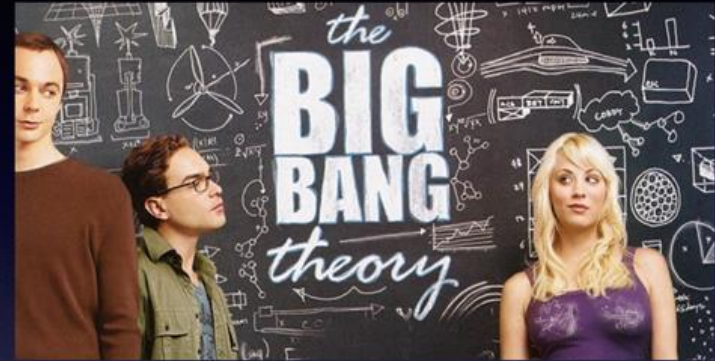
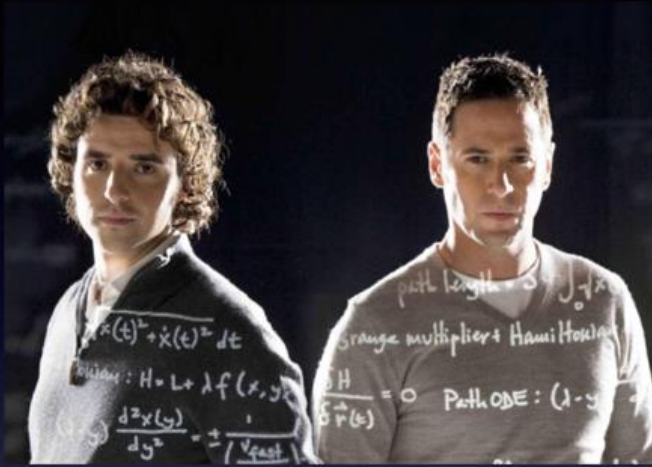
60.	12. Néhány gondolat a részecskefizikáról (kiegészítő anyag) Sok kicsi sokra megy!	A részecskék és kölcsönhatások általános elmélete. Standard modell. Elemi részecskék – mikrorészecskék. A gyorsítók és szerepük a mikrovilág megismerésében.	Kiselőadások, poszterek, táblázatok készítése. Gyorsító típusok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

Ismeretlen ismerősök?

PROTON



BOZON



HADRON



NEUTRON

ELEKTRON

MEZON

BARION



POZITRON

LEPTON

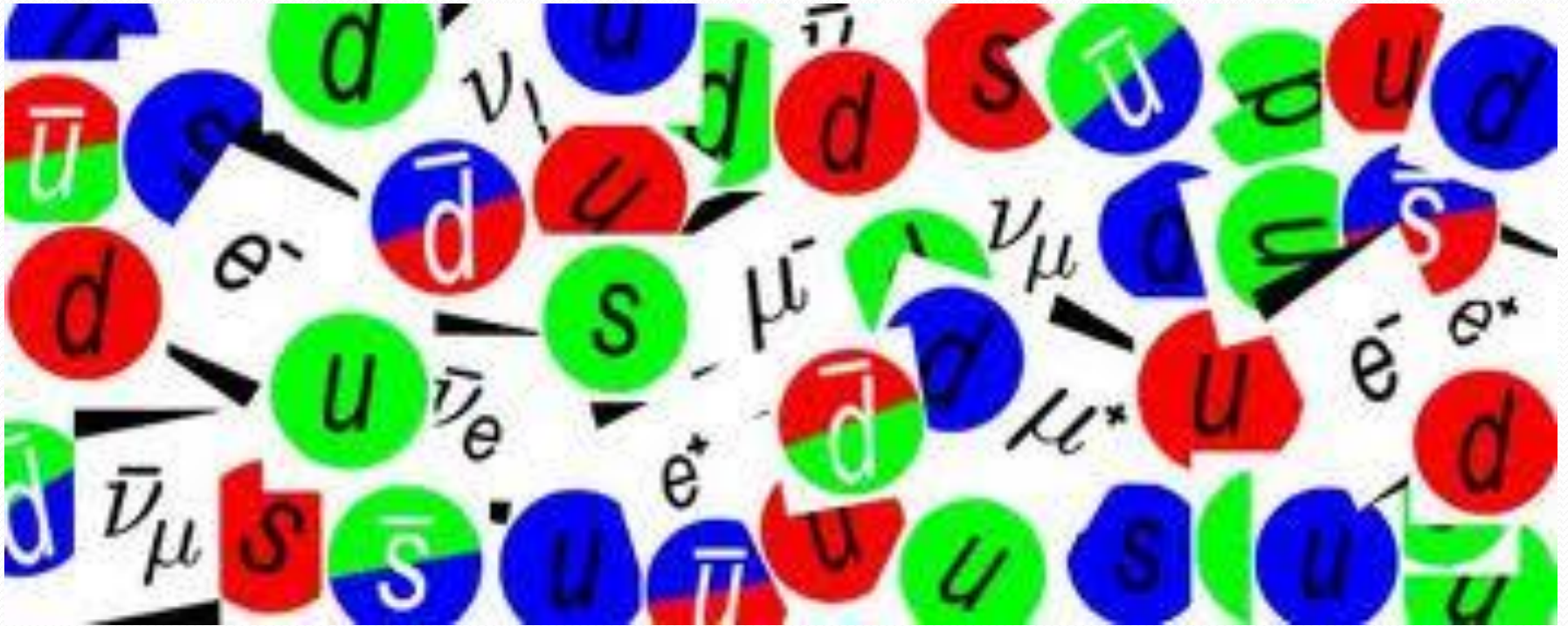
ANTINEUTRINO



NEUTRINO



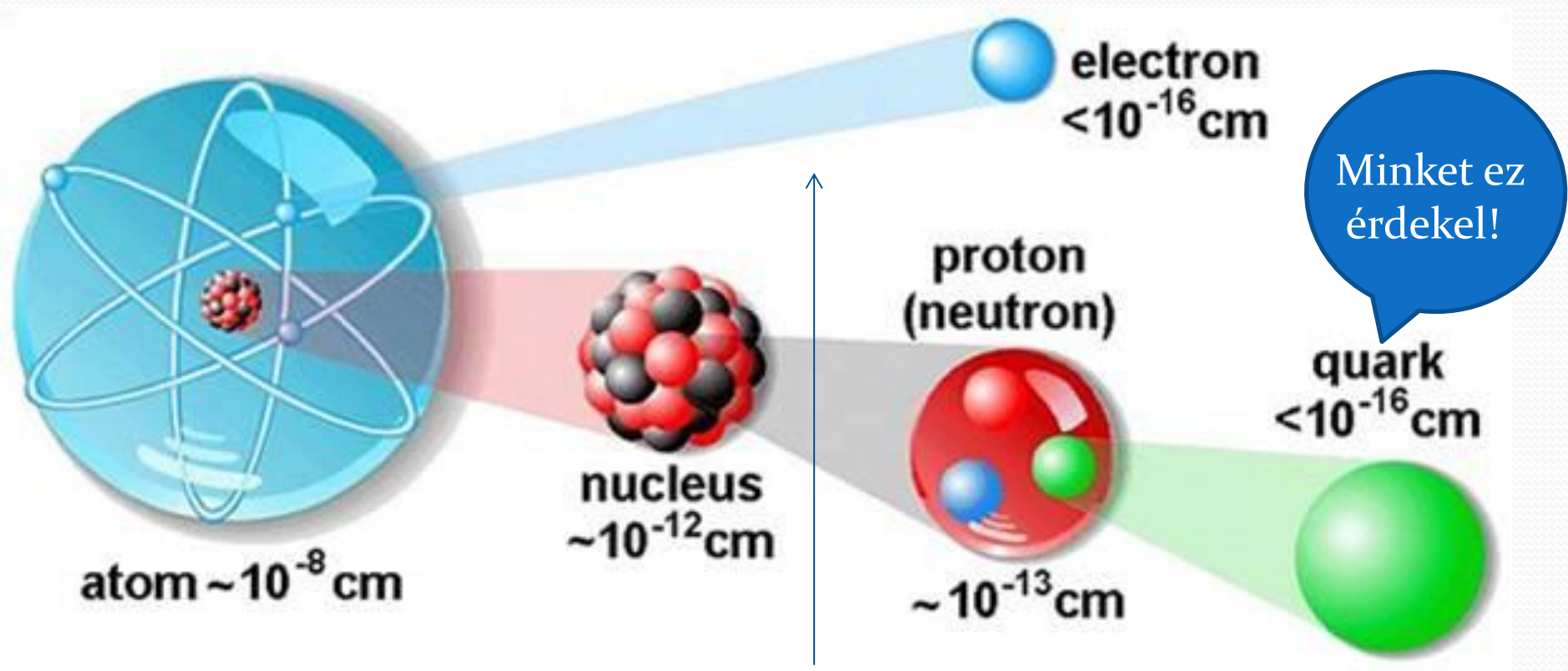
Tudunk játszani ezzel a kártyajátékkal?



Dr. Csörgő Tamás

Na, de kezdjük az elejéről...

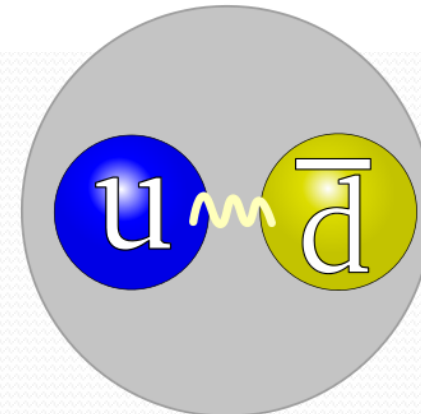
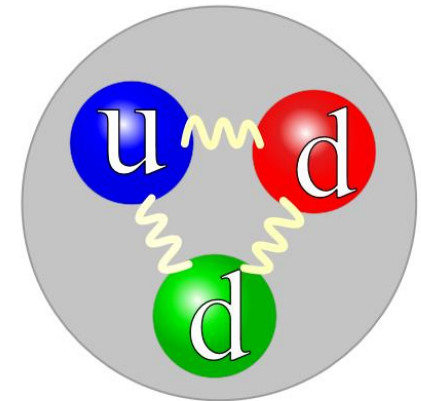
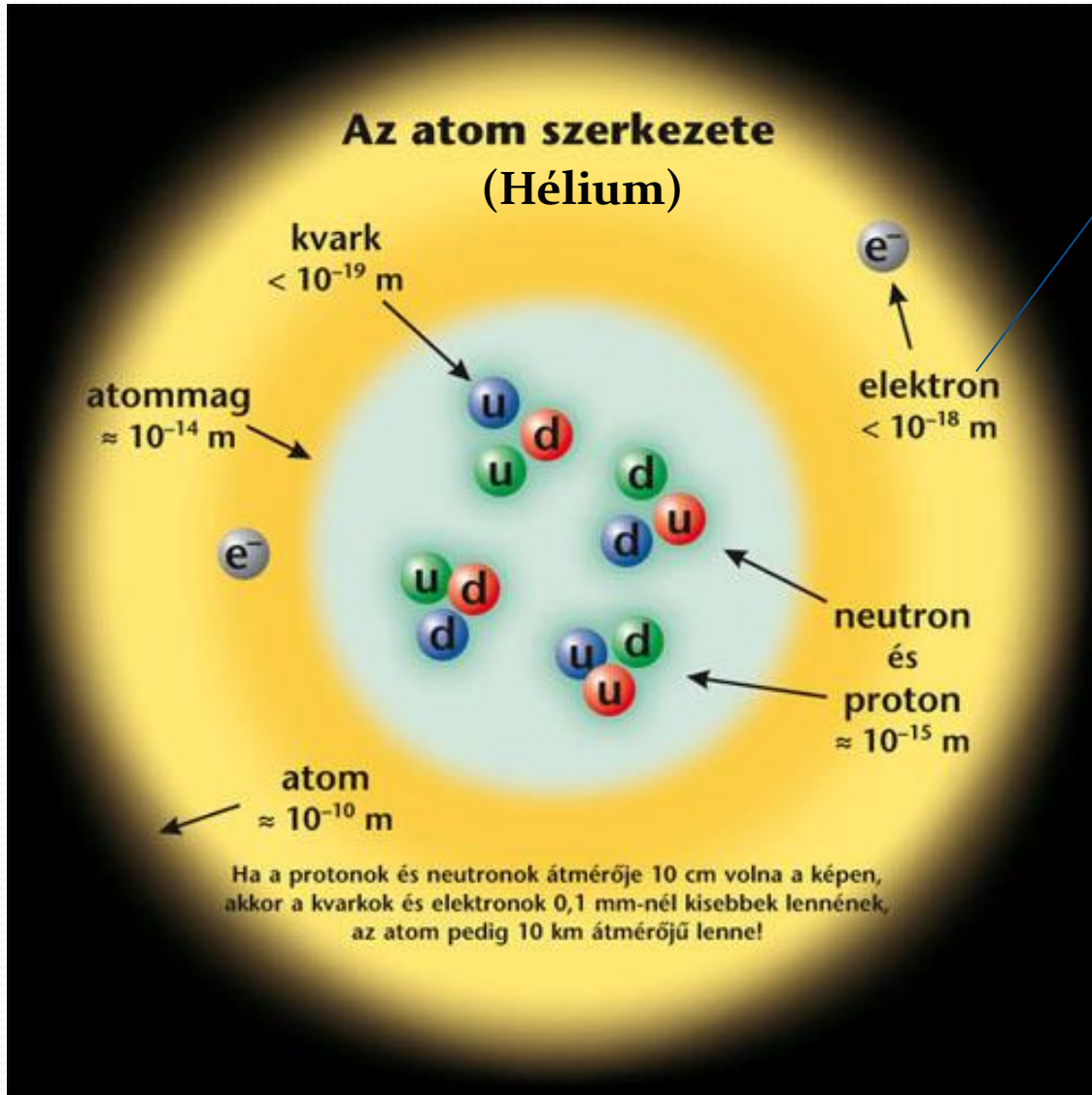
Mit tanultunk a kémia órákon?



De csak a nukleonok szintjéig!

És ráadásul még színesek is!

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



Alapkészlet a szemléltetéshez



Próbáljuk meg játszva!



+

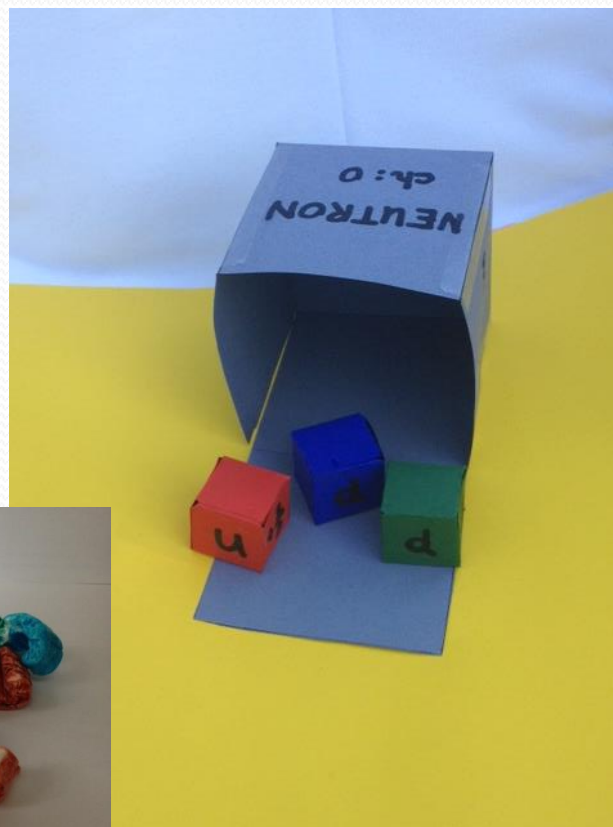


=

NUKLEONOK

Rendben, ezt eddig is tudtuk 😊

Mi van a „mackó” hasában?

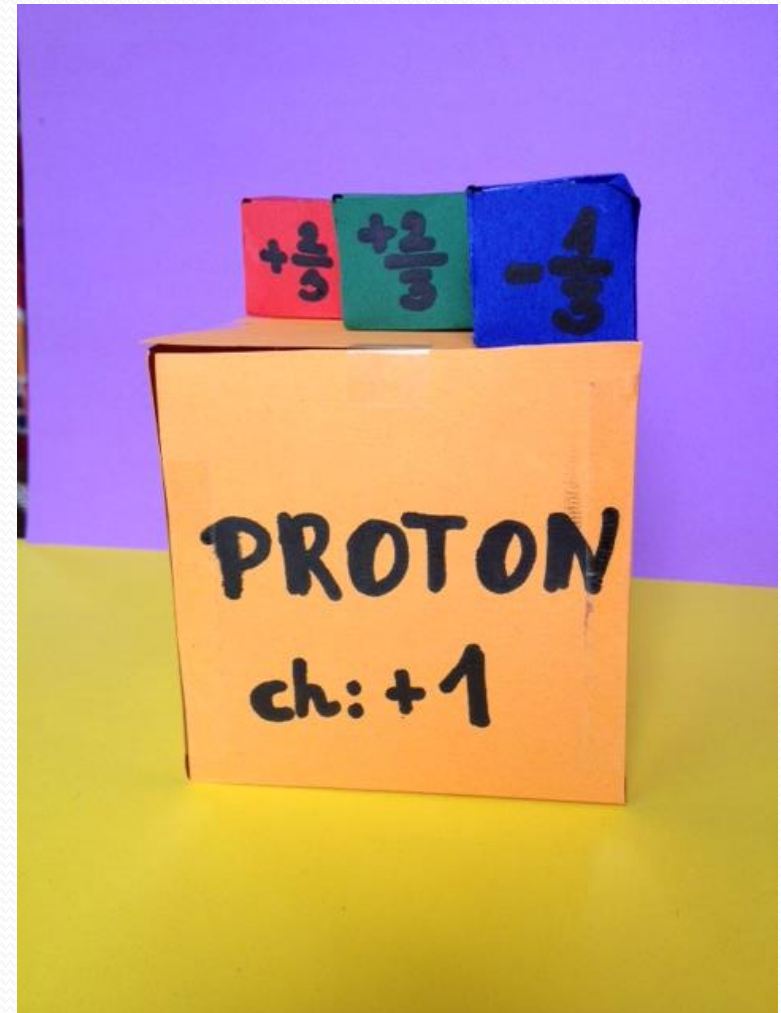
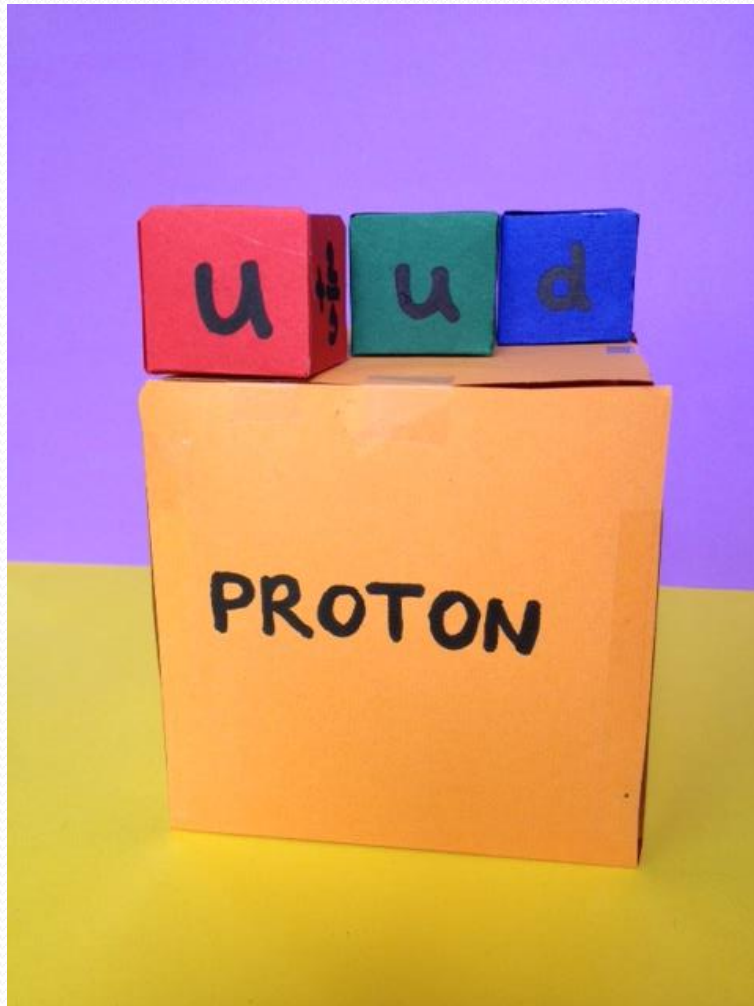


...és még sok-sok gluon

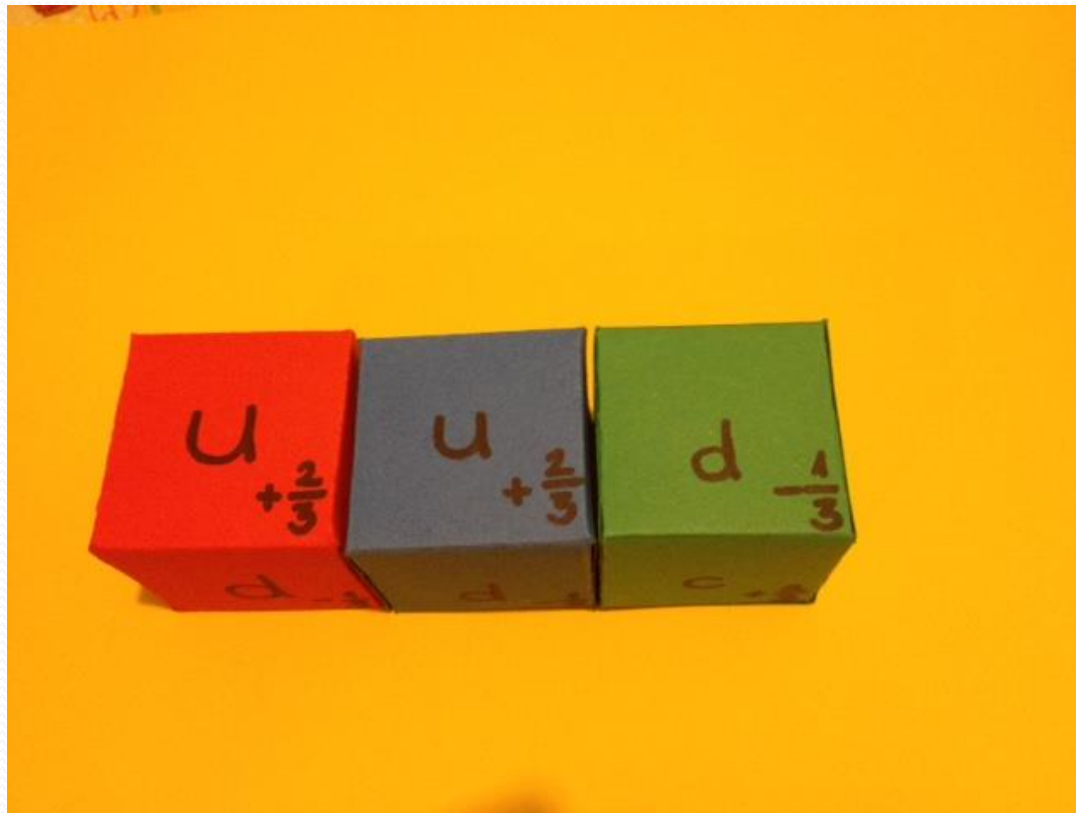
SŐT! (nagy energiákon)



De nézzük meg milyen kvarkok alkotják a protont?



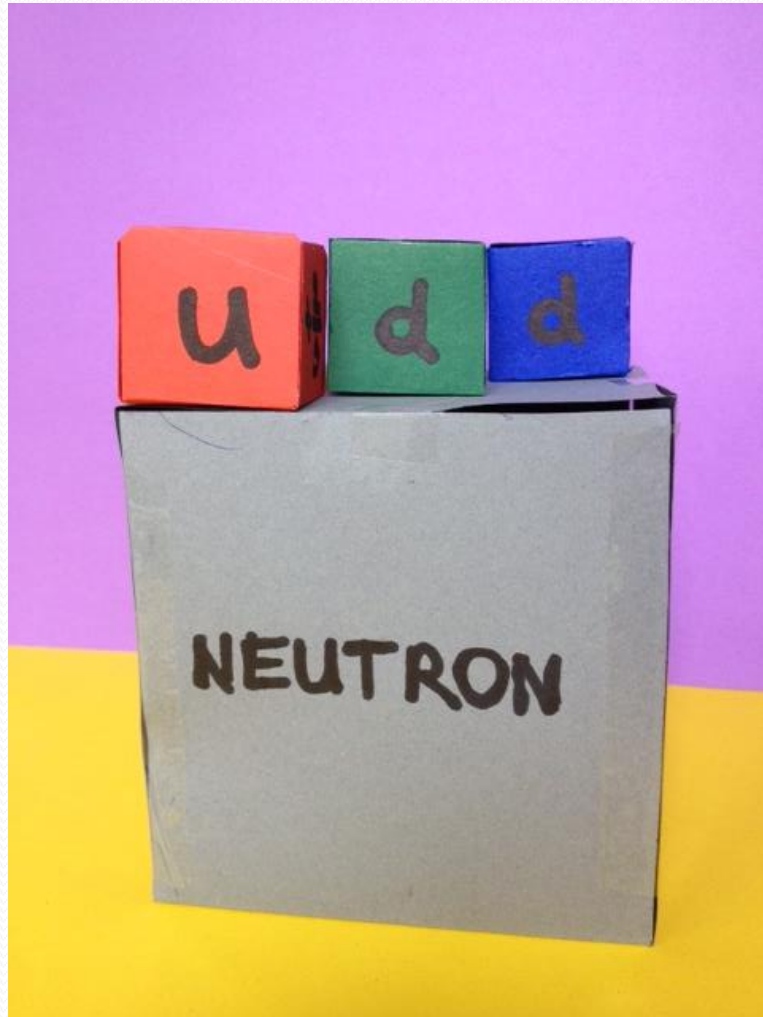
Nézzük csak meg közelebbről!



Érvényesül a töltés megmaradás törvénye:

$$(+2/3)+(+2/3)+(-1/3)=+1$$

És mi a helyzet a neutronnal?



A neutron alkotó kvarkok:



Számoljunk itt is:

$$(+2/3)+(-1/3)+(-1/3)=0$$

Vannak antirészecskék is!

proton uud



neutron udd



antiproton $\bar{u}\bar{u}\bar{d}$



antineutron $\bar{u}\bar{d}\bar{d}$



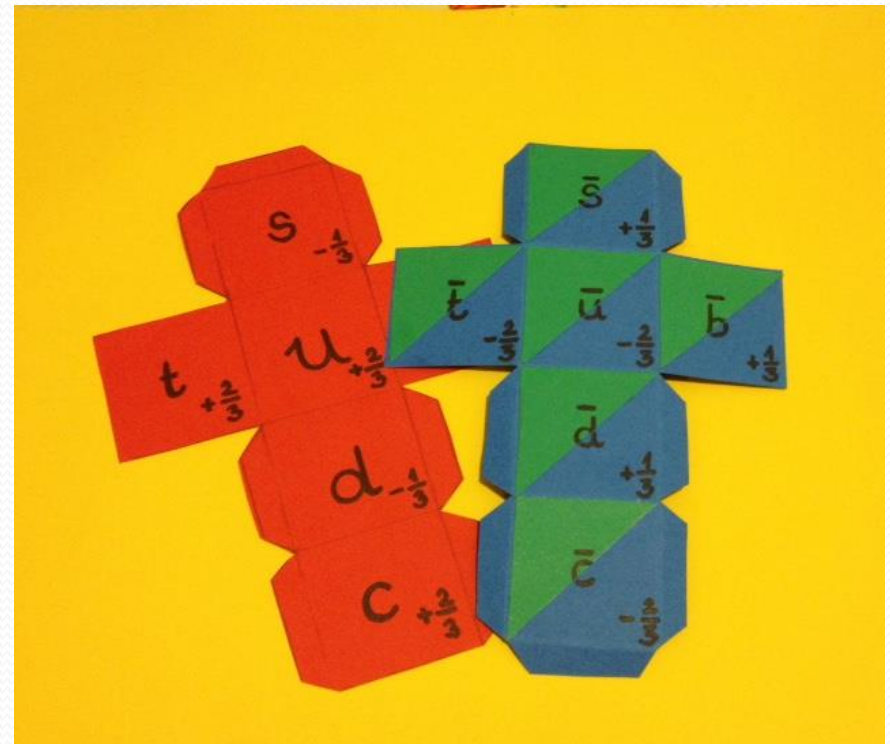
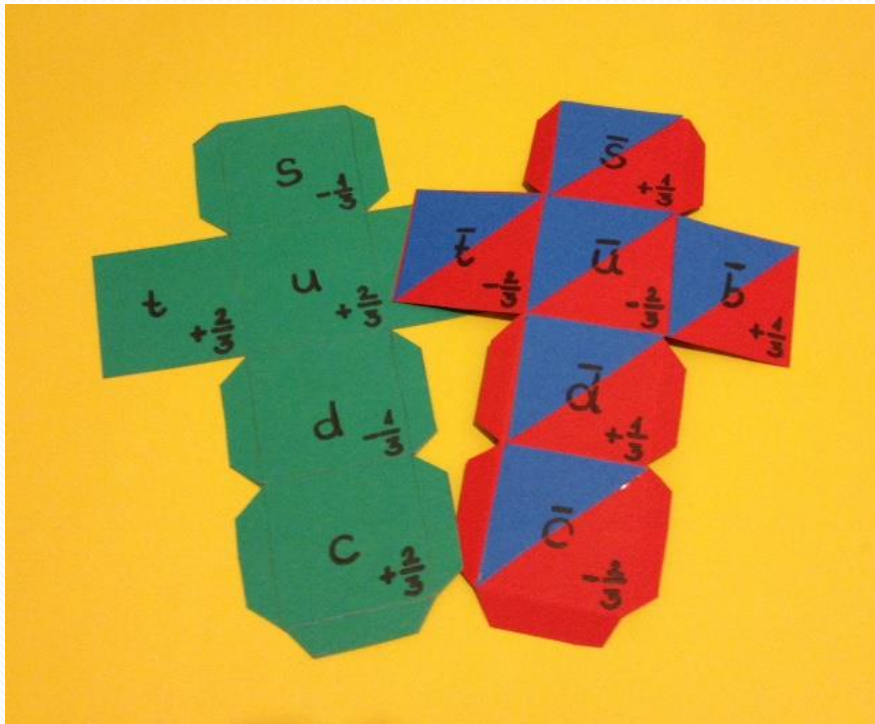
Kvarkokból összesen 6-féle van

$m=E/c^2$ (eV?)

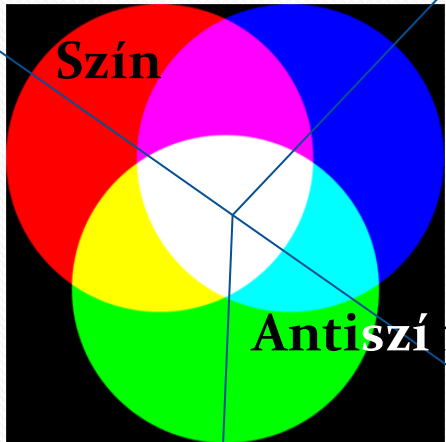
magyar név	angol név	jelölés	<u>nyugalmi tömeg</u> (GeV/c ²)	<u>elektromos töltés</u> (e)
Fel	Up	<i>u</i>	0,0015- 0,005	2/3
Le	Down	<i>d</i>	0,017-0,025	-1/3
Bájos	Charm	<i>c</i>	1,1-1,4	2/3
Ritka	Strange	<i>s</i>	0,06-0,17	-1/3
Felső	Top	<i>t</i>	165-180	2/3
Alsó	Bottom	<i>b</i>	4,1-4,4	-1/3

Még szerencse☺, mert így...

...pont ráfér egy kocka 6 oldalára ☺

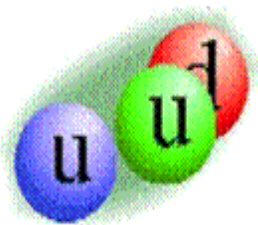


Készítsünk 3 kvark és 3 antikvark kockát!
Ugyanis még a színtöltésükre is figyelniük kell!



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

Színek és antiszínek

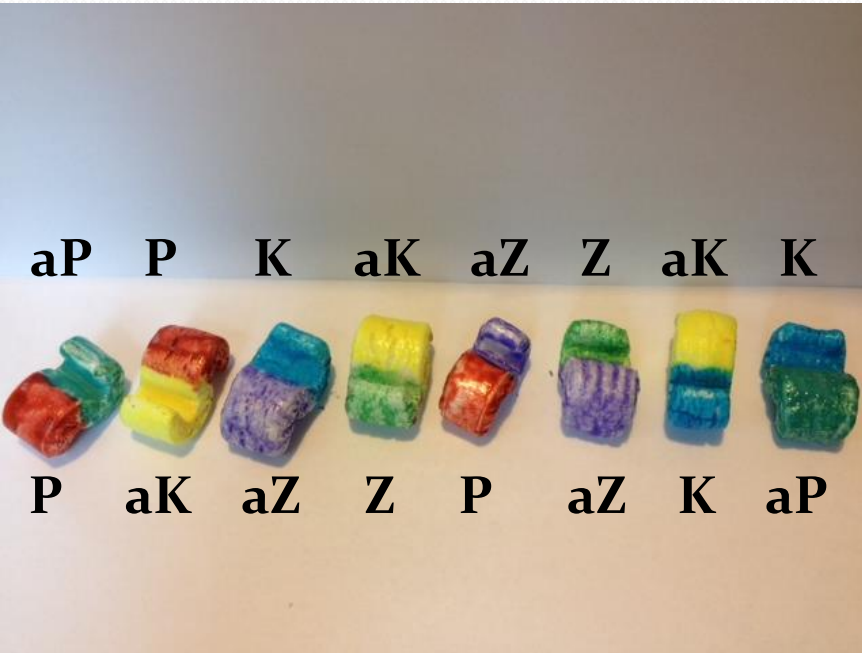


Eddig tehát szó volt a kvarkokról és a köztük lévő gluonokról

<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 és	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?



ők is színt-antiszínt hordoznak

+ Z-aP, +2"szürke"

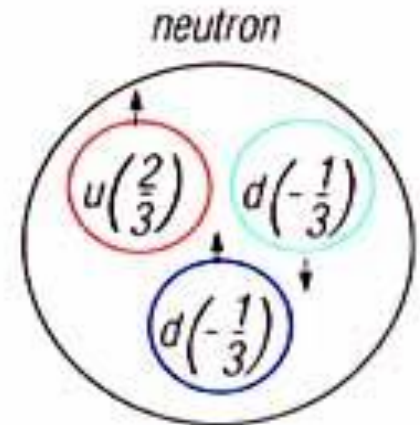
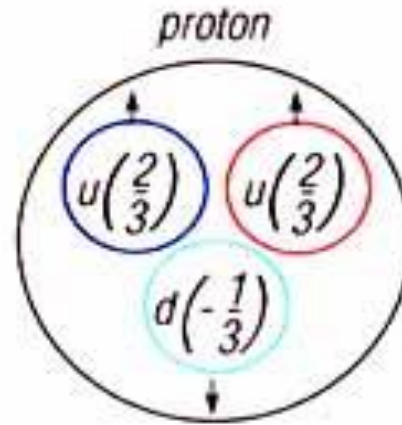


8 különböző fajtája van,
de "fehér" nem lehet

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

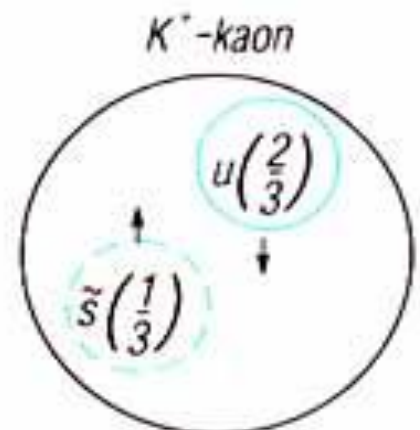
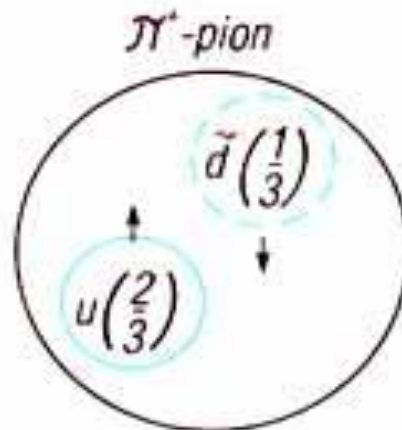
H
A
D
R
O
N
O
K

Barionok →
(3 kvarkból állnak)

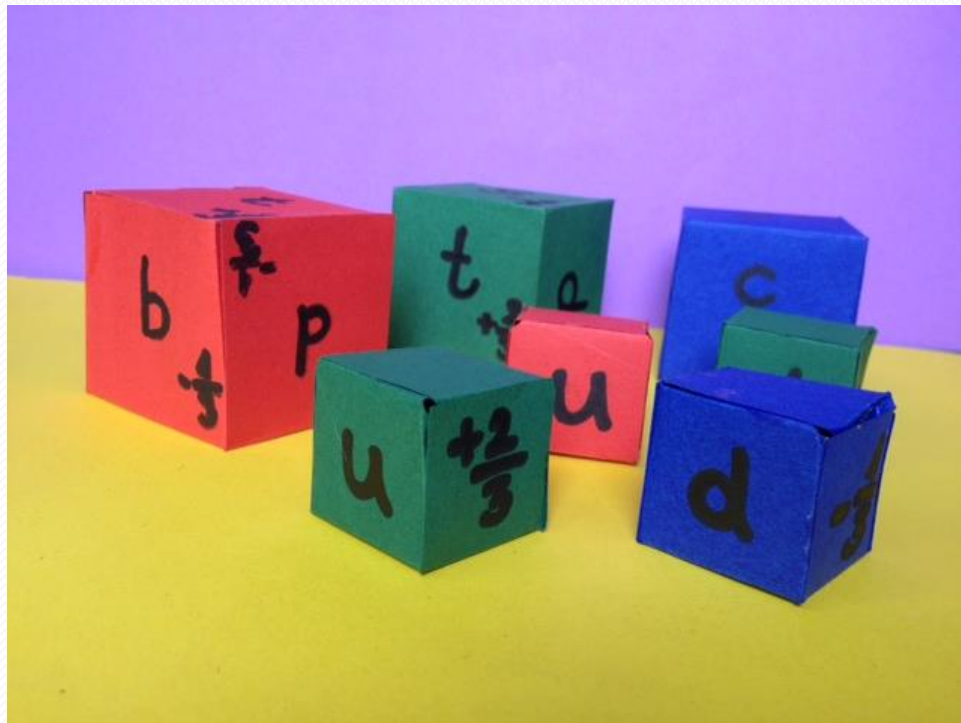


Mezonok →

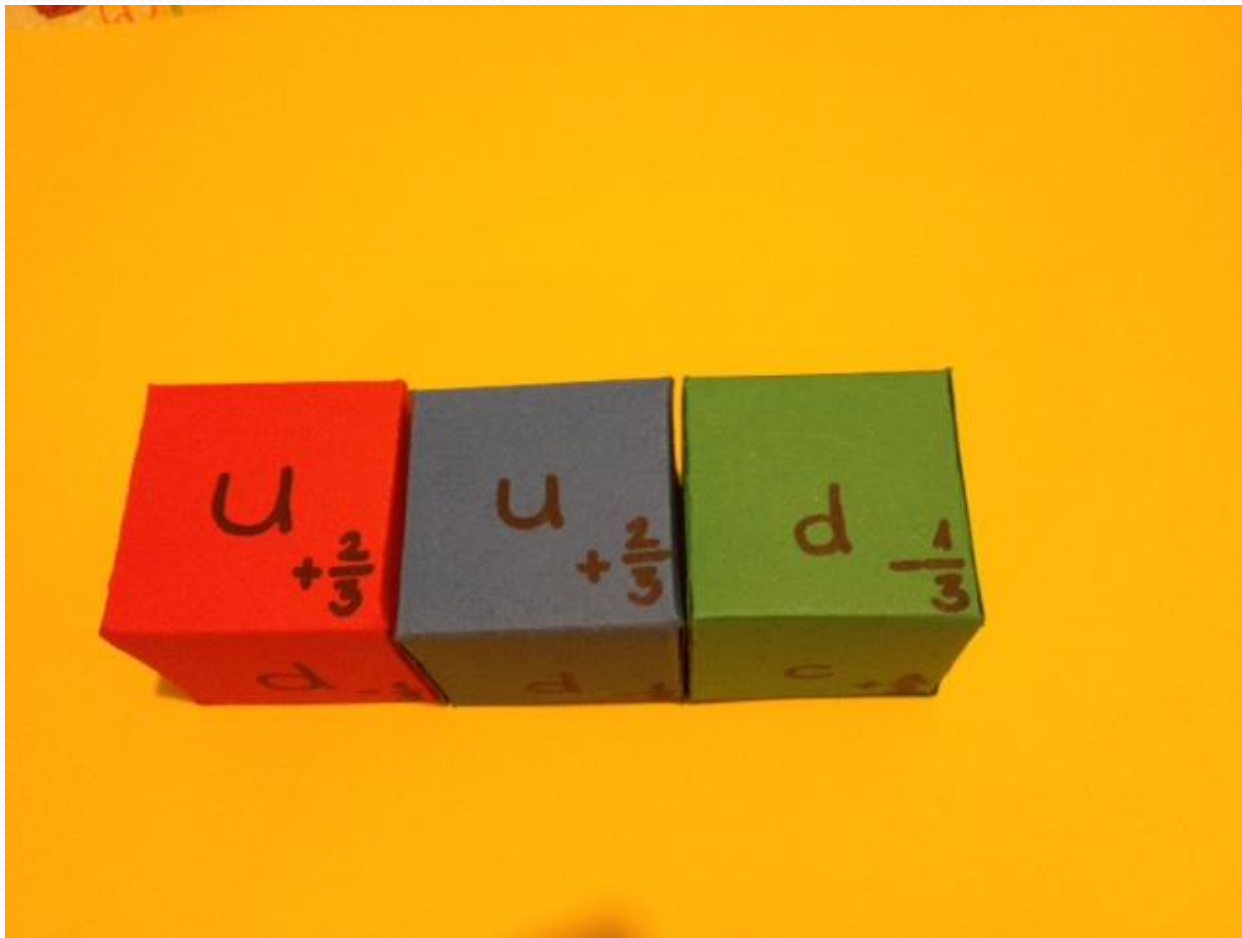
(1 kvarkból és 1 antikvarkból állnak)



Próbáljunk meg először barionokat kirakni a kockáinkból!



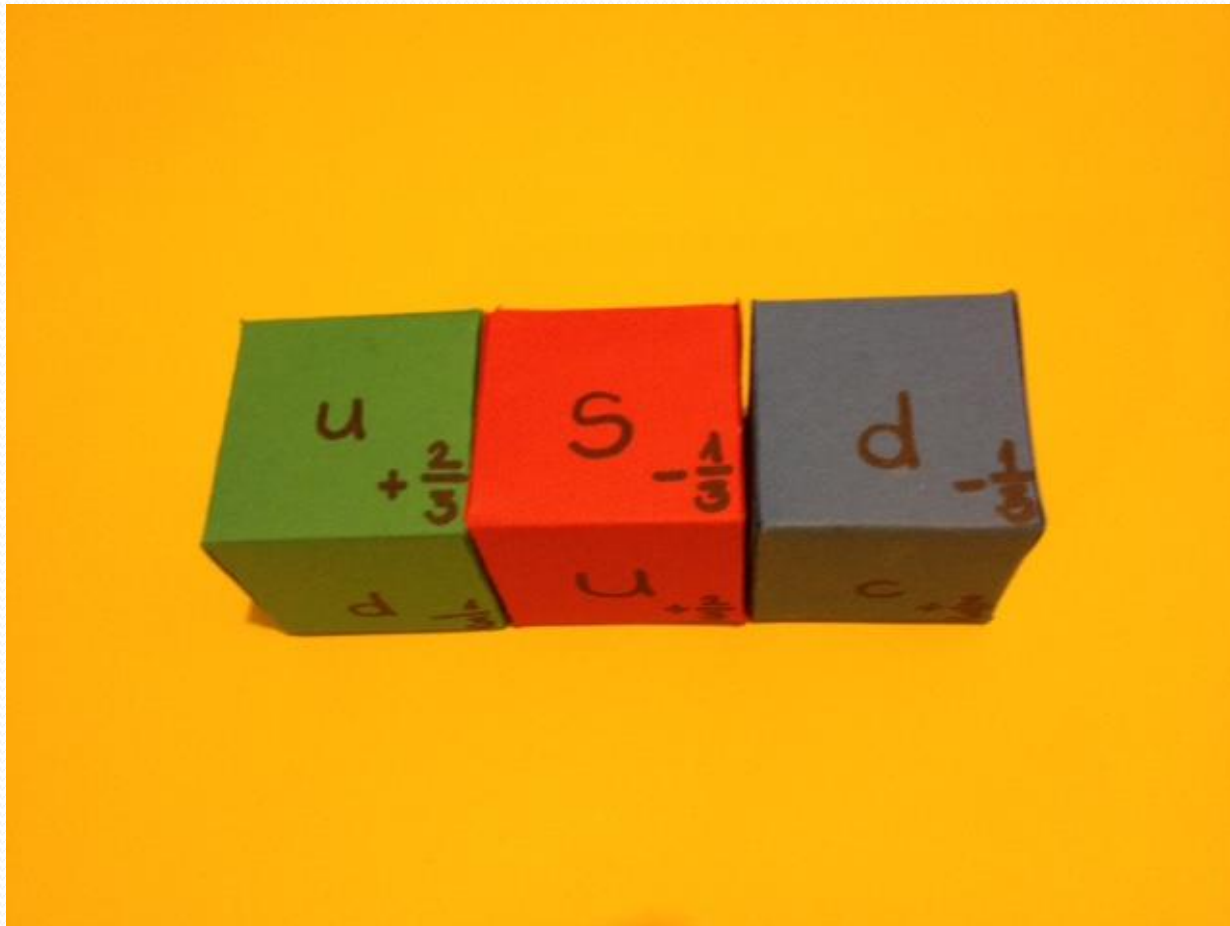
A protont most már úgy is
nevezhetjük, hogy (3 kvarkos)
barion



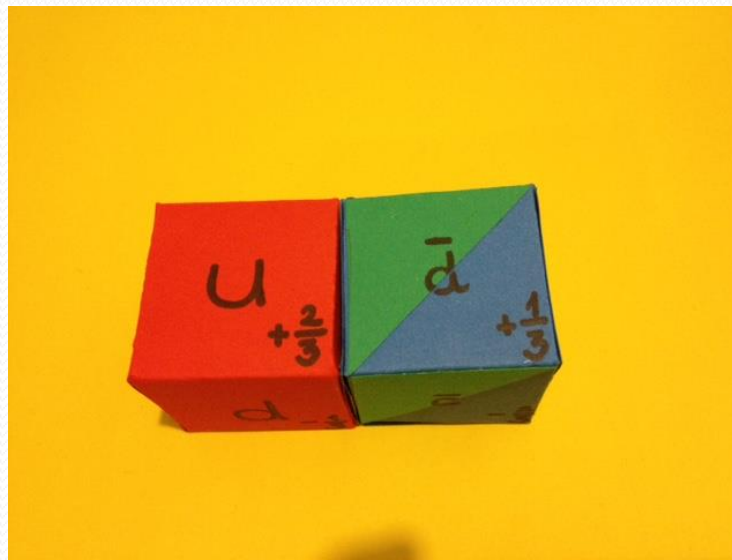
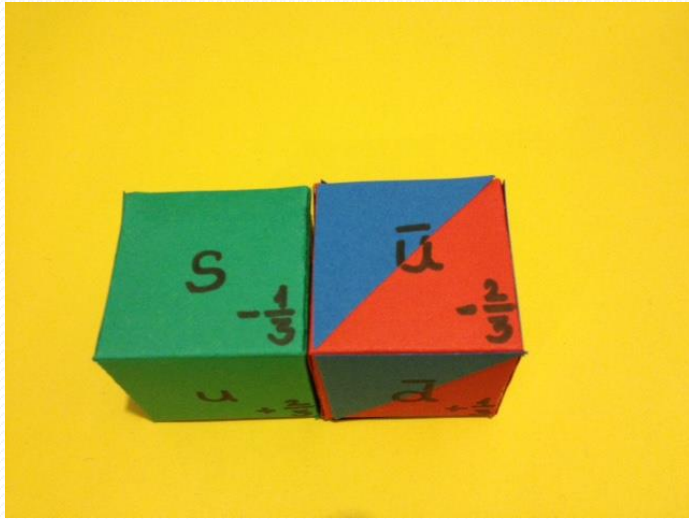
A neutron szintén 3 kvarkból álló barion



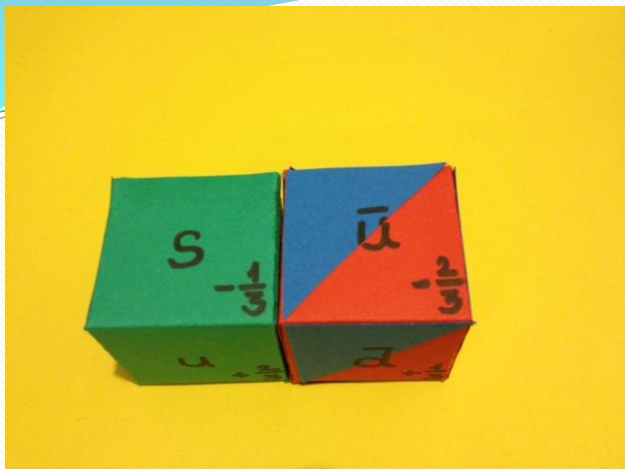
De lehet akár más részecskéket is
hasonlóan összeállítani. Pl.: Λ -részecskét
(töltése= 0)



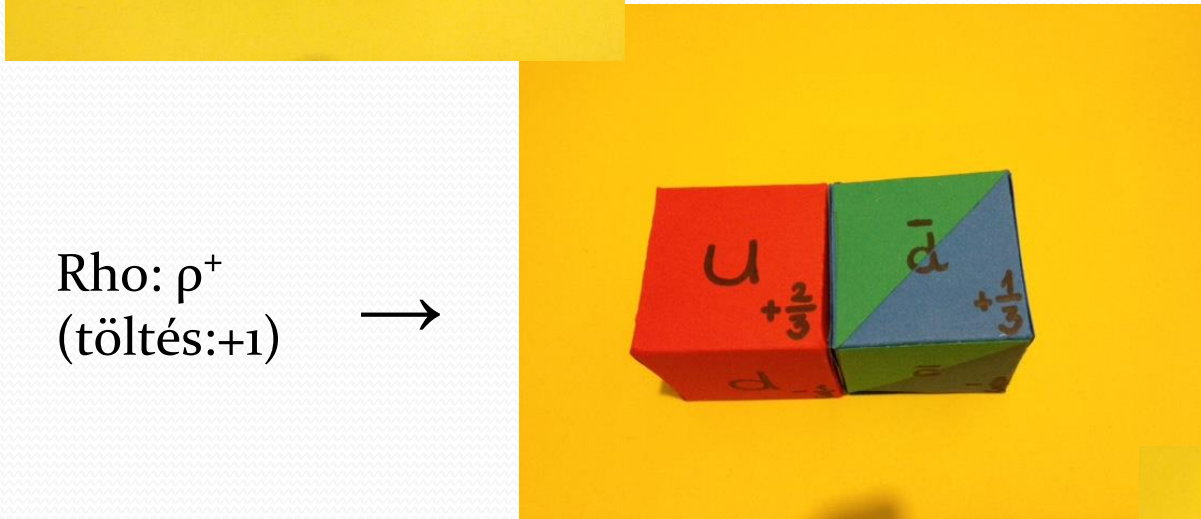
A hadronok másik csoportja: a mezonok,
amik egy kvarkból és egy antikvarkból állnak
(és ne feledjük: szín és antiszínből!)



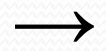
M
E
Z
O
N
O
K



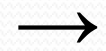
← Kaon: K^-
(töltés:-1)



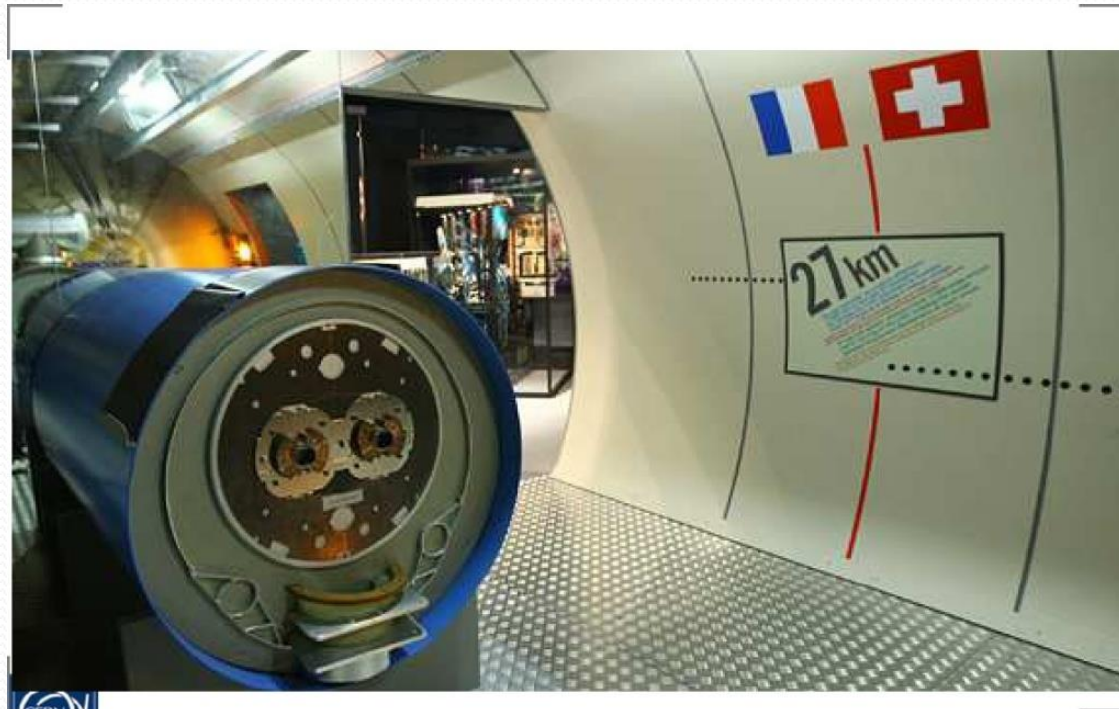
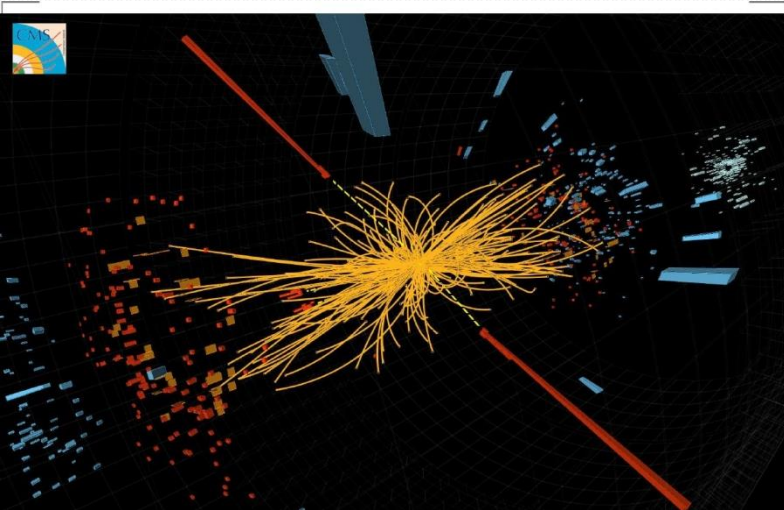
Rho: ρ^+
(töltés:+1)



J/ Ψ
(töltés:0)



















Vajon miért nevezik az LHC-t, Nagy Hadron Ütköztetőnek?



STANDARD MODELL ÁLLATKERTJE

Kvarkok, leptonok és a kölcsönhatásokat közvetítő bozonok alkotják a körülöttünk lévő világot.

Quarks		Leptons		Bosons
 up	 down	 electron	 neutrino e	 photon
 charm	 strange	 muon	 neutrino μ	 gluon
 top	 beauty	 tau	 neutrino τ	 Z^0 W^\pm
				 Higgs

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	Z⁰ 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!

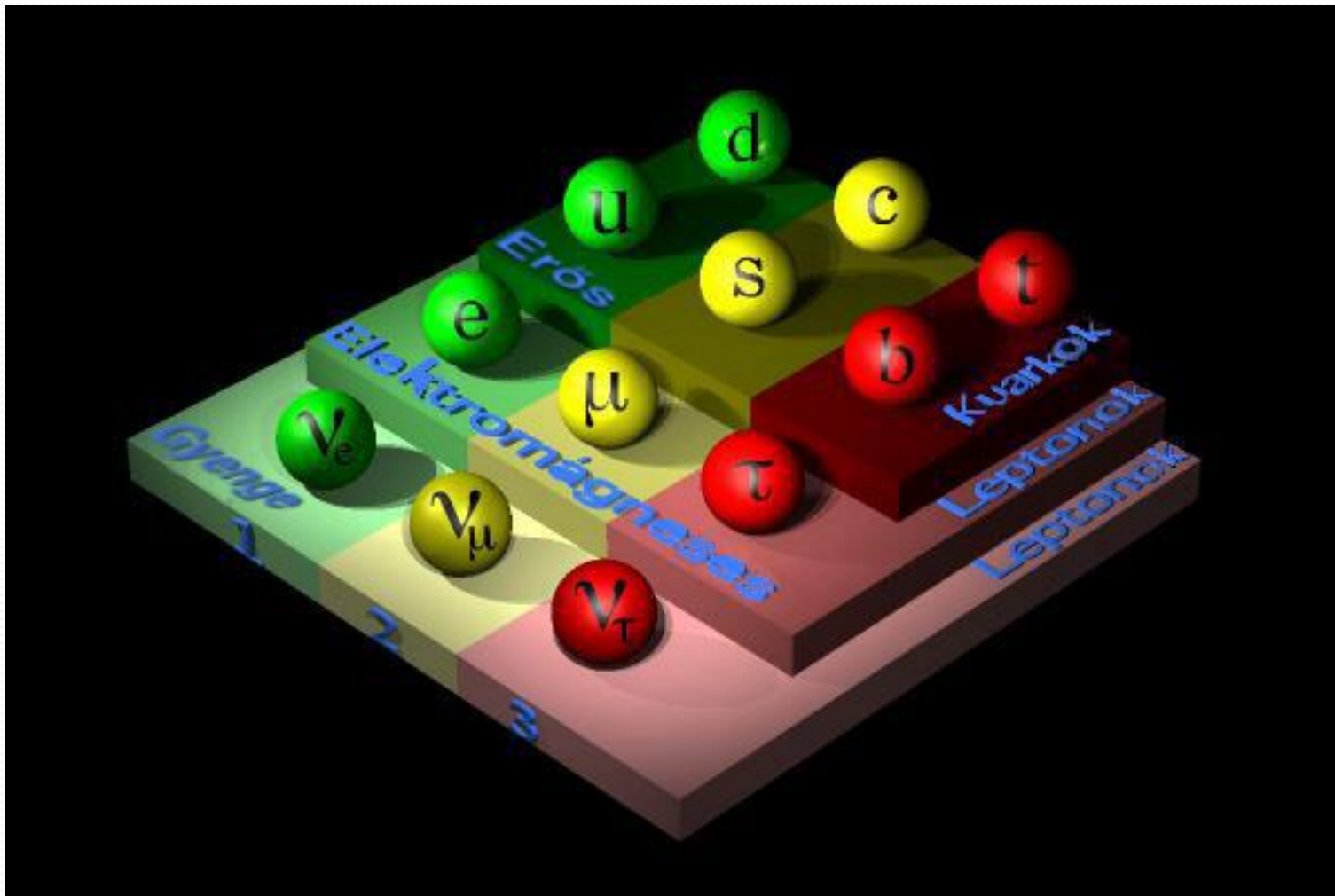
» Spin szerint:

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)

De ne is menjünk bele, túl bonyolult?



A leptonokat felsorolom, mert
némelyikükre később szükségünk lesz

ν_e e neutrino

e^- electron

ν_μ μ neutrino

μ^- muon

ν_τ τ neutrino

τ^- tau

Ismerős és ismeretlen megmaradási törvények

Ch (charge): elektromos töltés

Sp: spin (impulzus momentum)

B: barionszám

L: leptonszám

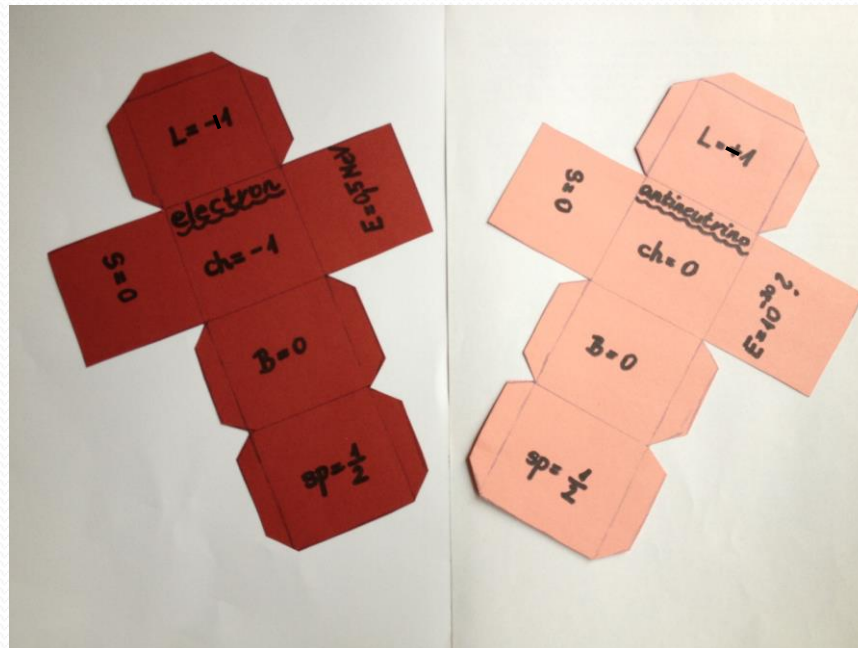
E: energia/tömeg

p: impulzus

Miért pont ezek?

Mert hat oldala van a kockának ☺, és ezek érvényesülnek a részecskefizikai folyamatokban

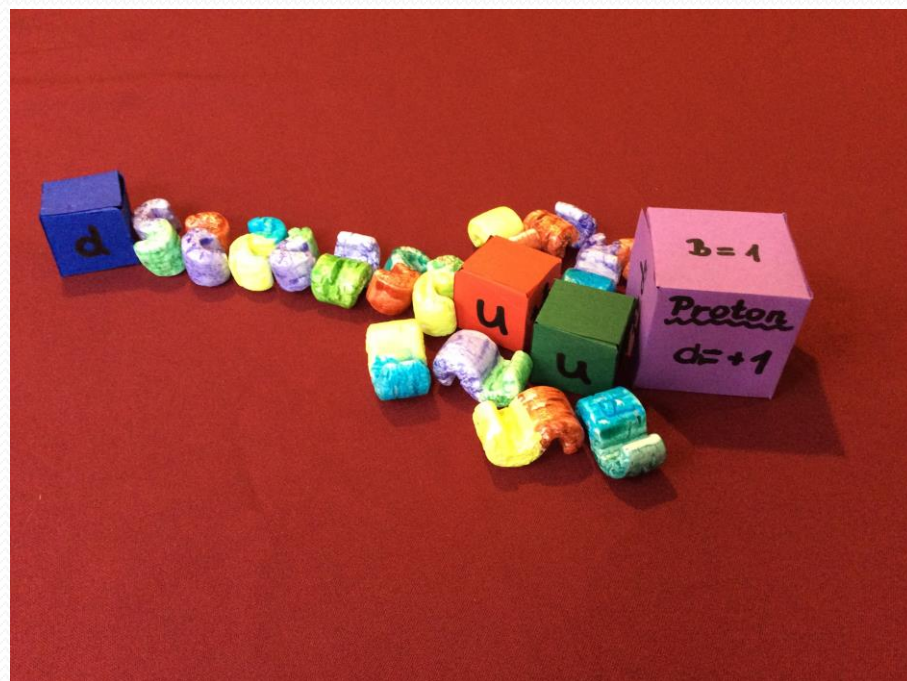
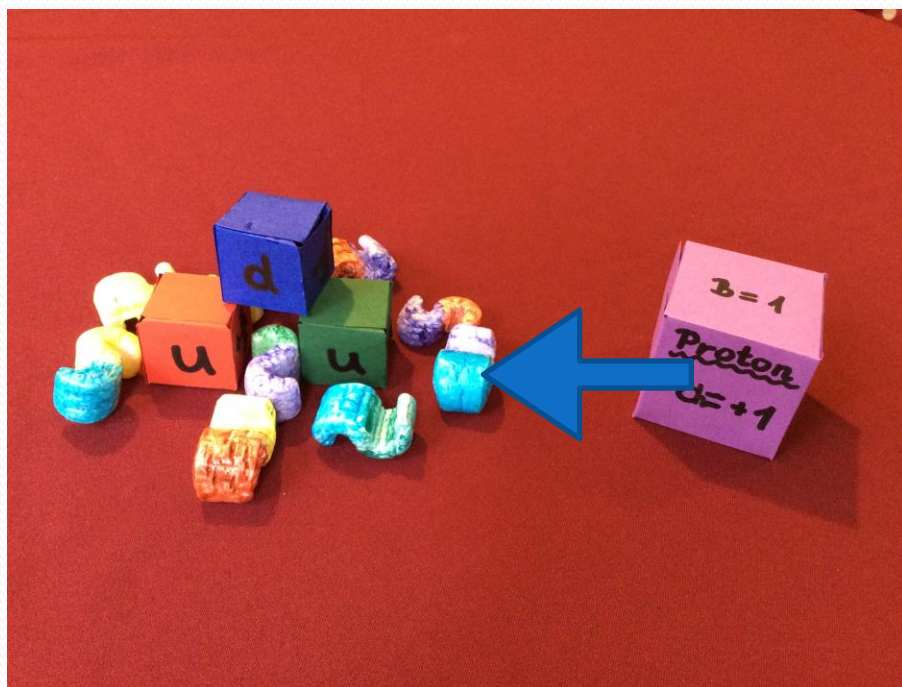
Készítsünk újabb kockákat, amelyeknek az oldalain a megmaradó mennyiségek szerepelnek!



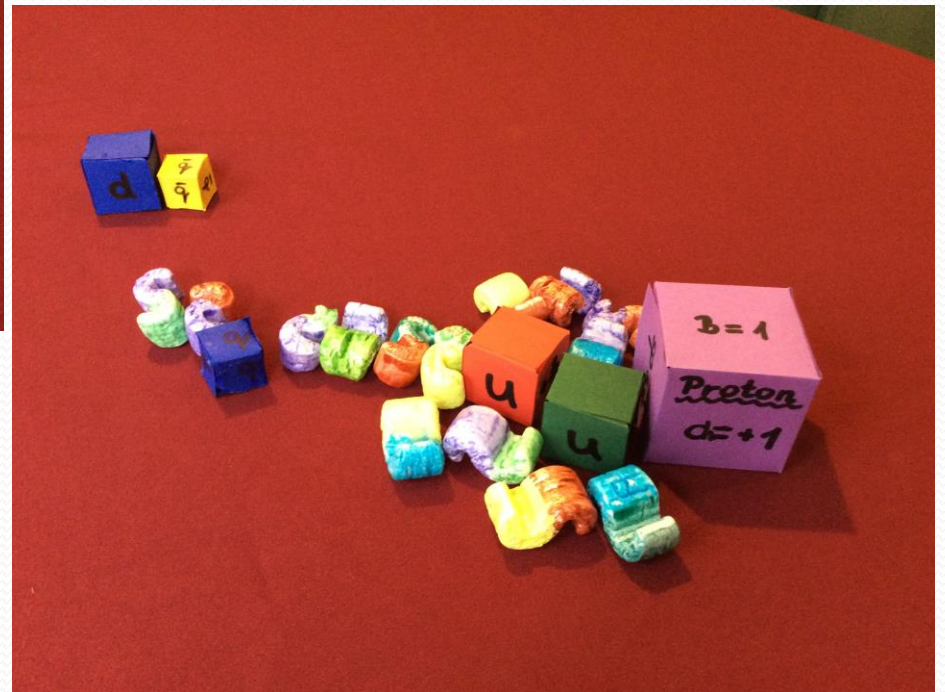
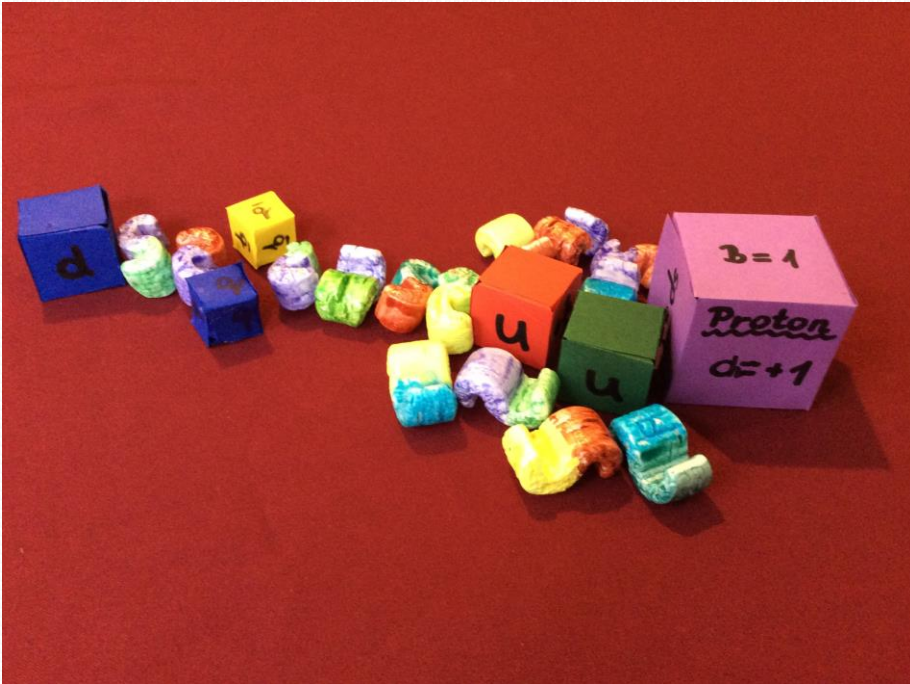
Egy kis segítség

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	

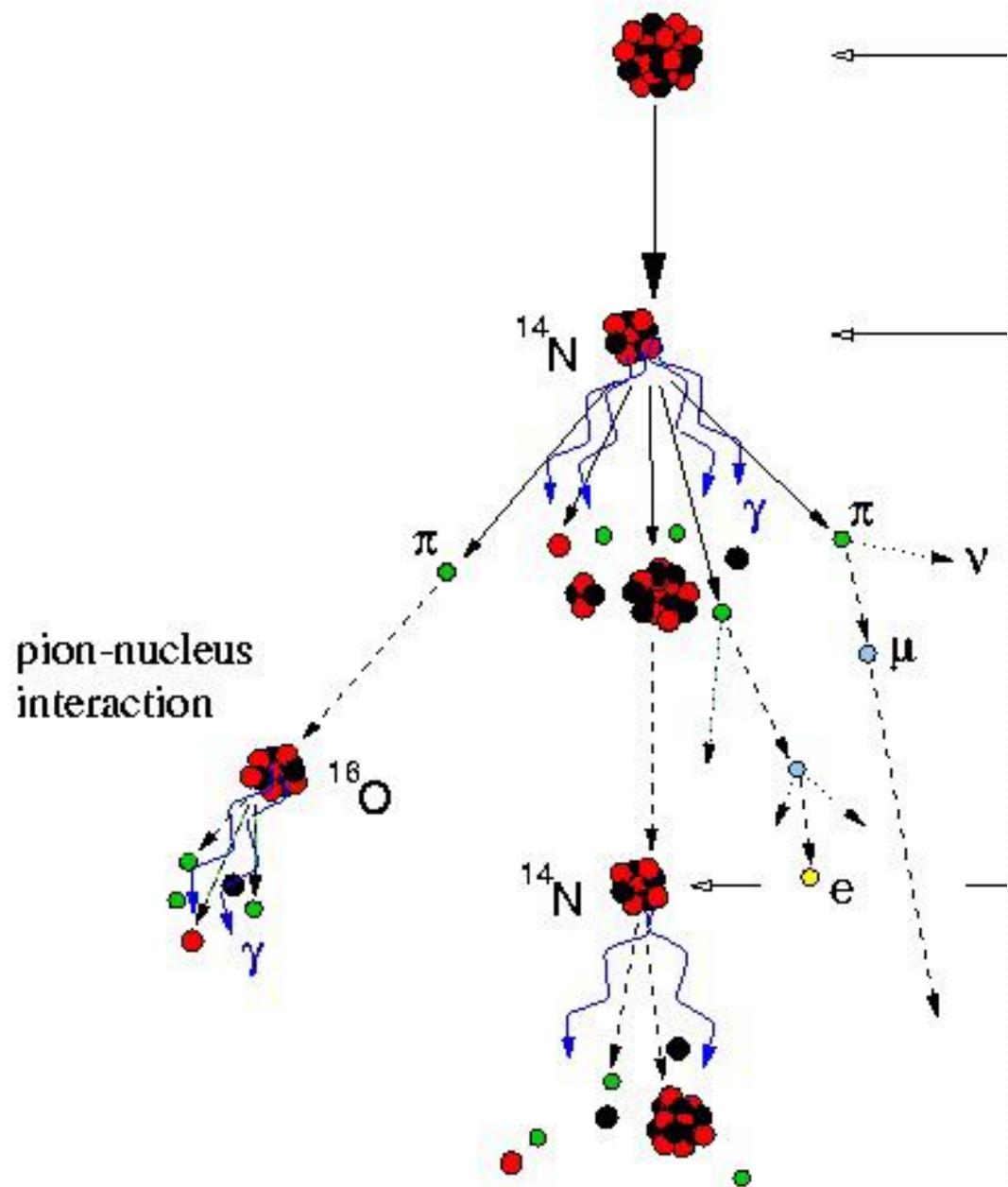
Kvarkbezárás > mezonok keletkezése



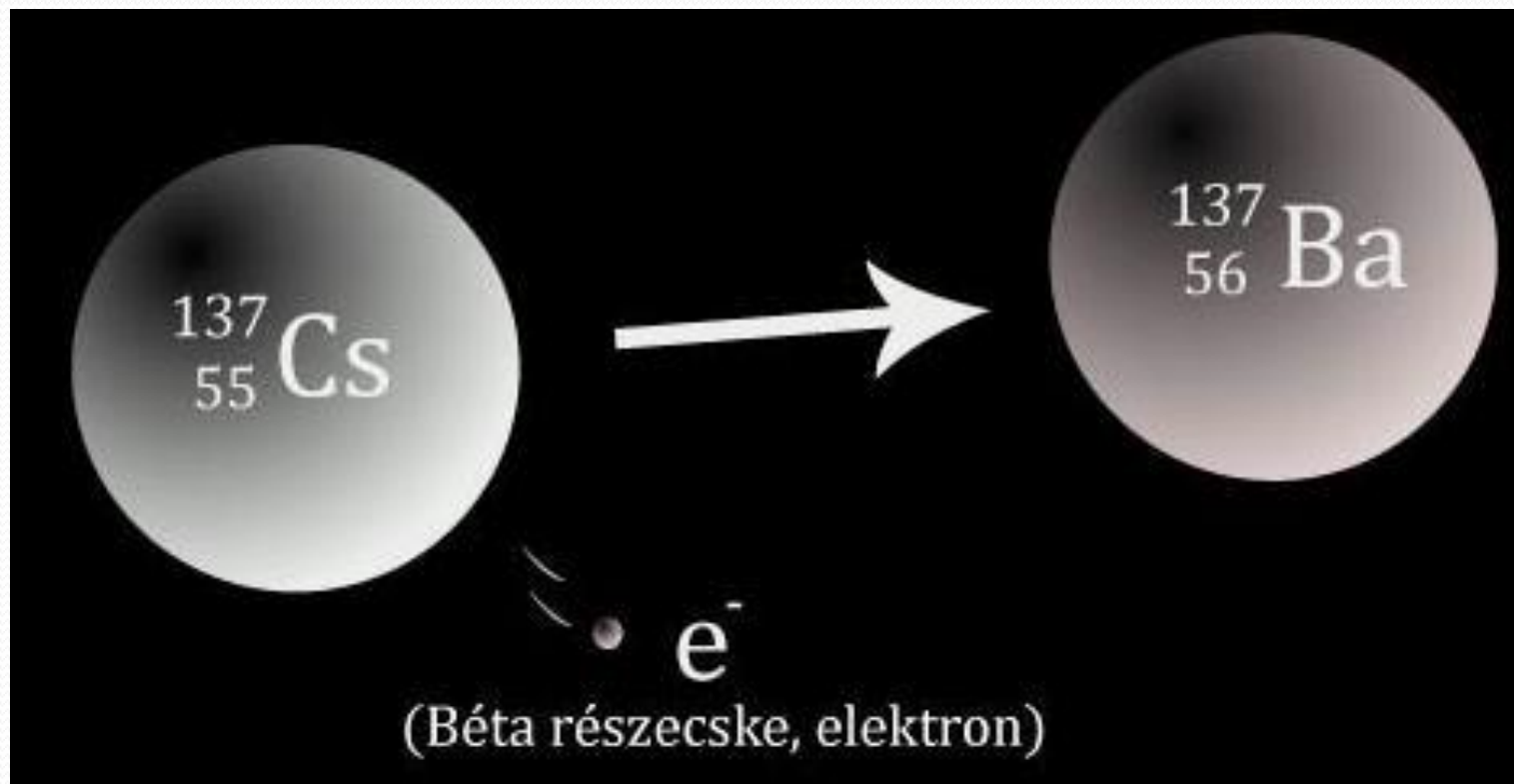
Gluon > kvark-antikvark párkeltés



Valahogy így
keletkeznek a
 kozmikus
 sugárzásban a
 pionok 😊



Gyenge kölcsönhatás



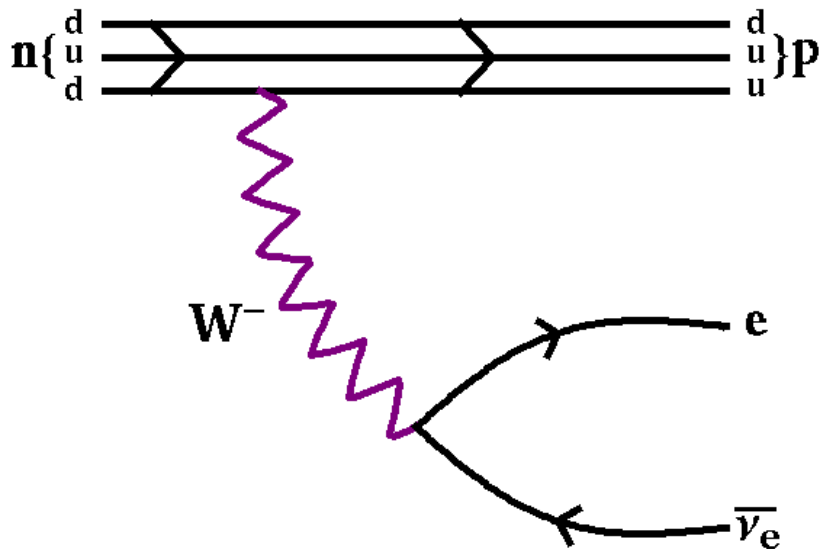
A radioaktív bomlások egyik fajtája a β -bomlás

- 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:

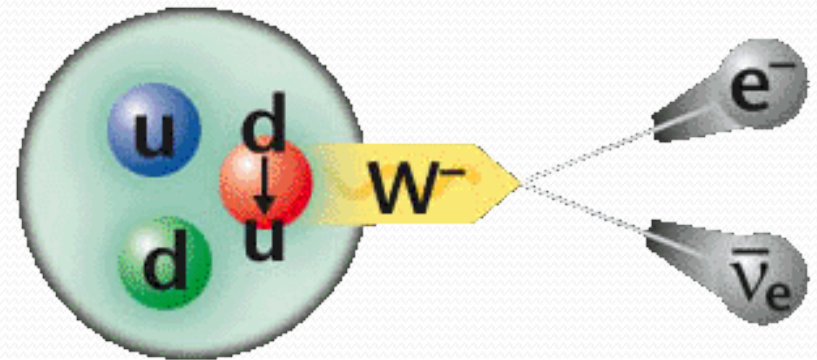
Neutron Decay
(Neutron bomlás)



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

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

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



Kezdjük a neutron β -bomlásával



Ellenőrizzünk pár megmaradási törvényt!

A neutron β -bomlása



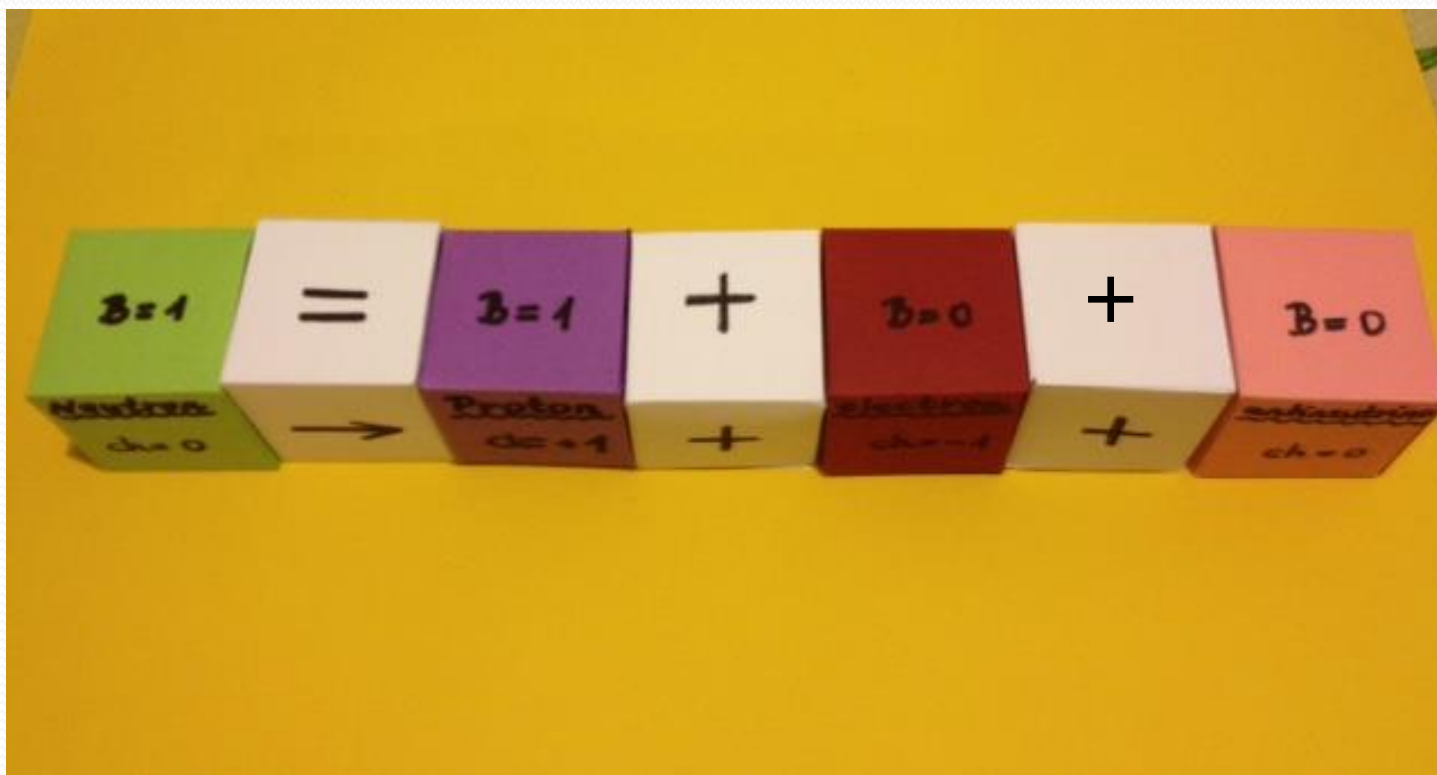
Elektromos töltés: $0 \rightarrow (+1) + (-1) + 0$

Barionszám: $(+1) \rightarrow (+1) + 0 + 0$

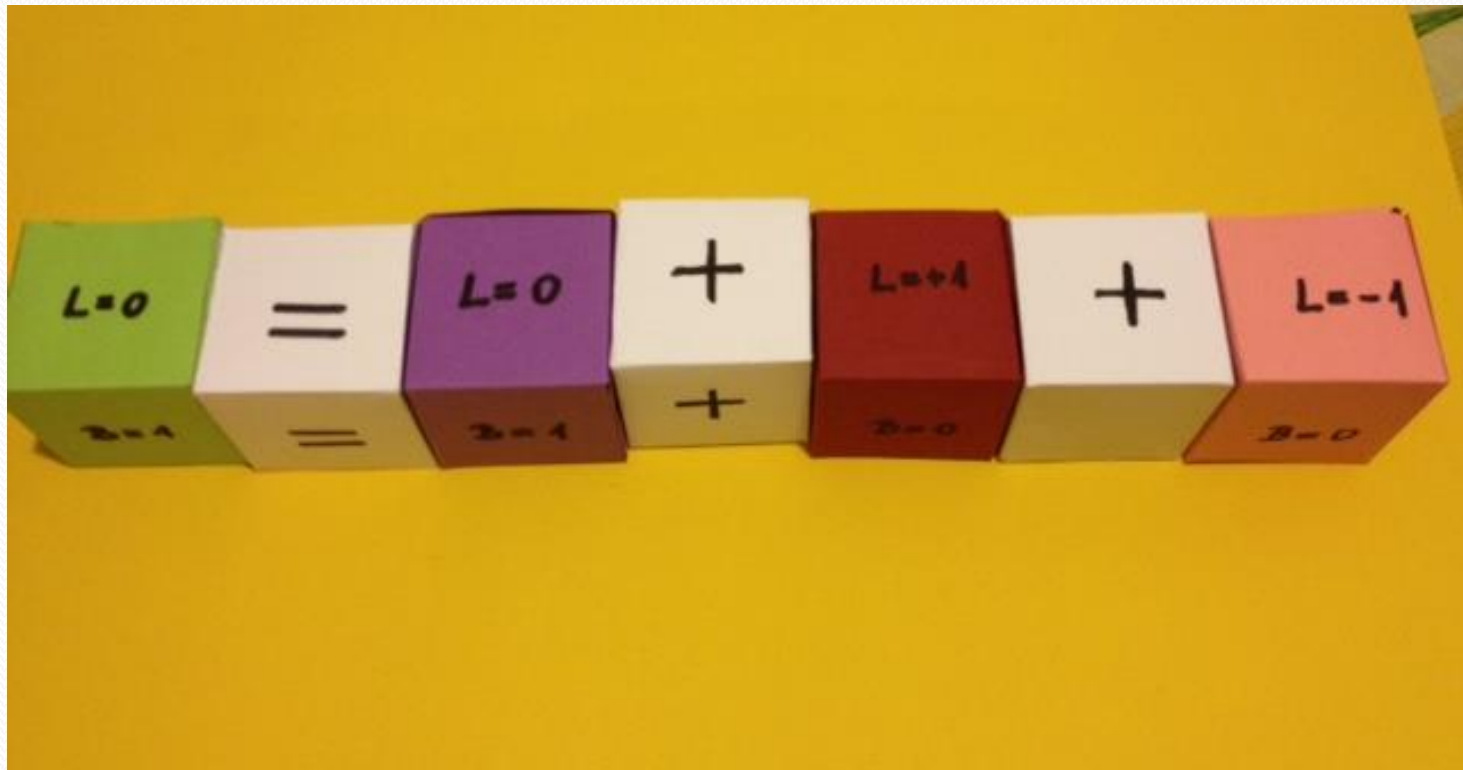
Leptonszám: $0 \rightarrow 0 - (+1) + (-1)$

Vegyük először a barion szám megmaradást!

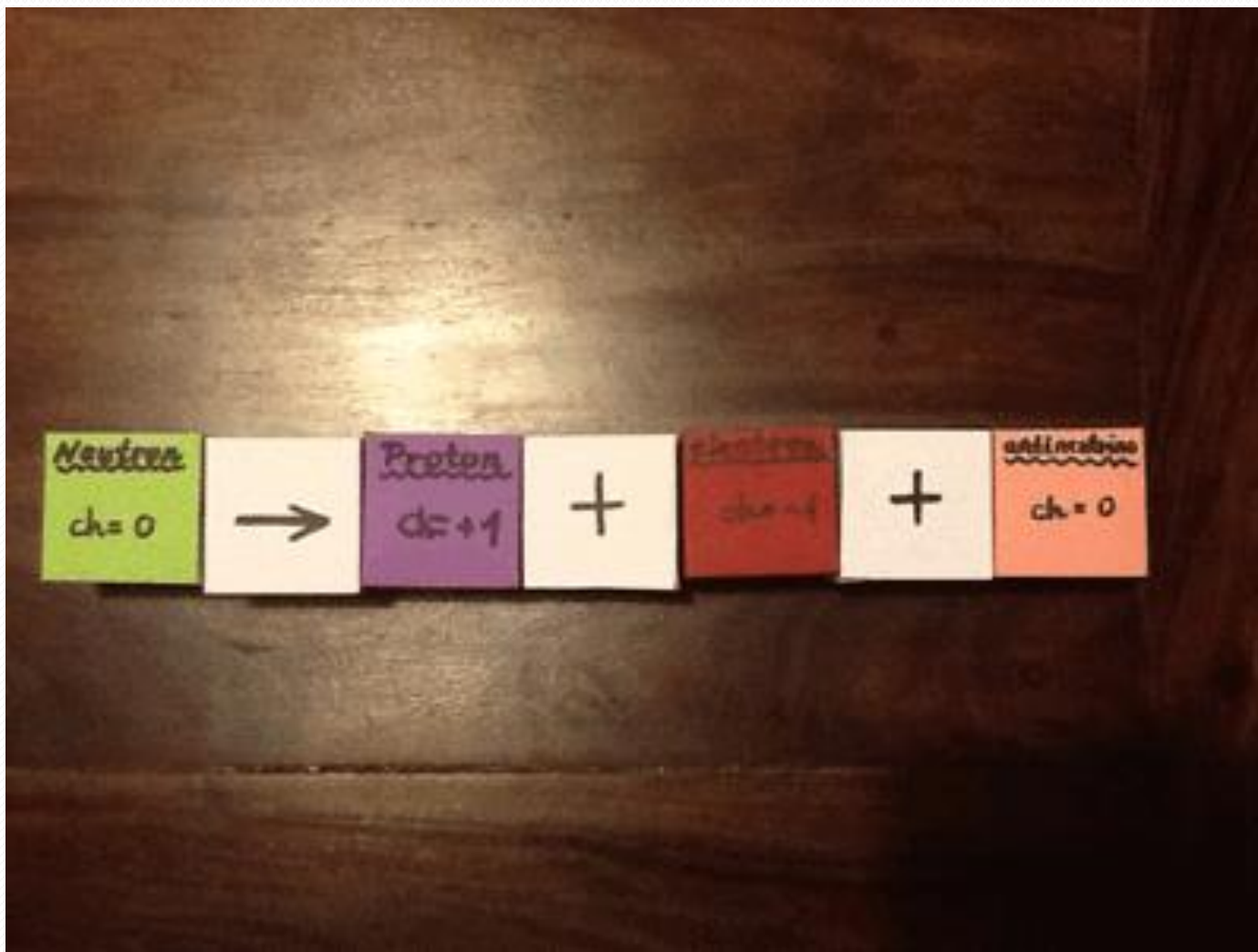
Ehhez forgassunk egyet a kockáinkon!



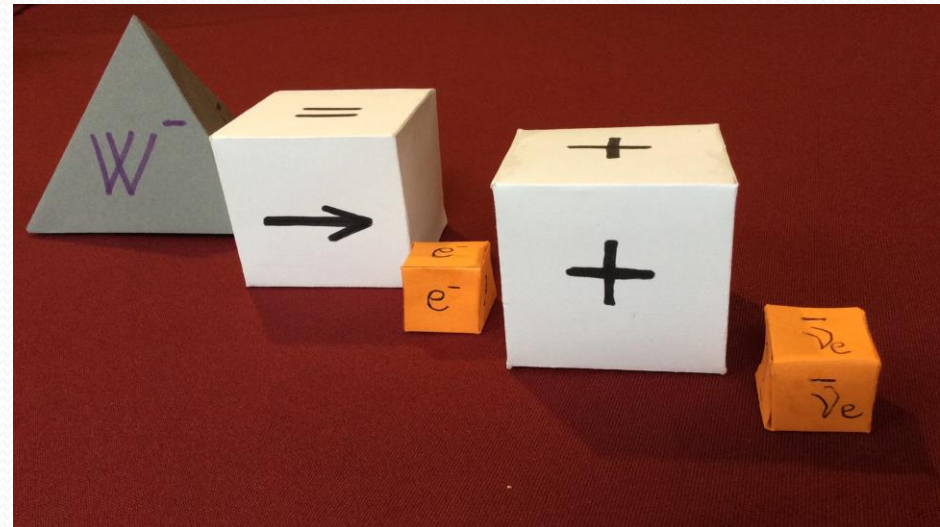
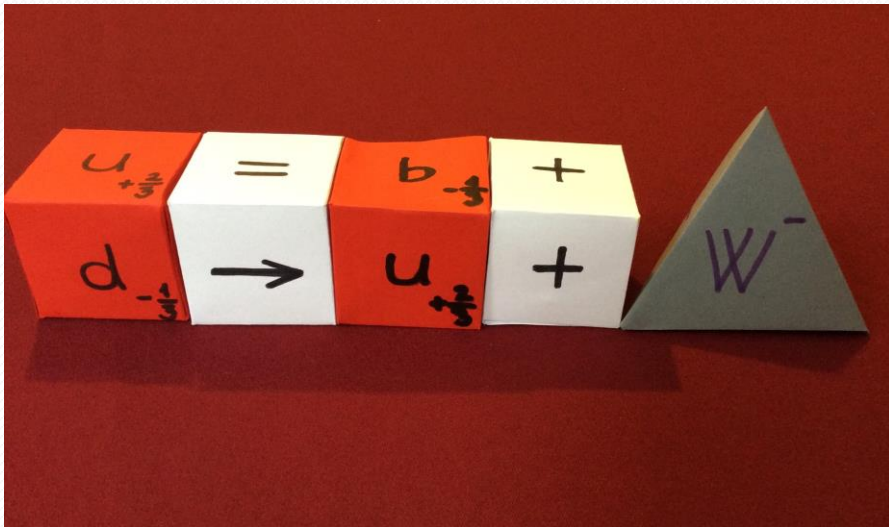
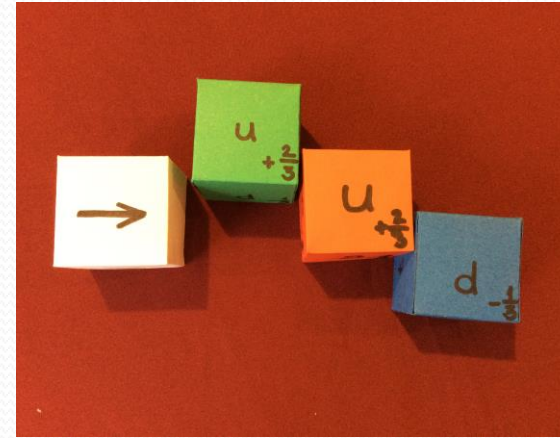
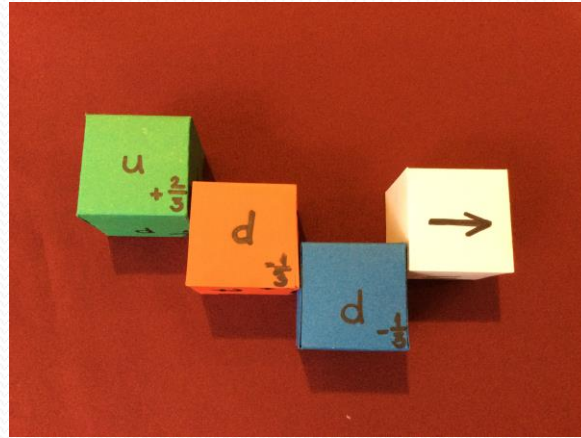
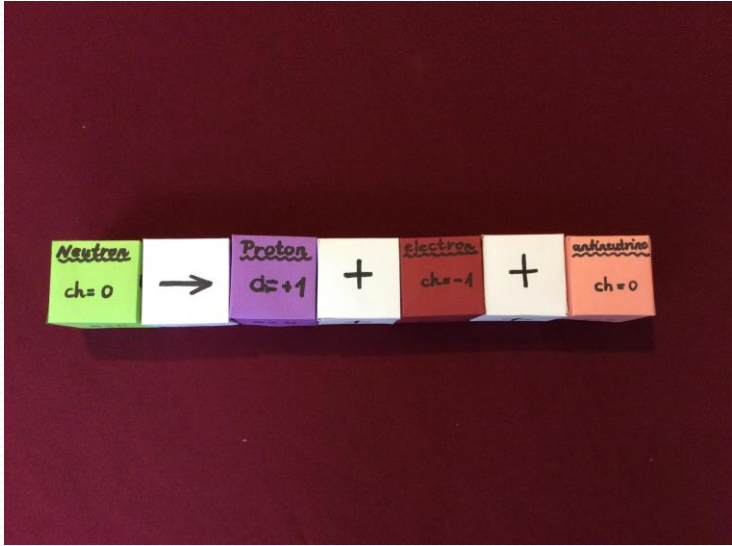
Majd a lepton szám megmaradását is!
Még egyet forgatnunk kell a kockákon



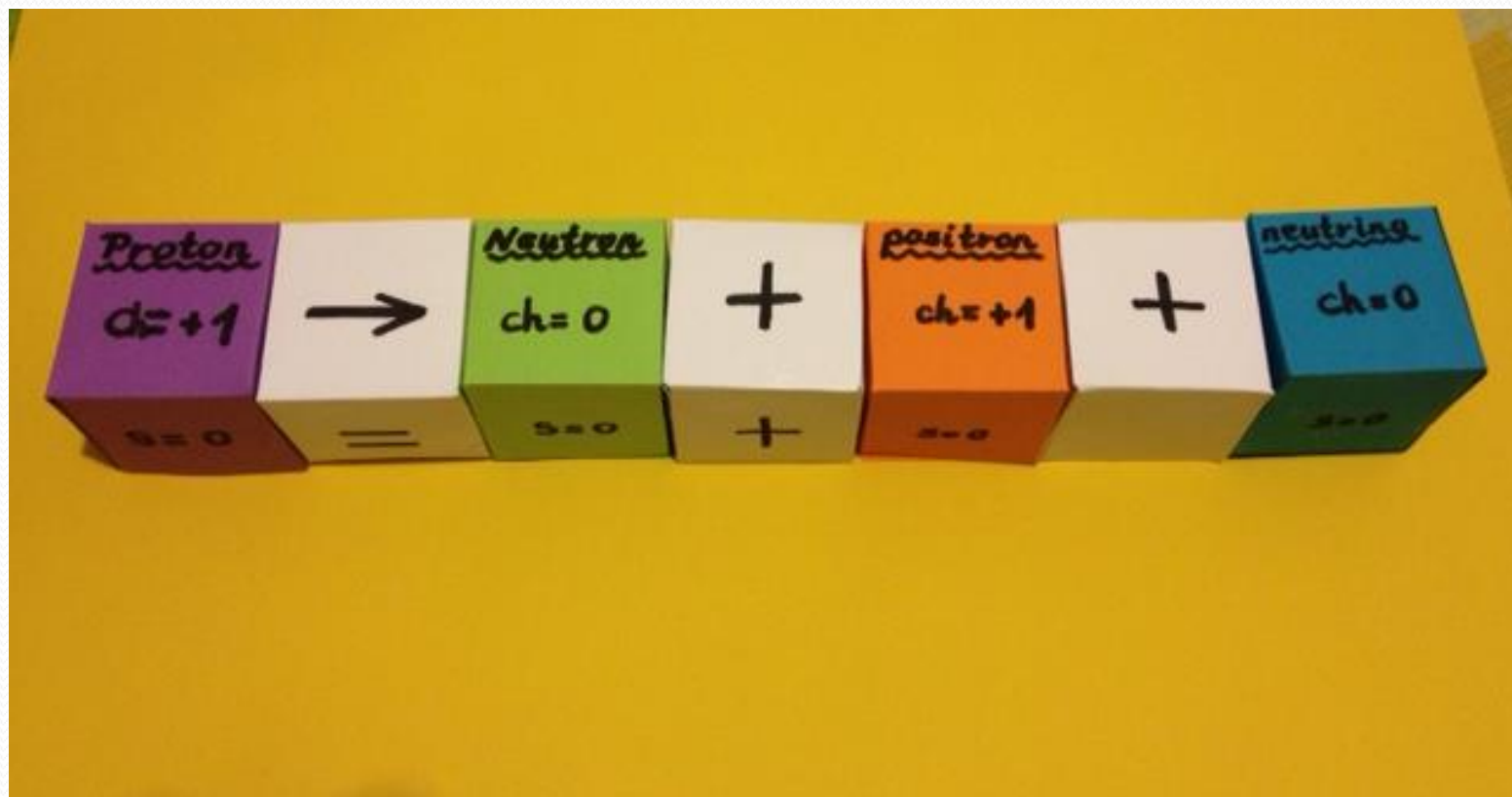
Minden egyes forgatással más és más mennyiség jelenik meg az oldalakon



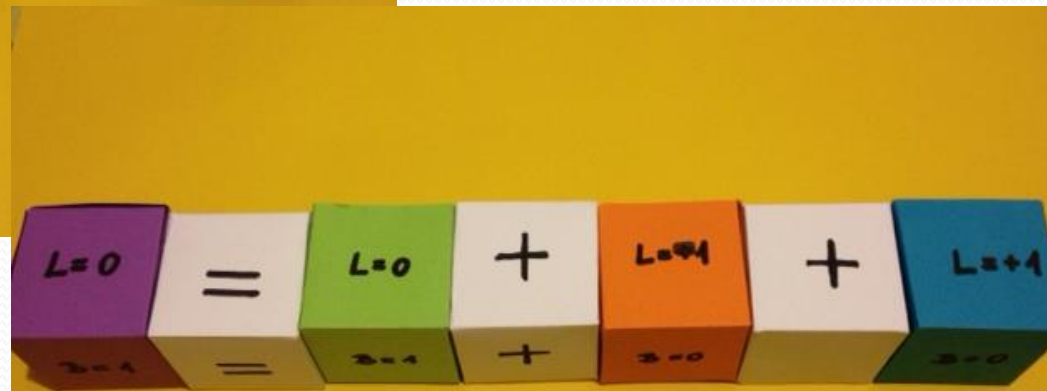
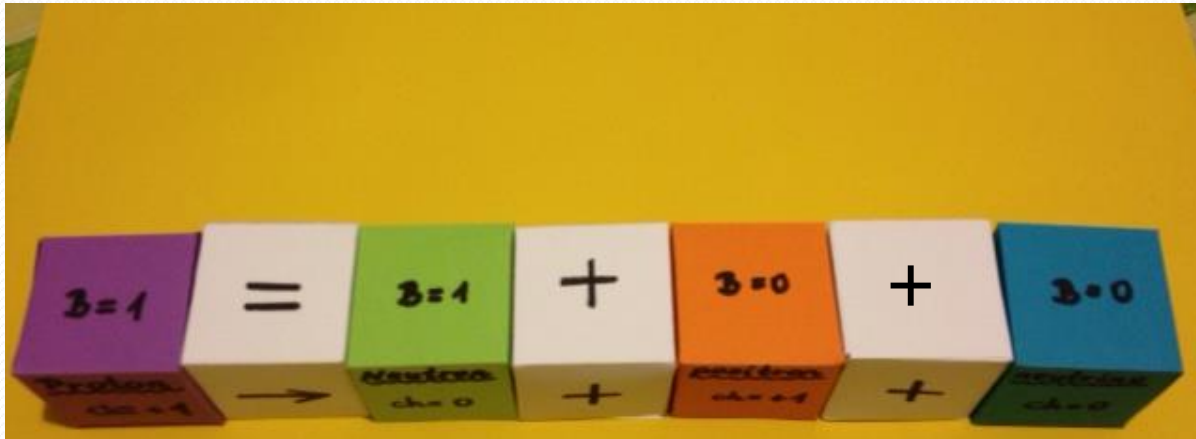
Kvark szinten



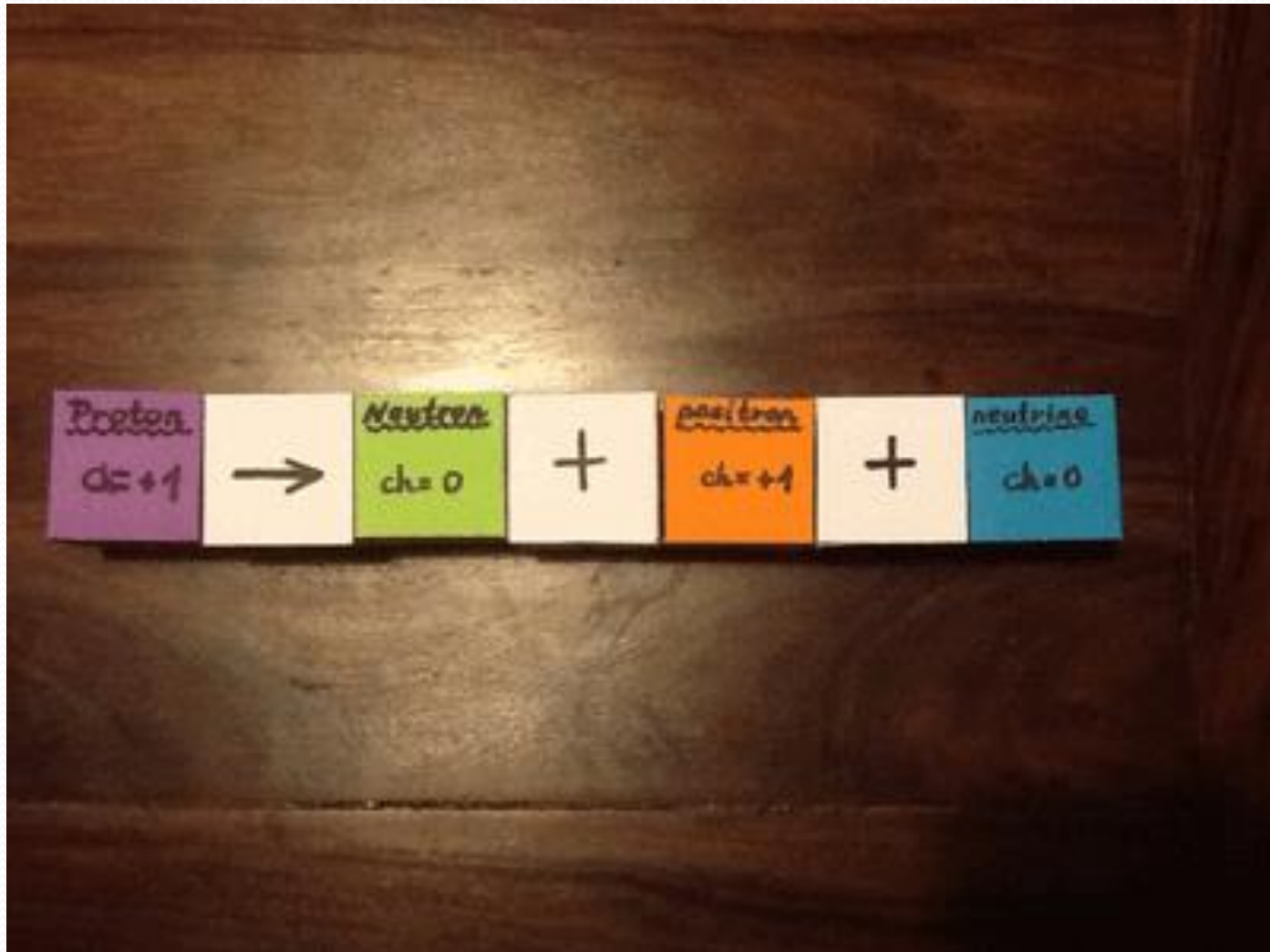
Ugyanígy nézzük meg a proton β -bomlását is!



Forgassuk ismét minden kockát
ugyanabba az irányba!



És most gyorsan ...



A harmadik fajtáját, az elektronbefogást
mindenkinek Házi Feladatnak adom fel!

Ehhez persze először saját
kockákat kell készíteni 😊😊😊



Köszönöm a figyelmet!

...és jó kockázást kívánok!