

A magerő alap tulajdonságai

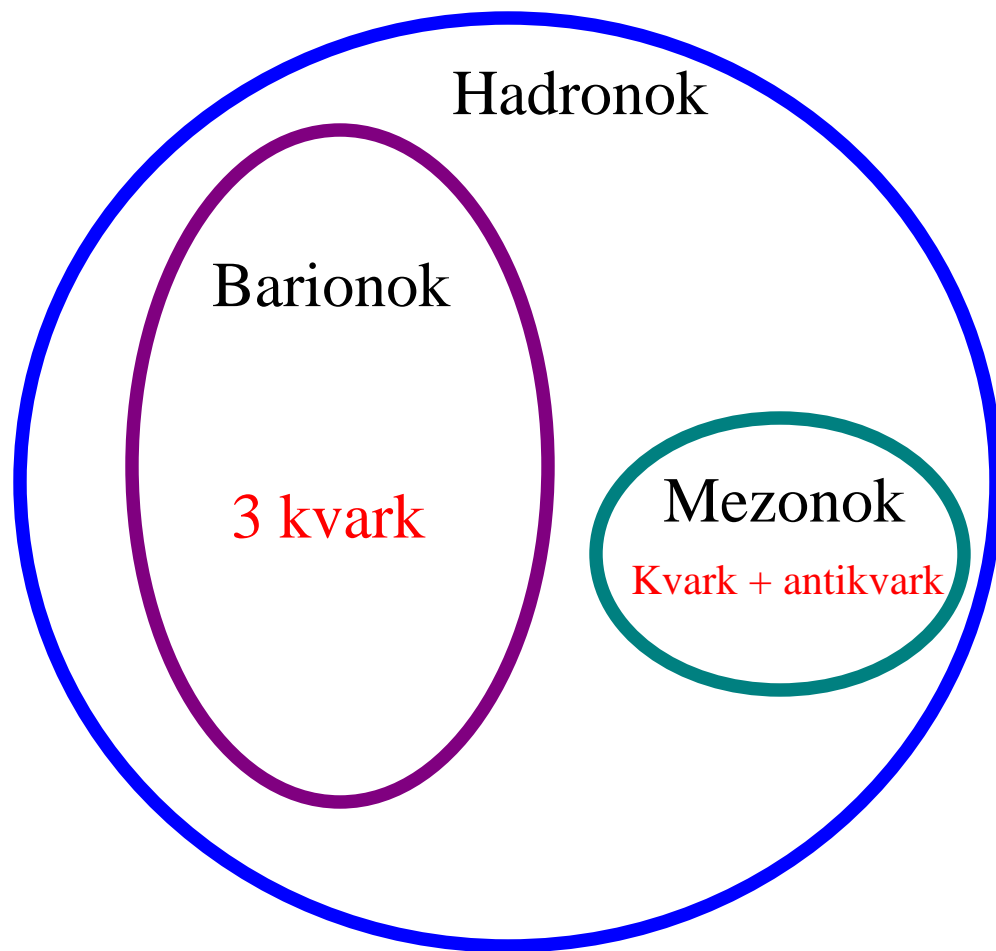
Nukleáris technológia 2. előadás

2022. február 21.

Az óra szerkezete

- A kvarkok milyen kísérleti bázisra épülnek, amihez nem kell térelméleti tudás, tömeg-multiplettek
- Az erős kölcsönhatás szemléletesen
- A magerők szemléletes leírása a kvark szinten és nukleon szinten

Ismétlés: mikrorészecskék



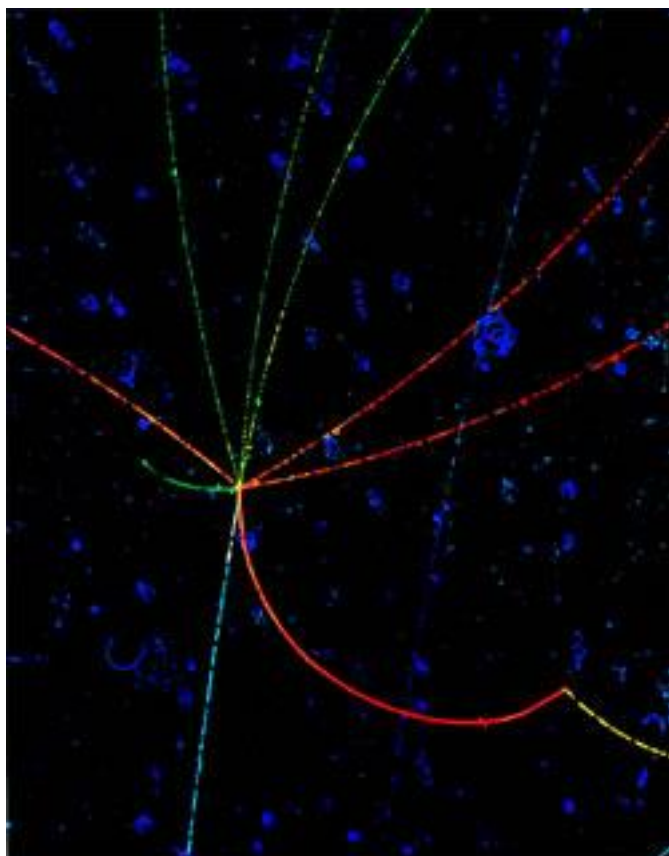
Proton – hidrogénatom
magja

Neutron – Chadwick
kísérlet

Pi-mezon – kozmikus
sugárzás, Powell
fotoemulziós felvétel

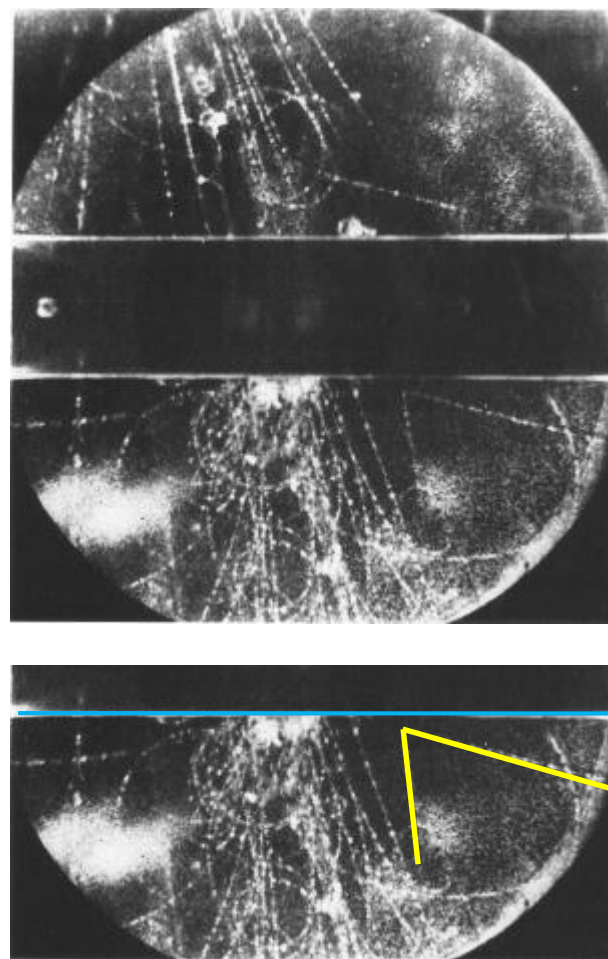
Ködkamra képek

proton + antiproton



8 részecske repül ki. Elég sok.

K^0



Köd-kamra képek

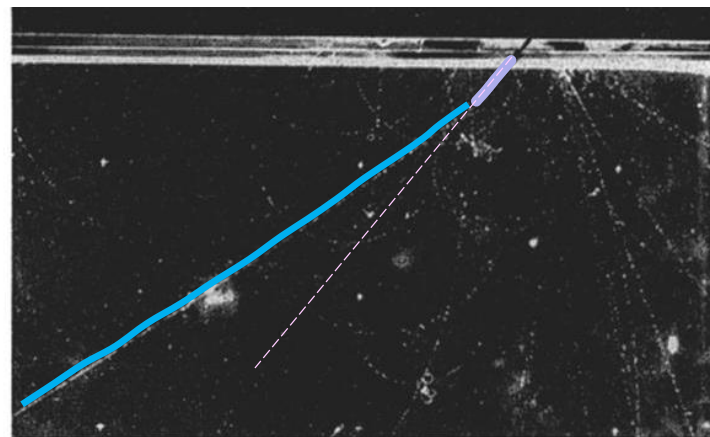
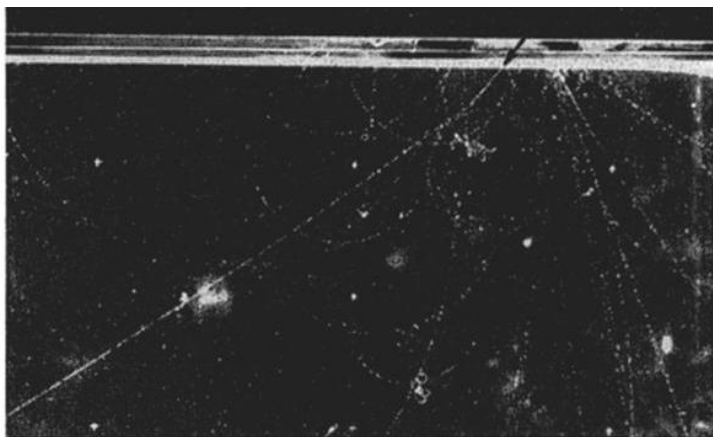
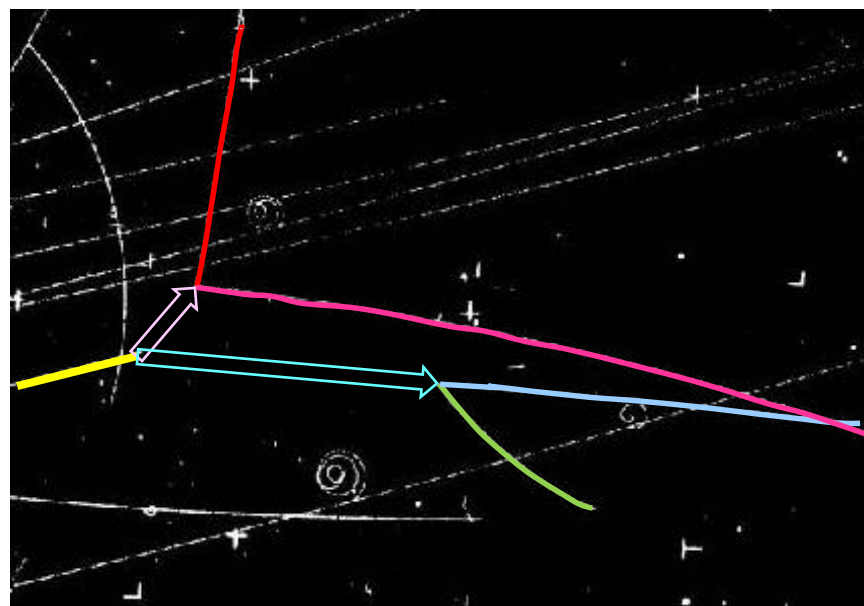
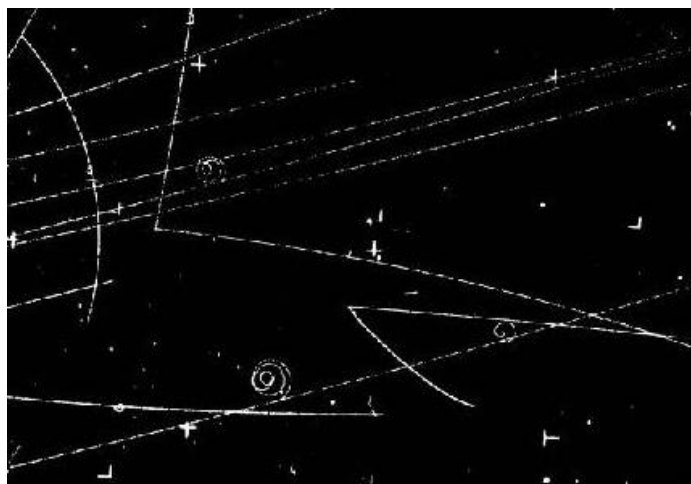


FIG. 1. Cloud-chamber photograph showing a charged V particle originating in an interaction in the lead plate and decaying into a heavy secondary particle. The V particle travels diagonally downward toward the left from the interaction and decays after having traversed only a short distance in the chamber. The heavy secondary particle proceeds almost in the same direction as the V particle. Both the primary and secondary particles are heavily ionizing.



Részecskék tömegei

- K^0, \bar{K}^0, K^+, K^- 500 MeV nem barion, két dublet

• n^0, p^+	938±0,7 MeV	nukleon dublet
--------------	-------------	----------------

• Λ^0	1116 MeV	Λ -szinglet
---------------	----------	---------------------

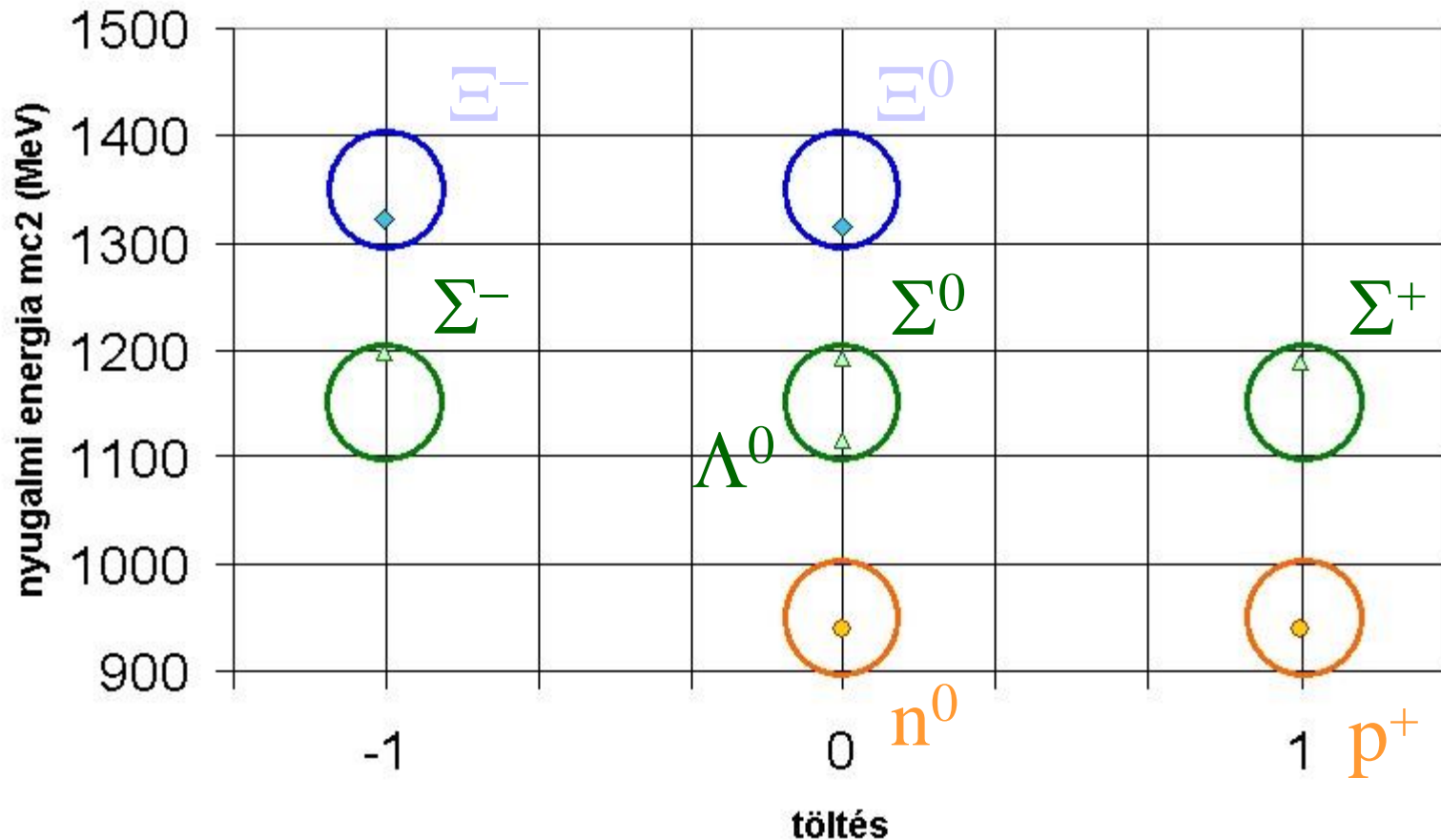
• $\Sigma^-, \Sigma^0, \Sigma^+$	1193±4 MeV	Σ -triplet
----------------------------------	------------	-------------------

• Ξ^-, Ξ^0	1318±3 MeV	Ξ -dublet
------------------	------------	---------------

8 db = barion oktett

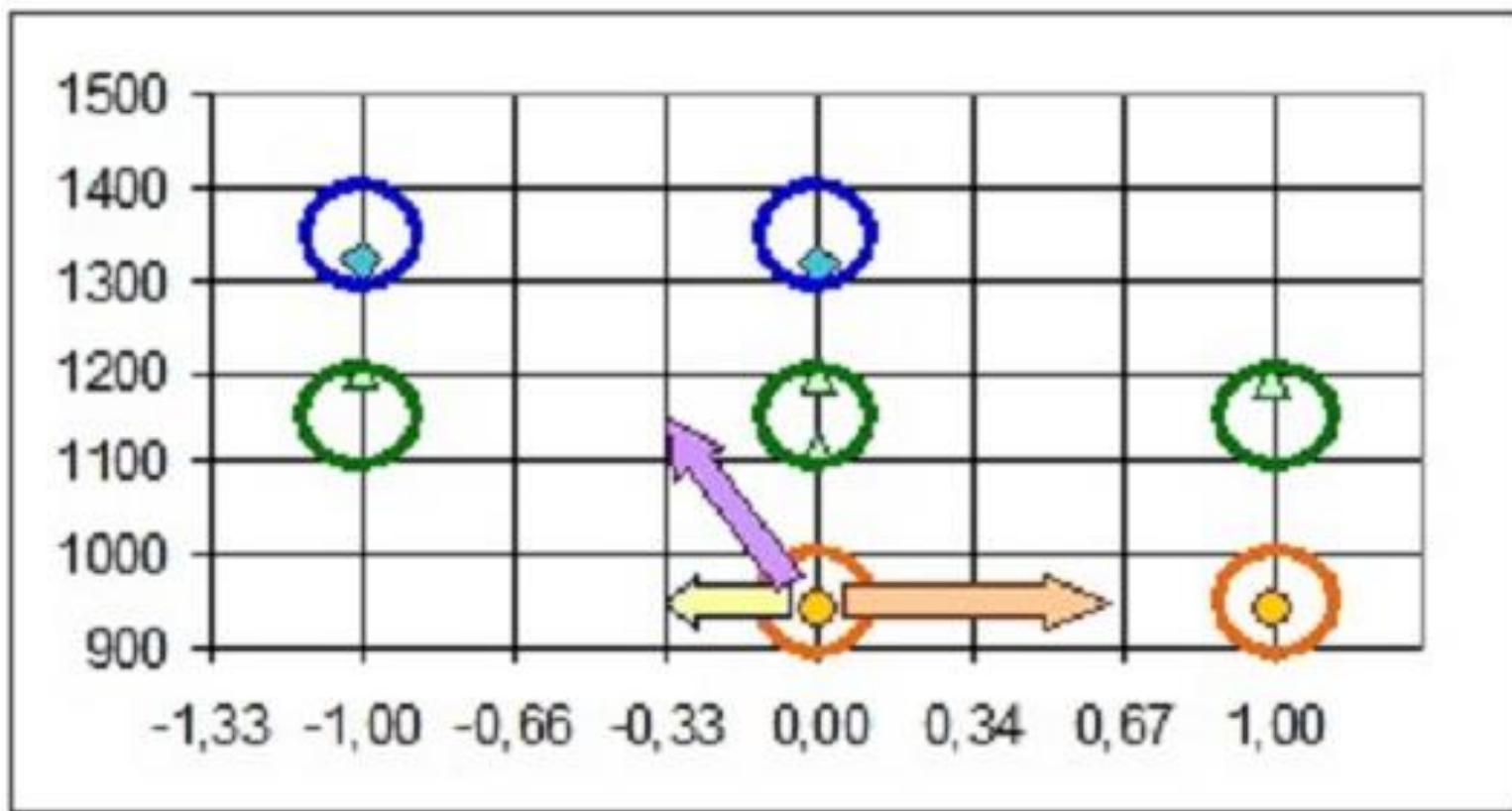
Tömeg multiplettek

Barionok tömegei $s=1/2$

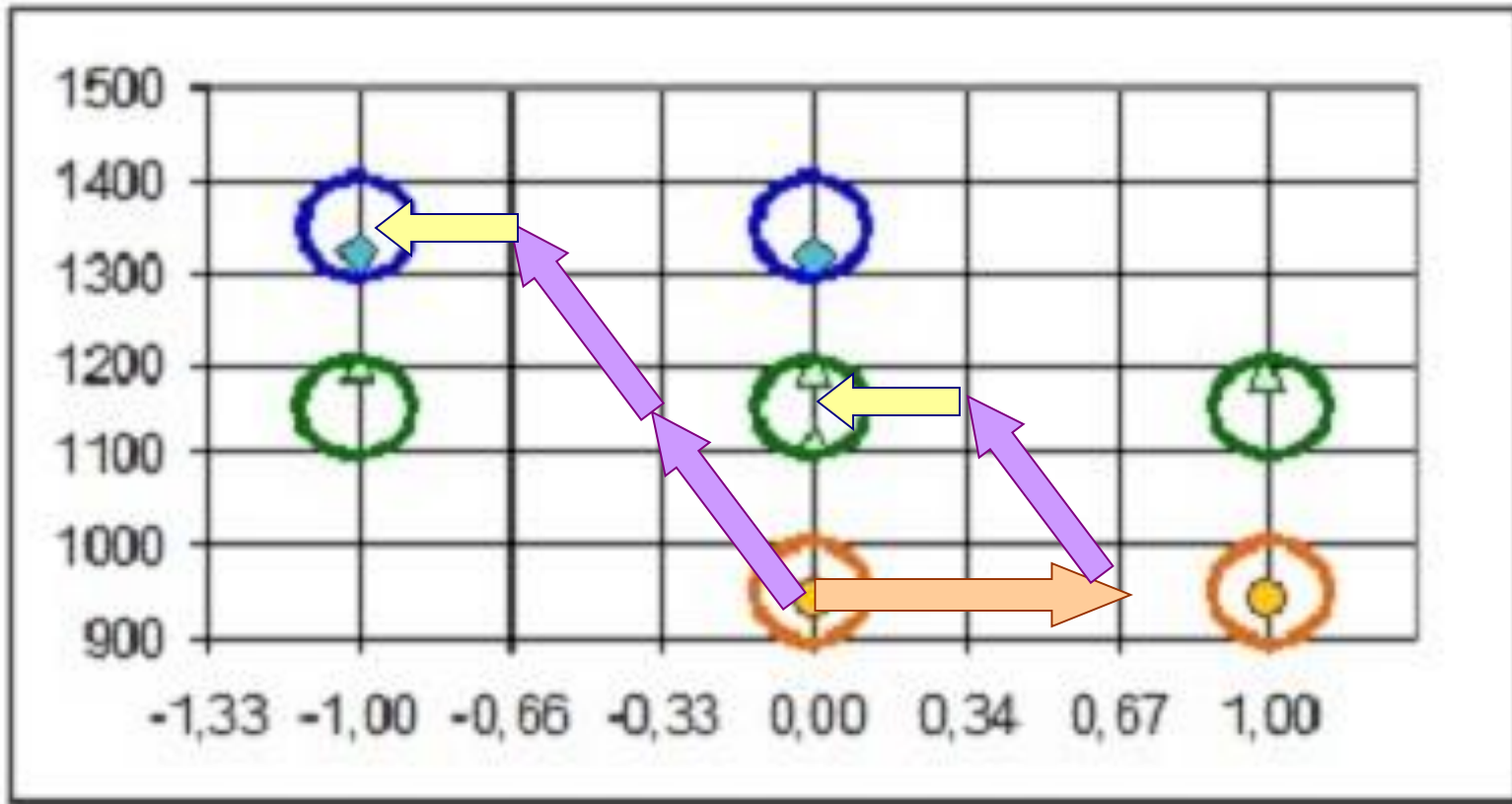


- Szabályosság látszik!

Barion oktett



Barion oktett



nevük: **u**, **d**, **s** kvarkok

Érdekes, hogy uds kvarkokból álló két különböző tömegű semleges részecske is létezik

Könnyű kvarkok

íz=u töltés $2/3$ tömeg kb. 2,3 MeV spin $1/2$ barionszám= $1/3$

íz=d töltés $-1/3$ tömeg kb. 4,8 MeV spin $1/2$ barionszám= $1/3$

íz=s töltés $-1/3$ tömeg kb. 95 MeV spin $1/2$ barionszám= $1/3$

Izospin kvantumszámok is vannak

Antikvarkja van minden kvarknak

Az Ω - részecskében 3 teljesen azonos s kvark van,
A Δ -részecskében is. Pauli-elv \rightarrow színtöltés (3 féle)

Proton belseje

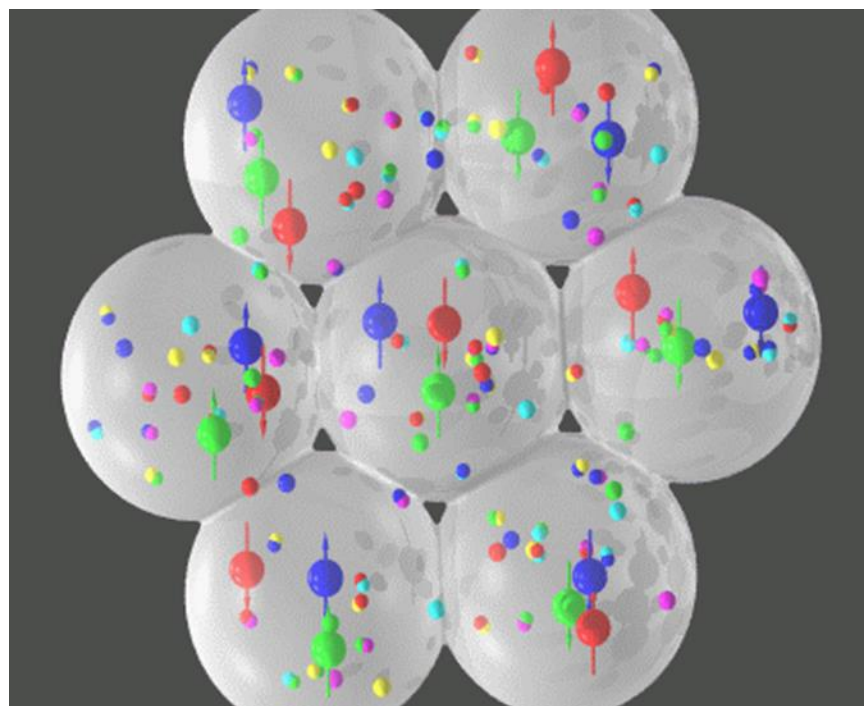


Proton

Gluonok
Valencia kvarkok
Tenger kvarkok

Elektronszórás kimutatta
a töltéscentrumokat a
protonban

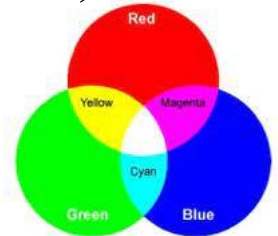
Atommag



Az erős kölcsönhatás szemléletesen

Kvarkok erős kcsh-beli töltései között hat. 3 féle erős töltés van.
ezért színekkel szokás bemonstrálni: RGB
mert abból is 3 alapszín van (+ additív színkeverés)
→ színtöltések

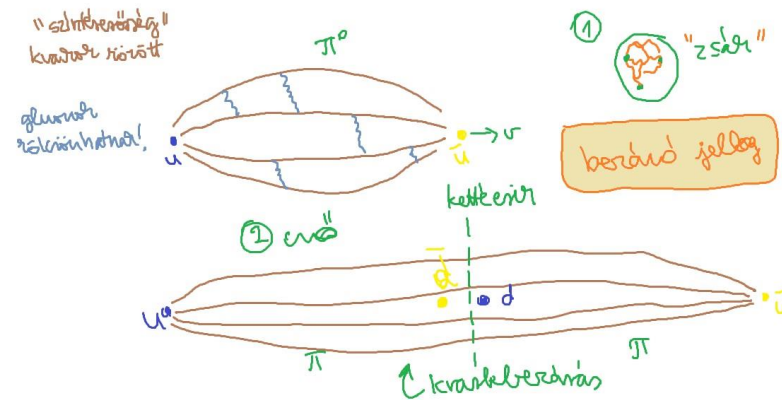
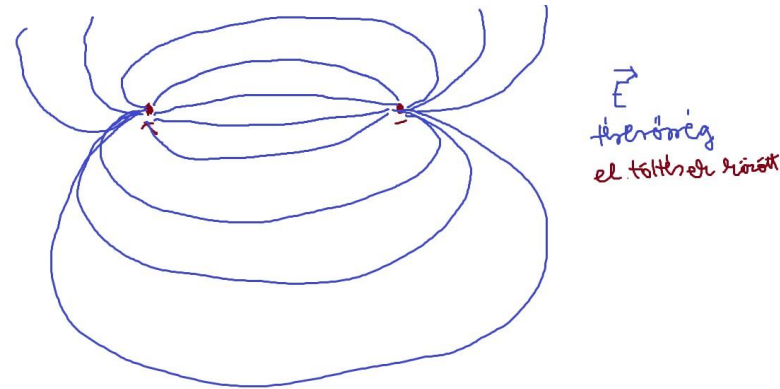
Antikvarkok színei: komplementer színek: CMY



Gluonok közvetítik, amik maguk is színesek (ez gyökeresen új)
A gluonoknak egy színe van, ami keverékszín:
egy RGB szín és egy CMY szín keveréke: pl. **GY**=zöld+antikék
3×3 színből csak 8 valósul meg, a tisztán fehér gluon nincs

Kvarkok tömege (íze) nem befolyásolja a színekölcsönhatást

Az erős kölcsönhatás szemléletesen



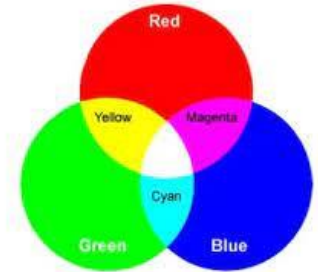
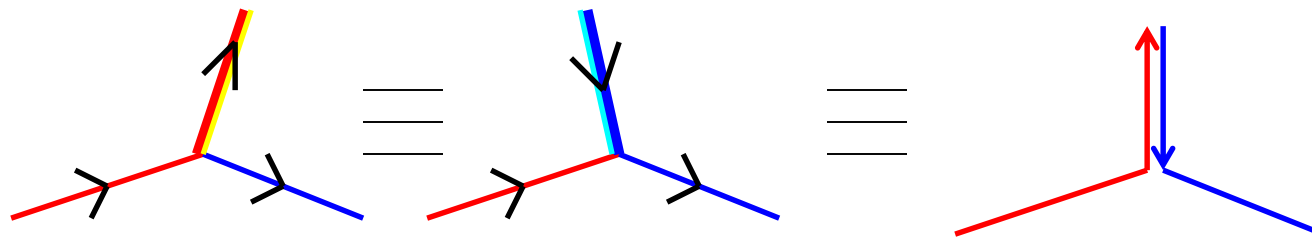
Bezáró jellegű.

Szintér nem megy el a végtelenbe,
szintércső-höz hasonlít inkább a gluonok színe miatt
következmény: szabad kvarkok nincsenek

Az erős kölcsönhatás szemléletesen

1. színes folyamat

Kvarok gluon-elnyelése és -kibocsátása



Magyarázat: vonalak kvarkok, kettős vonalak gluonok

Színmegmaradás: ki és bemenő színek összege azonos

pl: piros kvark be, ([piros + antikék] gluon + kék kvark) ki

Vonalak iránya: ha ellentétére vesszük, akkor antirészecskét ír le
kimenő kék kvark = bejövő antikék kvark
ez egyben más folyamatot ír le

Az elméletet (QCD) a Feynman diagrammok írják le, minden más csak szemléltetés

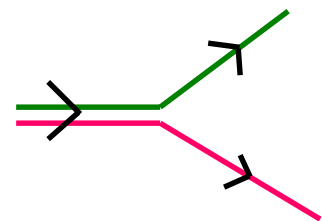
Az erős kölcsönhatás szemléletesen

1. színes folyamat más irányból nézve

Gluonokból kvark-antikvark pár lesz
(kvark párkeltés)

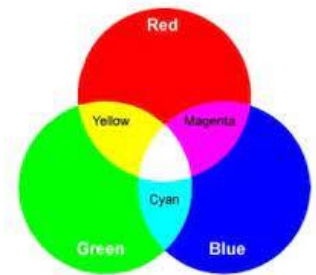
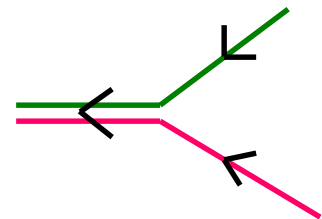
Nem feltétlenül azonos ízűek,

Nem kell egymás antirészecskéinek lenni, de az elektromos töltés megmaradása miatt ez a leggyakoribb



1. színes folyamat még egy másik irányból nézve

Kvark + antikvark párból egy gluon lesz
(annihiláció)



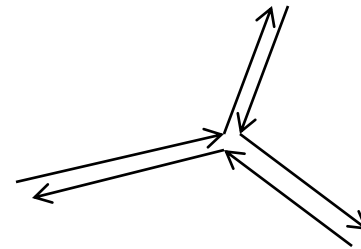
Az erős kölcsönhatás szemléletesen

További két folyamat

(kiegészítés, magerők jelen szemléltetésénél nem fog kelleni)

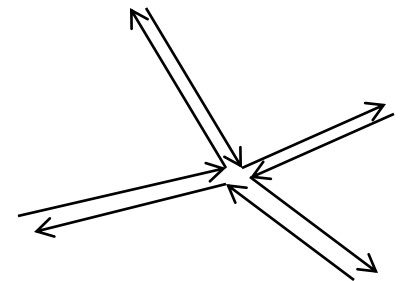
2. színes folyamat

Gluonok kibocsátanak
egy másik gluont

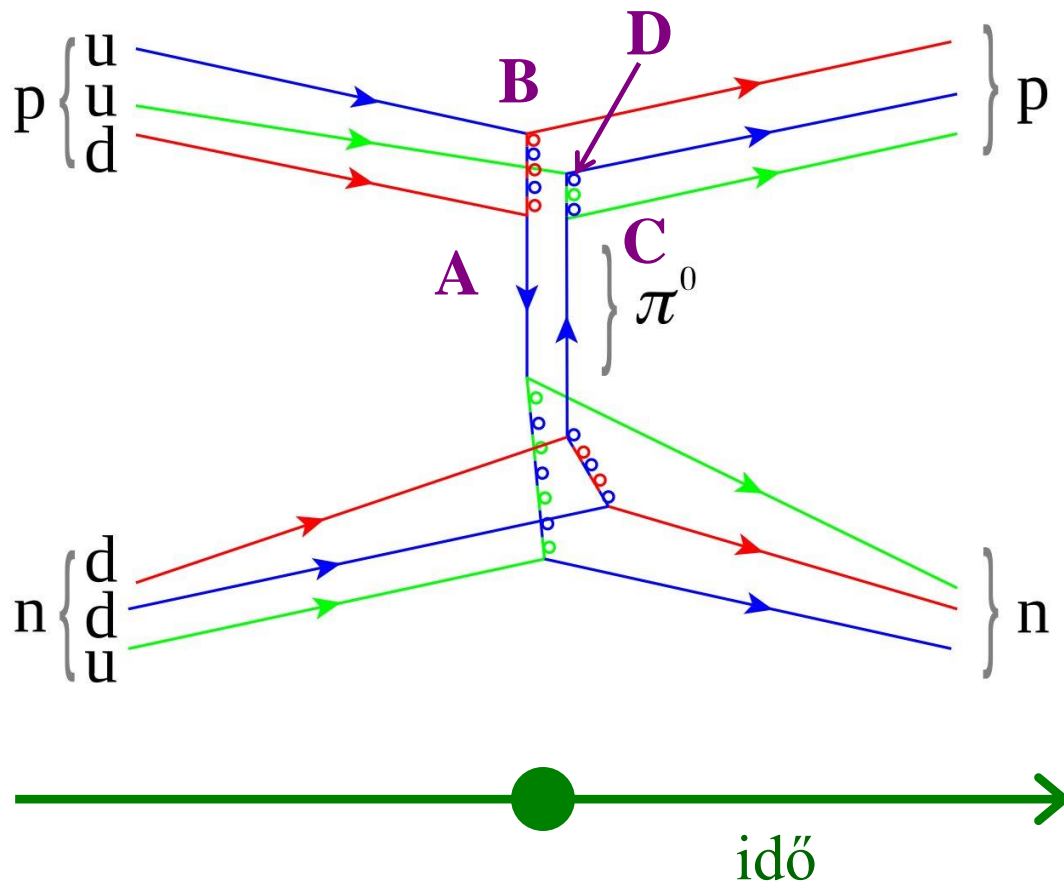


3. színes folyamat

Négy gluon részvételével adják át
egymásnak egyszerre a színeket

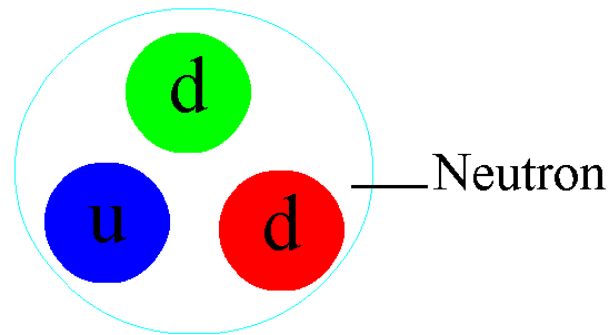
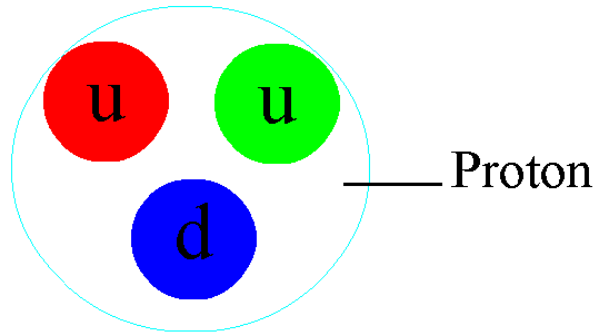


Magerő a kvarkok szintjén

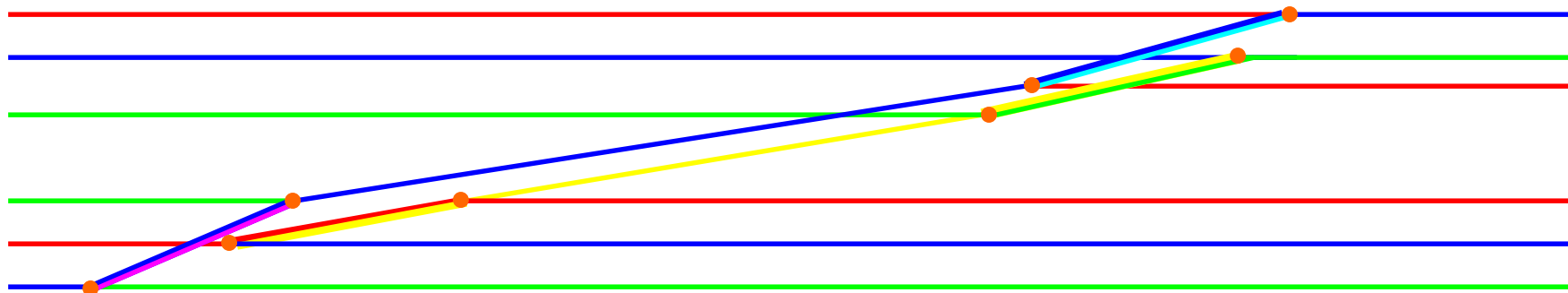
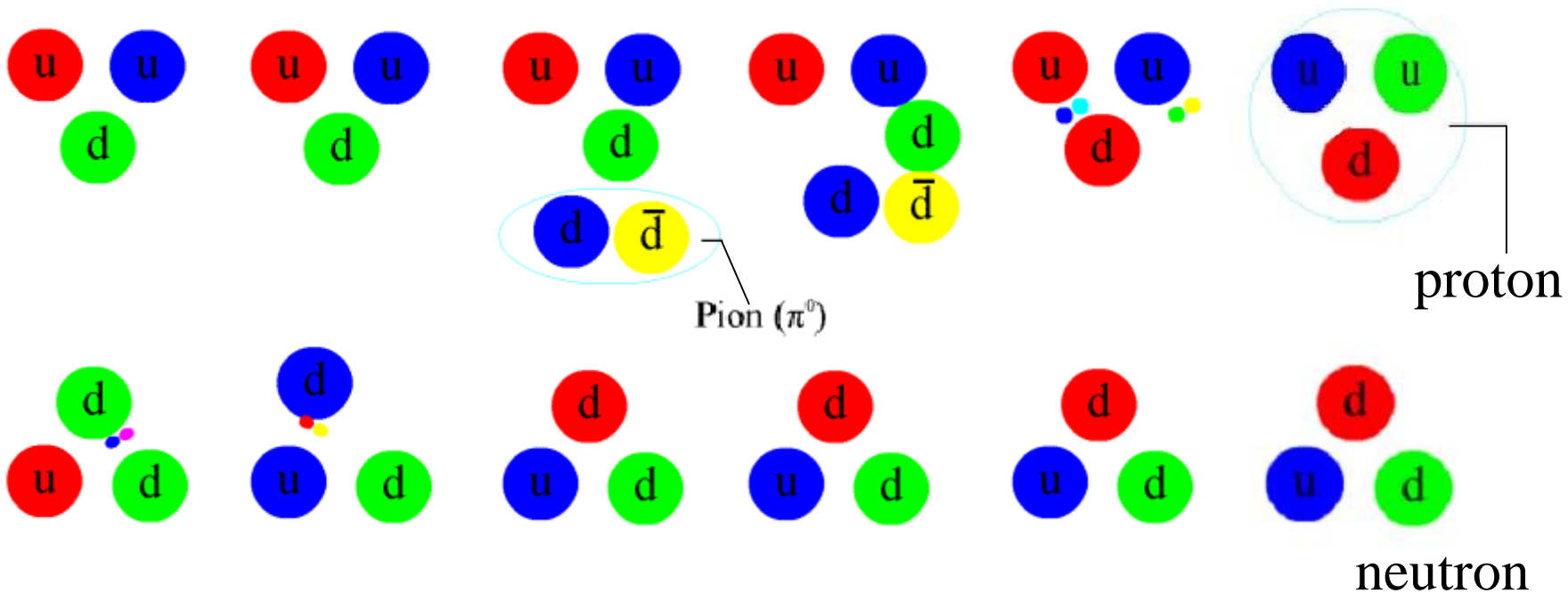


- A** d kvark kibocsát egy PaK gluont, amit **B**-ben a kék u kvark majd elnyel
- C** az érkező kék d kvark kibocsát egy KaZ gluont, amit **D**-ben elnyel a zöld u kvark és kék lesz.

Magerő a kvarkok szintjén

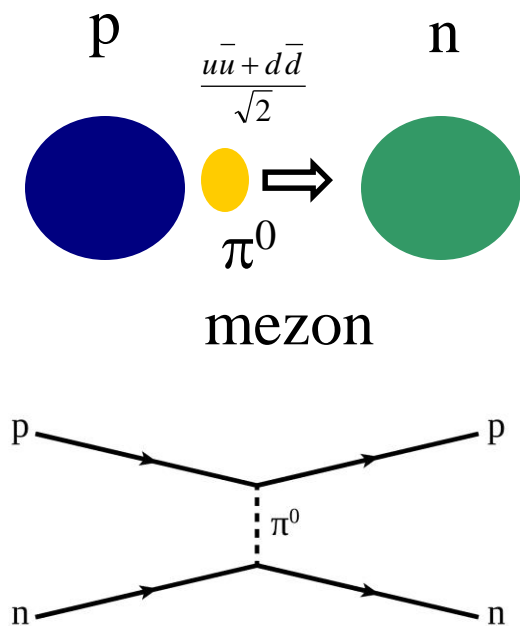


Magerő a kvarkok szintjén

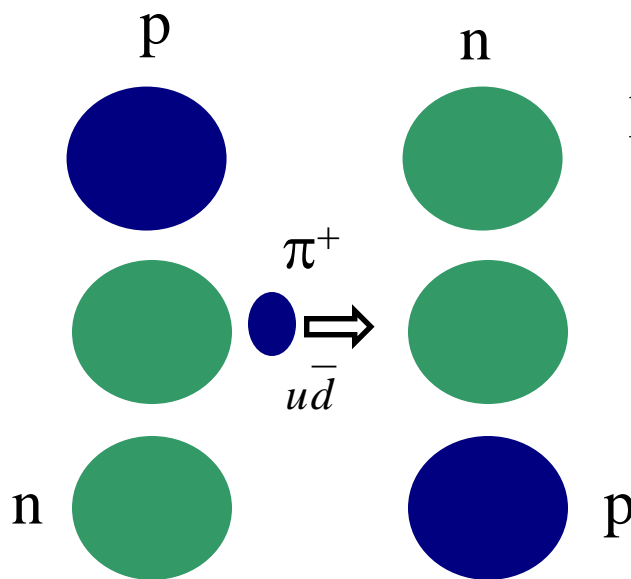


Magerő a nukleonok szintjén

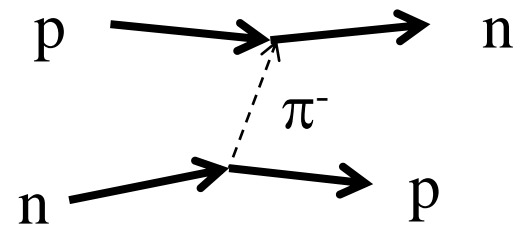
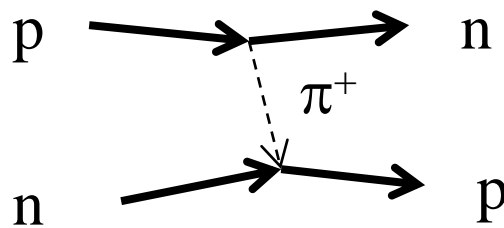
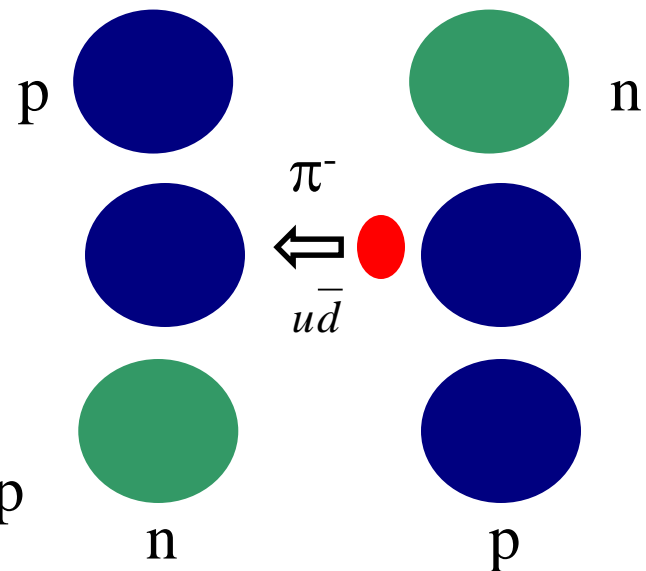
π -mezon csere (1)



π -mezon csere (2)



π -mezon csere (3)

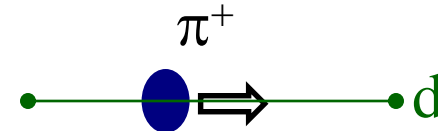


Magerő tulajdonságai

Hatótávolság

kölcsönveszünk $E=mc^2$ energiát, $t=\hbar/E$ ideig
ez a részecske c -vel megy
meddig jut el t alatt?

$$d = ct = c \frac{\hbar}{mc^2} = \frac{\hbar c}{mc^2} = \frac{197 \text{ MeVfm}}{140 \text{ MeV}} = 1,3 \text{ fm}$$



$mc^2 \rightarrow$ a legkisebb fehér zsák, ami átvisz lendületet: π -mezon

A nukleonok sugara kb. 1 fm, ezért ez rövid távolság
csak a szomszédosok között hatnak

\rightarrow A magerők telítettsége