

**Dr. Oláh Éva előadása Játszunk részecskefizikát címmel a tehetségeknek és szüleiknek, rokonaiknak, családi hozzátartozóiknak és barátaiknak.**

Időpont: 2024. április 18. 16:00-19:00, 4 óra foglalkozás

Hely: Baár-Madas Református Gimnázium Budapest Lorántffy Zsuzsanna u. 3.



Éva bemutatkozása után röviden bemutatta a részecskefizika fellegrárát, a svájci Genfben megépített CERN kutatóközpontot. (Wikipédia: A CERN az Európai Nukleáris Kutatási Szervezet, a részecskefizikai kutatások európai szervezete, a világ legnagyobb részecskefizikai laboratóriuma, a Nagy Hadronütköztető és a World Wide Web születési helye. A francia-svájci határon helyezkedik el, Genftől kissé északra.) Éva röviden bemutatta a Nagy Hadronütköztető, az LHC (Large Hadron Collider) 27 km hosszú gyorsító pályáját. (Tudni kell, hogy gyorsítás csak rövid szakaszon történik, erre a szakaszra kell visszavezetni a protonnyalábot többször.) Több mérőberendezés, óriásdetektor keresi a protonnyaláb ütközésekor keletkezett új részecskéket. A Higgs-bozon megtalálásakor fontos volt, hogy egyidőben két detektorban, a

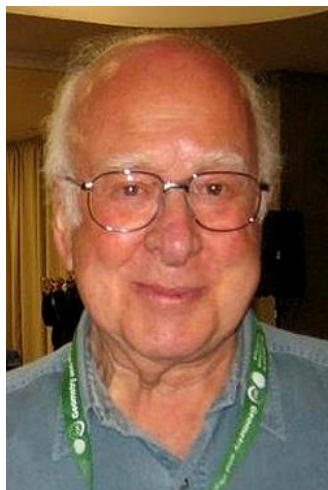
CMS-ben (<https://www.home.cern/science/experiments/cms>) és az ATLAS-ban (<https://atlas.cern/Discover/Detector>) torodiálisan felépülő mágneses eltérítésű detektorban megtalálták ezt a részecskéknek tömeget adó új részecskét.

A Higgs-bozon nevét Peter Higgs brit elméleti fizikusról kapta, aki 1964-ben, François Englerttel és Robert Brouttal egyidejűleg, de tőlük függetlenül, leírta egy olyan részecske létezésének elméletét, ami magyarázatot ad rá, hogyan lesz tömege a többi részecskének - a teória szerint a Higgs-bozon közvetítő eleme, manifesztációja (vagy hulláma) a Higgs-térnek, ami betölti az univerzumot és amivel a részecskék interakcióba lépnek útjuk során: az interakció "ereje", az eközben fellépő, a részecskére ható ellenállás mértéke határozza meg egy-egy részecske tömegét. Kiemelve <https://raketa.hu/higgs-mezo-higgs-bozon-magyarazat> oldalról.

A jobb áttekinthetőség miatt kerestem a netről egy az LHC-t bemutató képet.



<https://imageio.forbes.com/specials-images/imageserve/577c1291d7c6ee6a37c42063/An-aerial-view-of-CERN--with-the-Large-Hadron-Collider-s-circumference-outlined-/960x0.jpg?format=jpg&width=1440>



Éva röviden megemlékezett Peter Higgről, aki 94 éves korában 2024. április 8-án halt meg, éppen 10 nappal az előadása előtt. Május 25-én töltötte volna be a 95. életévét. Nagyon zárkózott ember volt. A Nobel-díjjal járó sok média szereplést nehezen viselte. 1964-ben publikálta a vonatkozó elméletét. A CERN 2012-ben, 48 évvel később jelentette be a megíósolt új részecske létezését. 2013-ban kapta meg a még élő François Englerttel megosztva a fizikai Nobel-díjat.

A továbbiakban Éva tett egy kis kitekintést arra, hogy hol találkozhatunk a részecskefizikai fogalmakkal a környezetünkben. Több TV-s filmet is bemutatott, többek között az agymenők sorozatot is, amelynek a háttérben megjelenő fizikai képletei teljesen korrektek.



Talált „MOZAIKOS” 8. évfolyamos matematika tankönyvben egy kifejezetten részecskefizikai fogalmakkal operáló halmazelméleti feladatot.

A feladat: „Mezonok azok a hadronok, amelyek bozonok, és azok a hadronok, amelyek fermionok, azok barionok. Készítsd el a fenti meghatározás alapján a halmazábrájukat!”

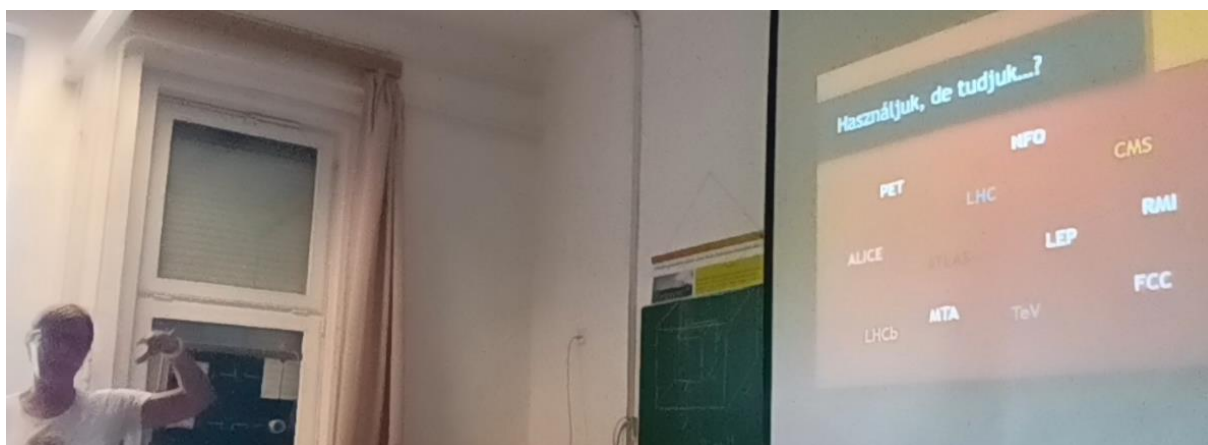


Bogdán Benedek megoldotta a 8-os matek feladatot

A fenti feladatban megjelenő fizikai szakszavak után Éva feltette a kérdést, hogy milyen szakszavakat ismerhetünk és hogyan modellezik azokat. Az interneten is megrendelhető részecskefizikai játékmódok sajnos nem igazán rájuk jellemzően jelennek meg, ez nem segíti a megjegyzésüket.



...és ha meghallgatunk egy részecskefizikai előadást, akkor csak röpködnek a rövidítések.



A szavak asszociációs játéka után, Éva „előhozakodott” a részecske fizika Standard Modell-jével.



## Az anyagi részecskék három családja (fermionok)

|         | I                      | II                      | III                    |       |                        |
|---------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------|------------------------|
| tömeg→  | 2,3 MeV/c <sup>2</sup> | 1,27 GeV/c <sup>2</sup> | 173 GeV/c <sup>2</sup> | 0     | 125 GeV/c <sup>2</sup> |
| 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            |

Kvarkok

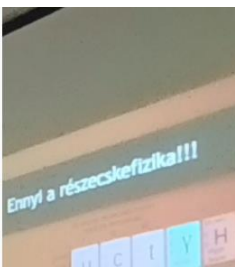
|                        |                       |                        |       |
|------------------------|-----------------------|------------------------|-------|
| 4,8 MeV/c <sup>2</sup> | 95 MeV/c <sup>2</sup> | 4,2 GeV/c <sup>2</sup> | 0     |
| $-\frac{1}{3}$         | $-\frac{1}{3}$        | $-\frac{1}{3}$         | 0     |
| $\frac{1}{2}$          | $\frac{1}{2}$         | $\frac{1}{2}$          | 1     |
| d-kvark                | s-kvark               | b-kvark                | gluon |

Leptonok

|                        |                          |                          |                         |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <2,2 eV/c <sup>2</sup> | <0,17 MeV/c <sup>2</sup> | <15,5 MeV/c <sup>2</sup> | 91,2 GeV/c <sup>2</sup> |
| 0                      | $\frac{1}{2}$            | $\frac{1}{2}$            | 0                       |
| $\frac{1}{2}$          | $\frac{1}{2}$            | $\frac{1}{2}$            | 1                       |
| elektron-neutrínó      | műon-neutrínó            | tau-neutrínó             | Z <sup>0</sup> -bozon   |

Bozonok (kölsönhatások)

|                          |                          |                          |                         |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0,511 MeV/c <sup>2</sup> | 105,7 MeV/c <sup>2</sup> | 1,777 GeV/c <sup>2</sup> | 80,4 GeV/c <sup>2</sup> |
| -1                       | -1                       | -1                       | $\pm 1$                 |
| $\frac{1}{2}$            | $\frac{1}{2}$            | $\frac{1}{2}$            | 1                       |
| e                        | μ                        | τ                        | W <sup>±</sup> -bozon   |



Az elemi részecskék standard modellje

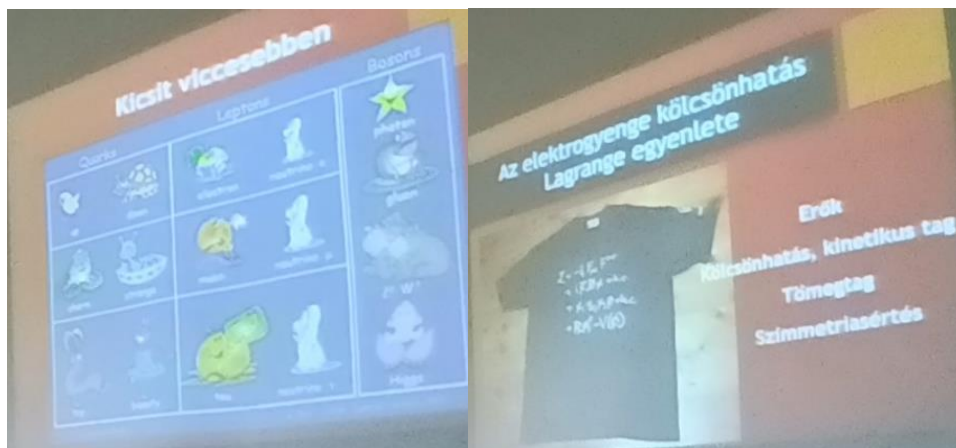
Az előadás felvételéből kivett képkocka közepére feltettem a

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Standard\\_model](https://hu.wikipedia.org/wiki/Standard_model) oldalról kivett képet

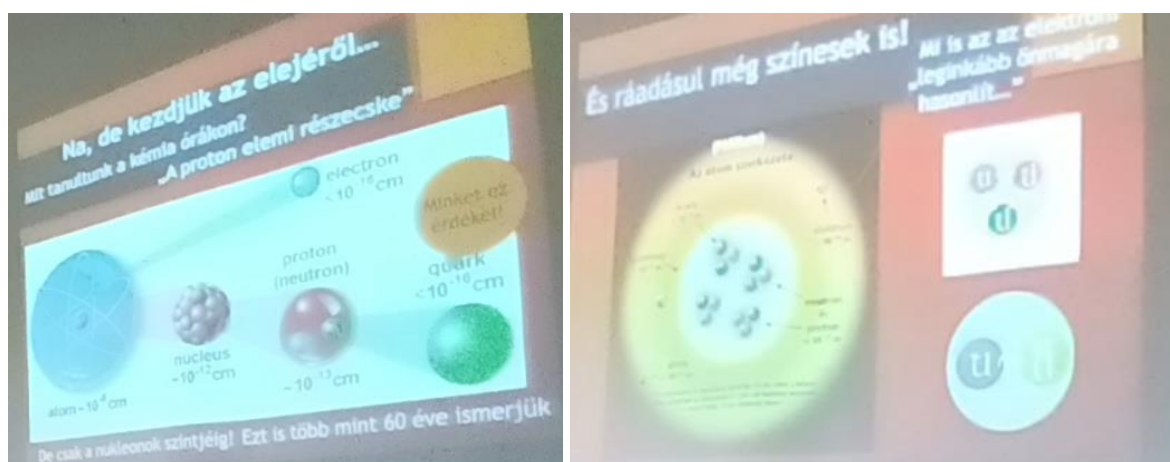
Az előadásból megtudhattuk, hogy a látható világunkat az első oszlop barionjai alkotják, a negyedik oszlop a kölcsönhatást közvetítő bozonok. Előbbiek a feles spínű fermionok utóbbiak egész spínűek.

Továbbiakban Éva elmagyarázta vendégeinknek, mi is a kutatás alapú tanulás, amiben a tehetségeink részt vehetnek. A Wigner Fizikai Kutatóközpont Nagyenergiás kutatócsoportja detektorokat fejleszt. Ebbe a munkába tekinthet, kapcsolódhat bele az a középiskolás, aki elég elszánt és kitartó, hogy kézimunkával, a technikai fogások megismerésével „csinálva tanulja meg” a fizikát. Természetesen a technikai fogásoknak minden esetben van elméleti magyarázata, amit meg is adnak a jelenlévő fizikusok.

A részecskefizika a fizika minden ágát felöleli. Az elektrodinamikát, a relativitáselméletet, az atom és atom-magfizikát, mind ezek nehézségeit feloldandó igyekeznek a fizikusok viccesebbre venni a részecskéket és a hozzájuk tartozó fogalmakat.

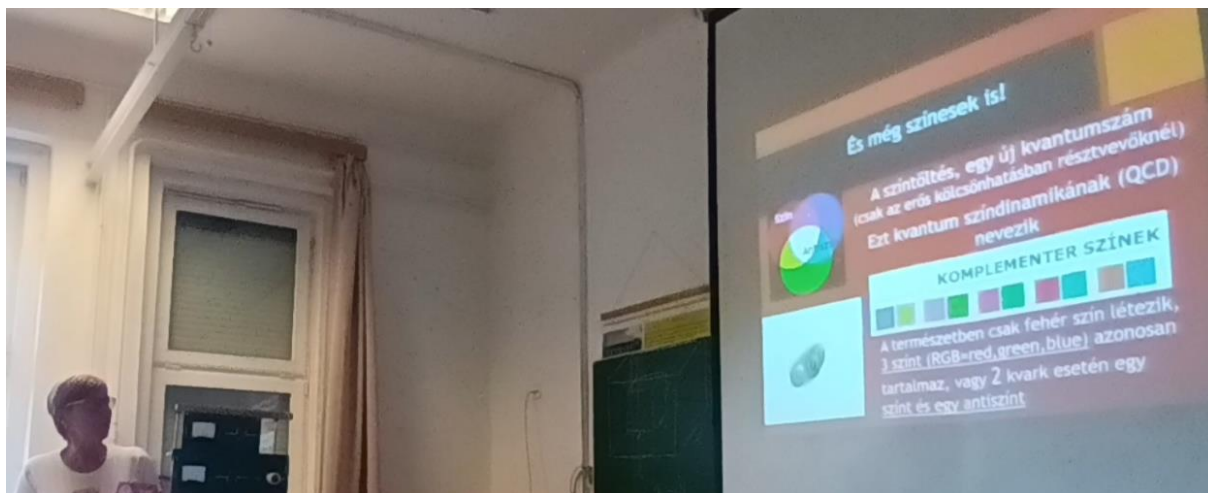


És mit tanítanak az iskolában?



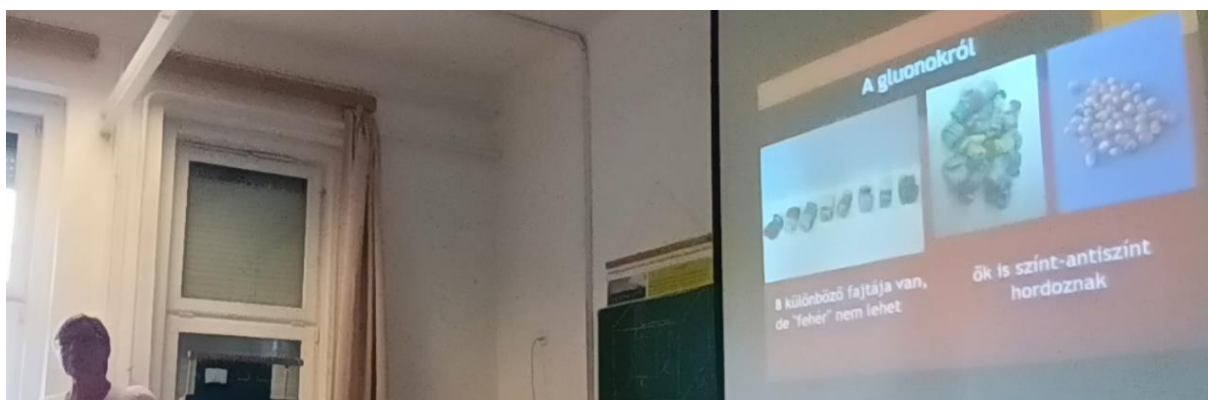
Kémiában a proton elemi részecske, 1965-től tudjuk, hogy nem, a protont kvarkok építik fel. Két up kvark és egy down kvark no meg az őket összetartó gluonok építik fel.  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Proton12>

A proton három kvarkos állapot, de vannak két kvarkos állapotok is. Itt kap értelmet a kvarkok új paramétere, a szín. Minden kvark összeállás úgy kell, hogy történjen, hogy a színük összességében fehér legyen. Kicsit nehezen látszik a felvételtől kivett képen, hogy a proton kvarkjai piros, zöld, kék színűek, három kvarkos állapot (barionok, feles spinűek fermionok). A kétkvarkos (mezonok, egész spinűek bozonok) összeállásban egyik kék a másik sárga, kettőjük komplemente, kiegészítő színei. A kvantum színdinamikában ezzel bevezettek szín és antiszín fogalmakat.



A szindinamikát az additív színkeveréssel értelmezzük. Ahogy a kép felső részén látszik fehéret ad ki a piros, kék, zöld egyforma intenzitással, sárga a piros és zöld összege, bíbor a piros és kék összege és a türkiz (cián) a kék és zöld összege.

Míg az összeállt kvarkok minden esetben fehér színt adnak ki, addig az őket összekapcsoló gluonok nem lehetnek fehérek.



A képen gumicukorkákat (Éva „találmánya”) láthatunk. A feladat az volt, hogy állapítsuk meg, melyik cukor nem lehet gluon. (Megoldás: amelyik színt és antiszínt egyaránt tartalmaz.) Jó megoldás lehet a piros és bíbor (a német telekom cég miatt ezt a szép magyar szót, bíbor kicserélték a magentára, én nem vagyok hajlandó használni), mert a fehérhez hiányzik a zöld. Jó lehet a sárga és zöld, mert hiányzik a kék. Nem lehet jó, a sárga és kék.

Némileg összefoglalva a fentieket. Színek az alapszíneknek számító piros, kék, zöld és antiszínek sorrendben a cián, sárga, bíbor. Két antiszín sem lehet gluon.

Éva elmondta, hogy volt olyan gumicukor zacskó, amiben csak gluonok színösszeállítású cukorkák voltak, sajnos megszüntették a gyártását, de talált hasonlót. Bízta a jelenlevőket, hogy keressenek gumicukor összeállításokat a piacon.

Éva bemutatta a hadronokat összeállítandó játékkártyáit is a fenti színek és antiszínekkel, elmondta, hogy ezek kiosztásával milyen hadron összeállításokká állhatnának össze a csoport tagok.

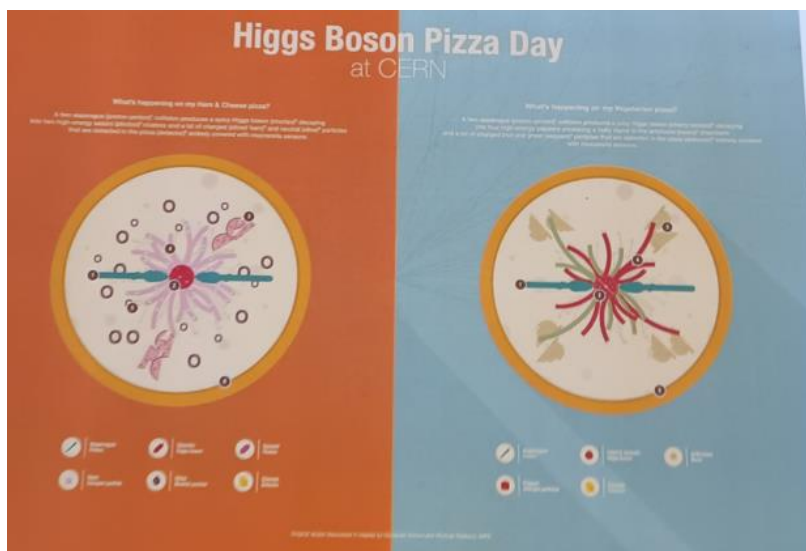


A színes lapokból kockákat is összeállított, amik már konkrét részecskét alkotnak. Néhány kocka felmutatásával „vizsgáztatta” a jelenlévőket, ilyenkor átismételtük a fent színek és antiszínek világát.

A hosszúnak tűnő, de szükséges előkészítés után jött az est lényegi része a „gasztrofizika” a csinálva tanulás. A jelenlevőknek részecskéket kellett összeállítani az előkészített sütemény alapokból, cukorkákból, marcipánból és színező ételfestékekből.



A gasztrofizika nem állt meg a részecskék „gyártásánál”. A genfi CERN-ben lévő detektorokban talált részecske nyomokat is rekonstruálni lehet például pizzákon. CERN menzáján lehet is ezeket pizzákat kapni. Bár pizzákat nem sütöttünk, a vásárolt tortíja lapokra készítettük el a Higgs-bozon keletkezésének a nyomát.



A jó hangulat csinálva tanulás még nem ért véget. Éva a téma tovább gondolására hívta fel a figyelmét a jelenlévőknek. Jó ízű falatozgatás mellett a téma művészi „ART” feldolgozására is felhívta figyelmünket.



A fizikának és benne a részecskefizikának ez az új megvilágítása sokban segíthet a téma társadalmi elfogadtatásához.



Dr. Oláh Éva kvark-kockái, gemicukrai, pizzái és hozzá egyszerű elméleti magyarázatai elérik ezt a társadalmi célt, ahogyan a jelenlévő tehetségeink és családtagjaik, barátaiknál bizonyítottan láthatjuk.