

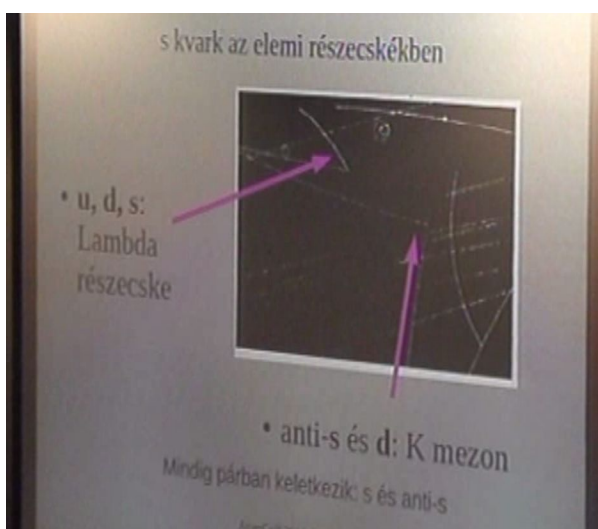
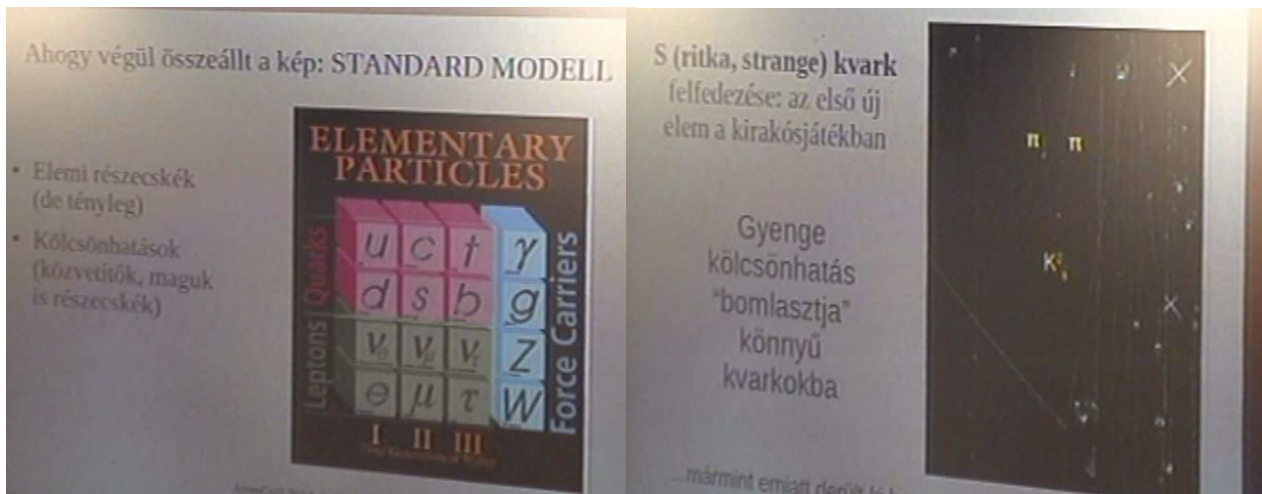
NTP-MTTD-15 Útban a Higgs-bozon felé, kozmikus részecskék detektálása

Gáztöltésű detektorok a nagyenergiás fizikában phd.Varga Dezső előadása 2015. november 5.

Ahhoz, hogy a szubatomi részecskék világába eljuthassunk annyival nagyobb energiára van szükségünk mint ahány szorosa a futball stadion egy porszem méretének. Varga Dezső, aki a debreceni tudomány egyetemen szerezte a diplomáját, phd fokozatot kapott a budapesti ELTE-n és jelenleg a Wigner Fizikai Kutató Központban a REGARD kutató csoport vezetője tartott nekünk előadást a csoportja fejlesztett és a CERN-ben is mérőberendezésként alkalmazott detektorokról, azzal kapott mérési eredményekről. Előadását illetve bemutatóját A Wigner intézeti laborjában adta elő.



Dezső bevezetőjében bemutatta a részecske fizika elemi építőköveinek családját, a kémiában Mendelejev rendszer, itt standard modellként ismert rendszert.



Megtudtuk, hogy a táblázatban szereplő anyagi részecskéknek vannak antianyag részecske párjai. A nagyenergiás ütközésekben ezek általában párban keletkeznek. Ennek a családnak eddig ismert legkisebb építő kövei a kvarkok, illetve az antikvarkok. Ezek hatan-hatan vannak és bármely kombinációban (egyből vehetünk többet is) állíthatnak elő nagyobb anyagi részecskét. A detektor fizika ezen részecskék kereséséből áll.

Pl. a képen látható egy semleges Lambda részecske, amely u,d,s kvarkokból áll össze, vagy A K mezon, ami egy anti s és d kvarkból áll. (Az s és anti s mindig párban keletkezik.) Az ismertebb proton két u, és egy d kvarkból áll.

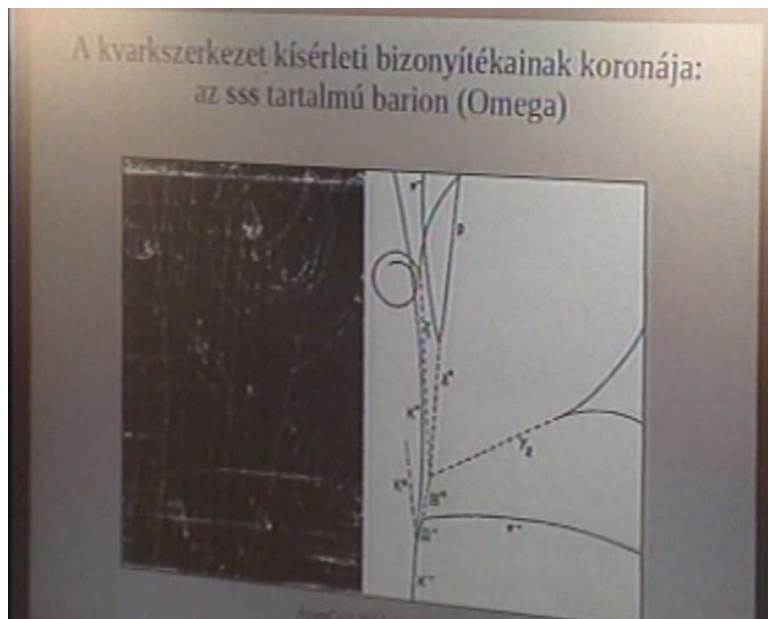
Létezik a három u is összerakásából a delta, u és két s-ből a kszi részecske.

Dezső előadásában kitért arra, hogy a képen látott felvételeket még nem a laborjukban is fejlesztett gázdetektorokkal, hanem a ködkamrák világából kifejlesztett buborék kamrákban vették fel. Ezt a kamrát Glaser 1952-ben fejlesztette ki, amiért 1960-ban Nobel-díjat kapott.

A buborék kamra elve hasonló mint a ködkamráé, csak nem alacsony, hanem magas hőmérsékleten van az



az anyag, ahol a buborék létrejön. A forrpon közelében anyagba érkező részecske nyomán apró mikrométer méretű buborék fonal képződik. A képen egy folyadékos tartályt látunk, amelynek az alján egy dugattyú van. Amikor a részecske várhatóan bekerül a folyadékba, akkor a folyadék alján lévő dugattyút egy rövid időre, tipikusan egytized másodpercre lefelé mozgatják, hogy ezzel a folyadékban lévő nyomást csökkentsék. A csökkent nyomású folyadékban a forrponi hőmérséklet is lejjebb esik, így alakulhat ki forrás. A lokális forrás, azaz a buborék kialakulásához segít a részecske jelenléte. A buborékfonal létrejöttét fényképezik le, majd a dugattyút visszanyomják, hogy ne alakuljon ki lobogó forrás. Az egész buborékkamrát mágneses térbe helyezik, így a töltéssel rendelkező részecske körpályán fog mozogni. Ebből erednek a görbe vonalak a fényképen. Az hosszú egyenesek pedig semleges részecskék jelenlétére utalnak.



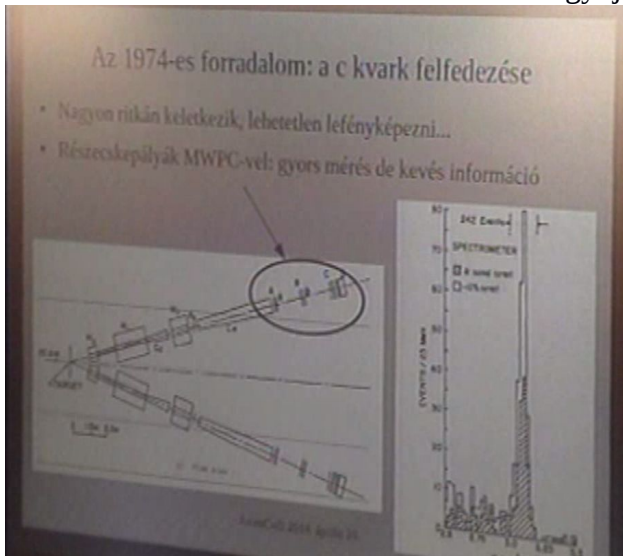
A kvark szerkezet koronája a három s kvarkból álló Omega nevű részecskének a lefényképezése.

A képen látható szaggatott vonal összekötések a fényképen nem láthatóak. A kép alsó szakaszán érkezik a három s kvarkból álló omega részecskék, amely elbomlik. Jobbra megy egy részecske és megy tovább valami, ami semleges volt, ezért nem látszik. Marad egy olyan részecske, amely két s kvarkot tartalmaz majd az kicsit feljebb bomlik el egy Lambda (u,d,s) részecskére. A Lambda semleges részecske nem látható, majd felül bomlott el felül egy protonra meg egy könnyű részecskére, ez már látszik. Útközben a Lambda részecske nem látszik, ő semleges. Abban a bomlásban, amiben a Lambda keletkezett, még keletkezett két részecske, jobbra és kissé balra tart két gamma foton, nem láthatóak, mert semlegesek. Ez a bomlás történt a két ritka s kvarkot

könnyű részecskére, ez már látszik. Útközben a Lambda részecske nem látszik, ő semleges. Abban a bomlásban, amiben a Lambda keletkezett, még keletkezett két részecske, jobbra és kissé balra tart két gamma foton, nem láthatóak, mert semlegesek. Ez a bomlás történt a két ritka s kvarkot

tartalmazó részecskéből. A képből készített rajz irányok az impulzus megmaradásából adódnak.

1974-ben fedezték fel a c kvarkot. Gyorsítóból érkező proton a céltárgyra érkezett. Ott keletkezett egy részecske elektronra és pozitronra bomlik. Ezeket akarjuk detektálni. A probléma az, hogy sok ilyen eseményt kell gyűjteni. A buborékkamrával legjobb esetben is 100 ezer képet tudunk készíteni és ezeket egyenként kellett megnézni feldolgozni. Ennél gyorsabb feldolgozás kellett. Milliós, tízmilliós nagyságrend elérése érdekében új módszert fejlesztettek ki, aminek a lényege, hogy az átmenő részecskékről kevesebb információt gyűjtünk, de sokkal gyorsabban.

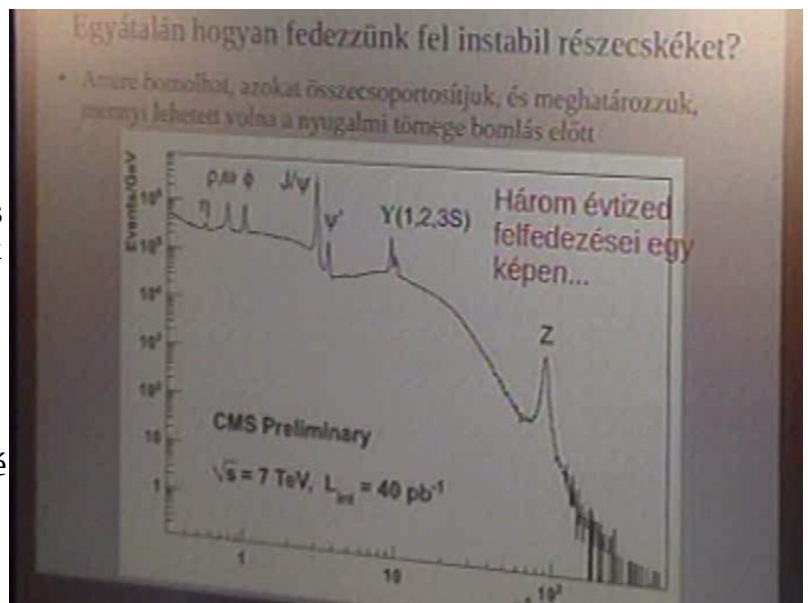


Több kisebb detektoron végig fut az elektron ezzel a pályát mérik. A bekarikázott részen három ponton érzékelik az elektront. Előtte nézik Cserenkov sugárzással az elektron sebességét, energiáját, amiből következtetnek a előzőekben elbomlott részecskére. A számítások azt mutatják, hogy a elbomlott anyag egy kvark és antikvark között állapotából keletkezett az elektron-pozitron pár. A sok mérés adatai adták ennek az új részecskének - az ábra jobb oldalán lévő grafikonon kiemelkedő csúcs – energiáját. Ez volt a c és anti c között állapota. Samuel Ting 1974 Nobel-díj.

Ezzel a méréssel elkezdődött egy új részecske nyomkövetés. Sok diszkrét helyen érzékelik a detektálandó részecskét, a jel elektronika adta gyors kiolvasása és feldolgozása, majd az adatok tárolása forradalmasította a részecskék kutatását. A gyorsítók egyre nagyobb energiájú gyorsítással, egyre nagyobb energiájú részecskék felfedezését tették lehetővé. Egyetlen egy mérésben megtalálhatjuk az összes részecskét, amely kvarkból és antikvarkból áll. A következő képen a mai egyik legnagyobb detektorban a CMS (Kompakt Muon Solenoid) mérési eredményeit láthatjuk.

A vízszintes tengelyen a részecskék energiája a függőlegesen az részecske esemény gyakoriság látható. A kötött c és anti-c közepén kb 3,5 GeV-nál van ennek a neve pszi.

Az ábrán látható Z részecske a kilencvenes években volt felfedezve. Ez elméletileg megjósolt részecske volt. Nagyobb energiás gyorsítás tette lehetővé felfedezését. A Z részecske a gyenge kölcsönhatás közvetítője, de nem az atommagokban lévő béta bomlásokért felelős, az a W részecske.



Elméleti ismertetés után a laboratóriumban, a detektor eszközökről kaptunk előzetes tájékoztatást.

