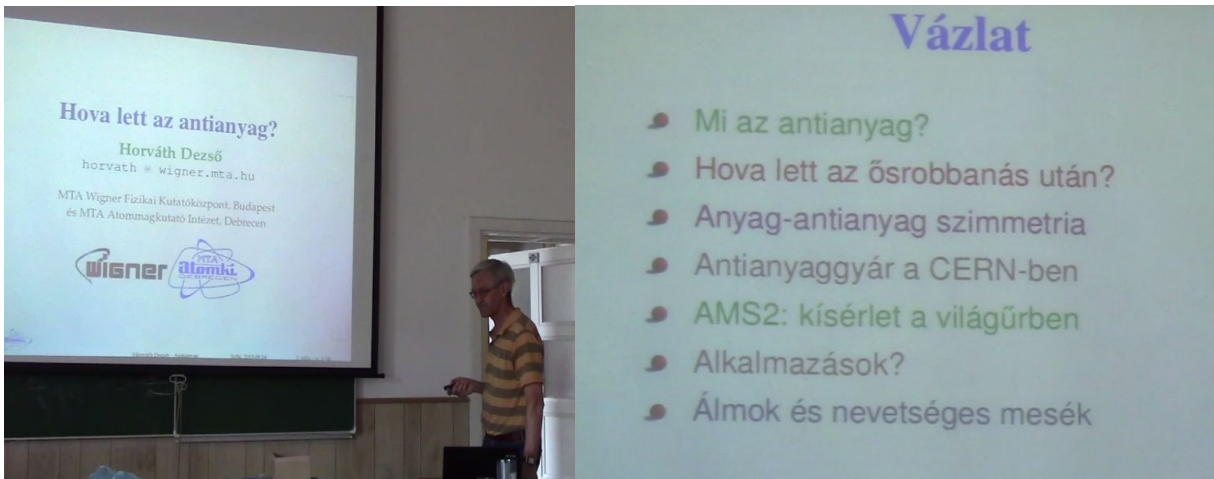


NTP-MTTD-15 Útban a Higgs-bozon felé, kozmikus részecskék detektálása

Elméleti ismeretek bővítése dr. Horváth Dezső előadása Hová lett az antianyag? címmel 2015. szept. 24.

Dr. Horváth Dezső a Eötvös József Gimnáziumban végezte a középiskolát, majd az ELTE fizikus karán szerzett diplomát és doktorátust. Munkásságát a KFKI-ban, mai nevén Wigner Fizikai Kutató Központ kezdte. A világ számos országában dolgozott Japántól Kanadáig. Legtöbbet a genfi székhelyű CERN-ben, a világ legjelentősebb részecskefizikai kutató központjában.



Miután az előző években tanítványainkkal már megismerkedtünk a részecske fizika alapjaival, az előadó egy igen izgalmas területre az antianyagok világába vezette be programunk résztvevőit.

Mi az antianyag?

Az antianyag születése

Paul Dirac, 1928:
Új egyenlet a hidrogénatom precíz matematikai leírására: szépséges??

Két megoldás elektronra ($x^2 = 4 \Rightarrow x = \pm 2$):

- Pozitív energiájú és negatív töltésű: e^-
- Negatív energiájú és pozitív töltésű: e^+

Negatív energia (tömeg!) nem fizikai, Dirac elektron-hiánynak értelmezte.

Carl Anderson, 1932:
 e^+ kozmikus sugarakban
 \Rightarrow valódi részecske, pozitron

Nobel-díjak:
Dirac: 1933; Anderson: 1936

Antirészecskék

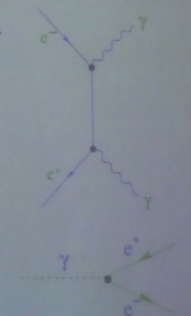
Minden anyagi részecskének van antirészecskéje. Tulajdonságai (a töltés előjelén kívül) egyeznek.

Pl. proton (a hidrogénatom magja) \Leftrightarrow antiproton.

Ha részecske antirészecskéjével ütközik, megsemmisülnek, energiájuk szétsugároz.

Sugárzás atommag terében részecske + antirészecske párokat tud kelteni.

Kisebb energián elektron-pozitron párt, nagy energián pl. ($E > 2$ proton-tömeg) proton+antiproton.



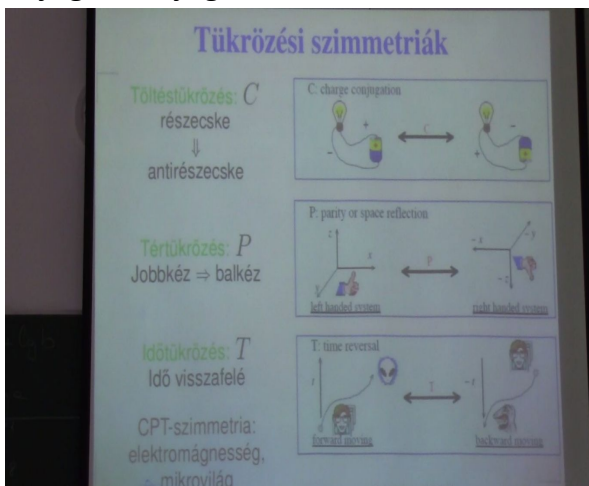
2010-ben az a fizikusi világban az antihidrogén előállítását ítelték a az első helyre a kutatások sorában. De mi is az antianyag? Kicsit messzebről kezdve a (részecske)fizika egzakt tudomány, a nyelve a matematika, leírása pontos matematikai formalizmusokon alapszik. Egy elmélet akkor lesz igaz, ha számításai megegyeznek a kísérleti tapasztalatokkal, eredményekkel. Az alapkérdés, hogy milyen pontossággal adja vissza az elméletet a kísérlet. Az antianyag elméleti, matematika modell alapján született. Paul Dirac állított fel olyan egyenletet a hidrogén atomra, amelynek megoldása között szerepelt a pozitív energiájú, negatív töltésű ismert elektron és a negatív energiájú, pozitív töltésű elem, ennek lett a neve pozitron. Carl Anderson meg is találta 1932-ben kozmikus sugarakban, amiért Nobel-díjat kapott.

Hová lett az ősrobbanás után az antianyag?

A fizika jelenlegi állása szerint a világ az ősrobbanásban keletkezett. A keletkezéskor volt egy olyan időszak, amikor csupa sugárzás töltötte be a világegyetemet és ekkor pontosan ugyanannyi anyagnak és antianyagnak kellett keletkezni. A jelenleg lévő megfigyelésekben nem látjuk az antianyag galaxisokat. Vannak olyan elképzelések, hogy a világegyetem általunk nem belátható részében rejtőzik.

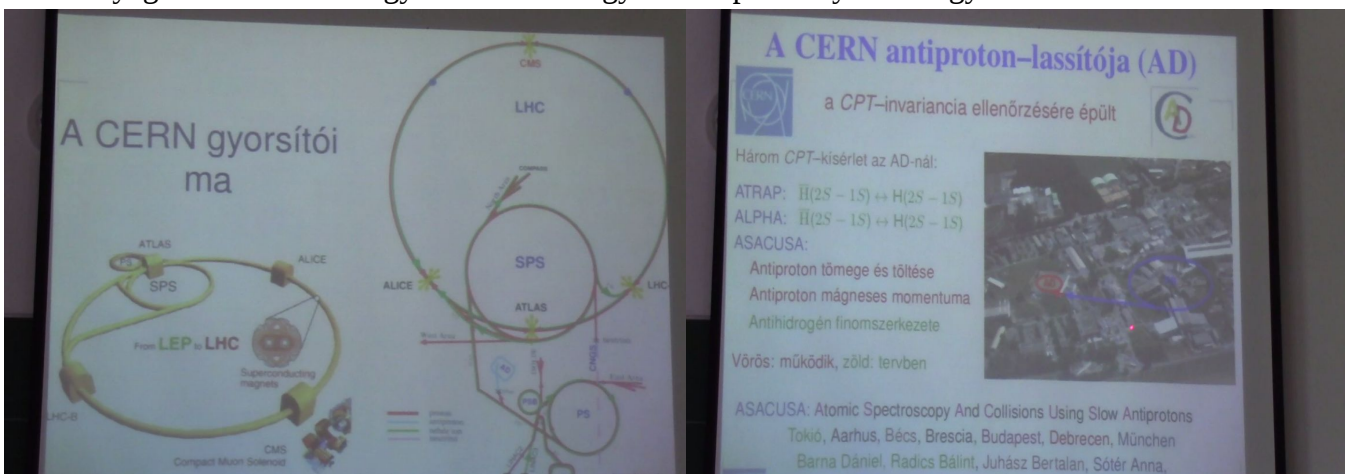


Anyag-antianyag szimmetria.



A fizika tükrözési szimmetriái mondatja ki, hogy ugyanannyi anyagnak ill. antianyagnak kell lenni.

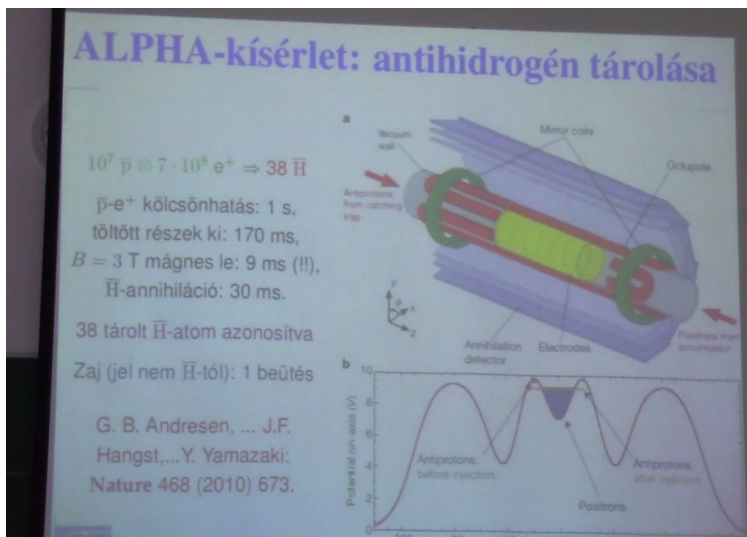
Antianyag gyár a CERN-ben. Az antianyaggyárnak az a feladata hogy van-e különbség az anyag és antianyag között. A CERN gyorsítói által felgyorsított protonnyalábot egy részét bevezetik a



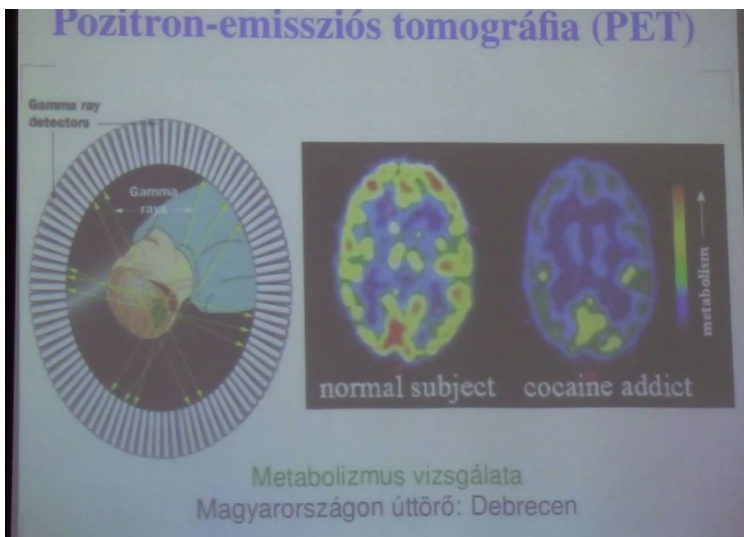
az antiproton lassítóba, ahol méri az antiproton tömegét, töltését mágneses momentumát, finomszerkezetét összehasonlítandó a proton azonos fizikai paramétereivel. Eddigi mérések szerint az eredmények 10 tizedes jegyig megegyeznek.

Az antiproton előállítás után az antihidrogén molekula előállítás és annak mérési vizsgálata történt meg, igaz az antihidrogén száma még nem mólnyi mennyiségekben számolható. Az ALPHA kísérletben már tárolni is sikerült antihidrogént, szám szerint 38-at.

AMS2: kísérletek a világűrben. Alpha Magnetic Spectrometer antianyag (anti-hélium) és a sötét anyag felfedezésére szolgál. Összes tömege 8500 kg, a benne lévő állandó mágnes tömege 1200 kg, költsége 8G\$. 1998-2010 között építették CERN-ben és 2011-ben lőtték fel. A vezérlése a CERN-ből történik. 2013-ban hozták nyilvánosságra, hogy nem látnak anti-héliumot, csak pozitronokat.



Alkalmazások. „De mire jó is ez az egész?” A valóságban egyelőre csak a pozitron-emissziós tomográfia PET létezik. Álom még az Antiproton Cell Experiment (ACE) rákterápia antiprotonokkal. A rakéta hajtóanyag fantazmagória, az antianyag-bomba egyszerűen marhaság.



A PET vizsgálat alapjául szolgáló 110 perces felezés idejű fluor-18as izotópot a helyi ciklotronnal (gyorsító) állítják elő. Nem is állíthatják elő messze, mert a mire a betegbe kerülne már elbomlana. A helyi laborban hozzák létre a rák által szeretett cukorvegyületet ezzel a fluor izotóppal.

A vizsgálat lényege, hogy az izotóp bomlásakor keletkezett pozitronok a helyben található elektronokkal annihilálnak. A keletkezett két gamma-foton adott (0,5MeV, 180 (majdnem)fokos szögű) irányú

detektálásából jöhet létre a képalkotás. A detektor gyűrűs rendszerű, az egymással szemben kiinduló fotonok egy időben érkeznek az egymással szemben lévő detektorokba, ugyanígy másik két detektor is „megszólal” és a két irányú egyenes metszéspontja adja a effektus helyét. Ezeket az egyidejű információkat dolgozza fel a képalkotás.

Az ACE antiproton rákterápiának az a lényege, hogy a részecske sugár a kívánt helyen adja le csak az energiáját, tehát normális sejteket nem károsít.

