

# Magyar Tanárprogram, CERN, 2010

*Válaszok a kérdésekre  
(2010. aug. 20.)*

**Horváth Dezső**

horvath@rmki.kfki.hu

MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet, Budapest  
és ATOMKI, Debrecen



# Mindennapi élet: (1) kutató átlagos napja

- Mindenki: reggel leül a számítógép elé és dolgozik estig. Közben ebédszünet, utazás az intézetből haza, vacsoraszünet. Heti 2-3 megbeszélés.
- Fiatal kísérleti: Fentiekhez labormunka (mérőberendezés tervezése, építése, üzemeltetése) és vita főnökkel, miért nem megy vagy nem úgy megy.
- Befutott: Elvben mint fiatal, gyakorlatilag oktatás, bizottságok, pályázatok és jelentések írása. Vita fiatalokkal, miért nem megy vagy nem úgy megy. Otthon vacsora körül és hét végén gyerekek.
- Idősebb: Mint befutott, minusz gyerekek, plusz unokák.



# Mindennapi élet (2)

Együttműködés fizikus és mérnök, informatikus, matematikus között (Kísérleti fizikus szemszögéből)

- *Mérnökkel* kitűnő, ha el tudja fogadni a fizikus stílusát: semmi sem lehetetlen, csak akarni kell. Emiatt a mérnöki munkát is gyakran erre specializálódó fizikus végzi, főleg az elektromérnököt.
- *Informatikusok* általában külön csoportokban fejlesztenek szofvert, a fizikusok által közvetlenül használt programokat erre specializálódó fizikusok írják. A KFKI gridállomását 3 fizikus hozta létre és most 2 másik fizikus fejleszti és üzemelteti (2 informatikus diák segítségével). Az ATOMKI új grid-állomását fizikus tervezi és építi.
- *Matematikusok* nemigen fordulnak elő nálunk.



# Mikrorészek: Neutrínók

- **(3) Neutrínó és antineutrínó különbsége**  
Egyedül a partner. Neutrínó párja negatív lepton, antineutrínóé pozitív antilepton. Ezért nem kizárt, hogy a neutrínó és antineutrínó azonosak (Majorana-részecske).
- **(5) A neutrínó oszcillál, más miért nem?**  
A részecskeállapotok keveredhetnek (meg is teszik), ha azt megmaradási törvény nem tiltja. Az oszcilláció nagyon kis tömegkülönbségű állapotok keveredésétől lép fel (nagyobb tömegkülönbségnél azt az energiamegmaradás tiltja), és először a hosszú- és rövid-élettartamú semleges kaonoknál figyelték meg.



# Mikrorészek: Antianyag

- **(4) Negatív tömeg, antitömeg**

Az antirészecske tömege is pozitív. A Dirac-egyenlet az antirészecskét negatív energiájú (tömegű) részecskeként kezeli, de az csak matematikai kép. Hasonló, ahogyan a Feynman-diagramokban az antirészecske téridőben ellenkező irányban haladó részecske.

- **(7-8) Az antianyag definíciója, mennyisége?**

Antiprotonokból és antineutronokból álló atommag pozitronokkal. Nem létezik, eddig csak antihidrogén-atomokat sikerült előállítani elektromágneses csapdában, antiprotonok és pozitronok egyesítésével..



# Mikrorészek: Kvarkmodell

- **Vannak-e többszörös kvarkrendszerek?**  
Ilyet még nem sikerült megfigyelni, pedig a létezésük nem kizárt: lehetnének dibarionok (6 kvark) illetve pentakvarkok (4 kvark + 1 antikvark).



# Mikrorészek: Szimmetriák, Higgs-bozon

- **(10) Miért szimmetria, ha sérül?**

Egyszerűbb az egyenlet szimmetrikus esetben, a sérülést utólag rátelepítve.

- **(13) Milyen elméletek vannak, ha nem találják meg a Higgs-bozont?**

Addig keressük, amíg megtaláljuk, vagy kimutatjuk, hogy bizonyos valószínűséggel nem létezik.

Ha nem létezik, nagy a baj. Vannak Higgs-mentes modellkísérletek, de nem hiszünk bennük a Standard modell sikere miatt. Ki kell gondolni másik mechanizmust az elektromgyenge szimmetria sértésére, hogy létrejöjjenek a tömegek, és be kell vezetni egy bozont zérus kvantumszámokkal a divergenciák eltávolítására. Ez utóbbit persze akár Higgs-bozonnak is hívhatnánk, de mások lesznek a tulajdonságai és hatása, ezért másképpen kell keresnünk.



# Mikrorészek: (11) Kvantum-teleportálás

Információ átvitele kvantumrendszerek között. Nem visz át anyagot és nem visz át információt fénysebességnél gyorsabban. Egymáshoz csatolt kvantumrendszerek bitjeit lehet távollevő pontok között kicserélni. Eddig 16 km-en sikerült megtenni (Kína, 2010 május).





# Mikrorészek: Lokális szimmetria

Elektromágneses mértékszimmetria: tetsz.  $V = 0$

Globális szimmetria  $\Rightarrow$  megmaradó töltés

Lokális, ha  $V = 0$  helyfüggő  $\Rightarrow A(x)$  mértéktér visszaállítja a globálist, töltés továbbra is megmarad.

Ha  $A(x)$  folytonos, sima függvény, visszahozható az eredeti mozgásegyenlet *kovariáns deriválás* bevezetésével.

Megfelel a Maxwell-egyenlet általános impulzusának:

$$\underline{p} \rightarrow \underline{p} + e\underline{A}$$

Kvantumelmélet: impulzus  $\Rightarrow$  deriválás

- Elektromágneses kh.: töltés mozgása, 1-komponensű mértékszimmetria
- Gyenge kh.: dublettek, 2-komp.,  $2 \times 2$  mátrixok csoportja
- Erős kh.: színtriplettek, 3-komp.,  $3 \times 3$  mátrixok csoportja



# OPERA detektor technikailag

Oscillation Project with Emulsion-  
Tracking Apparatus

150000 Pb+emulzió téglá,  
köztük szcintik triggernek

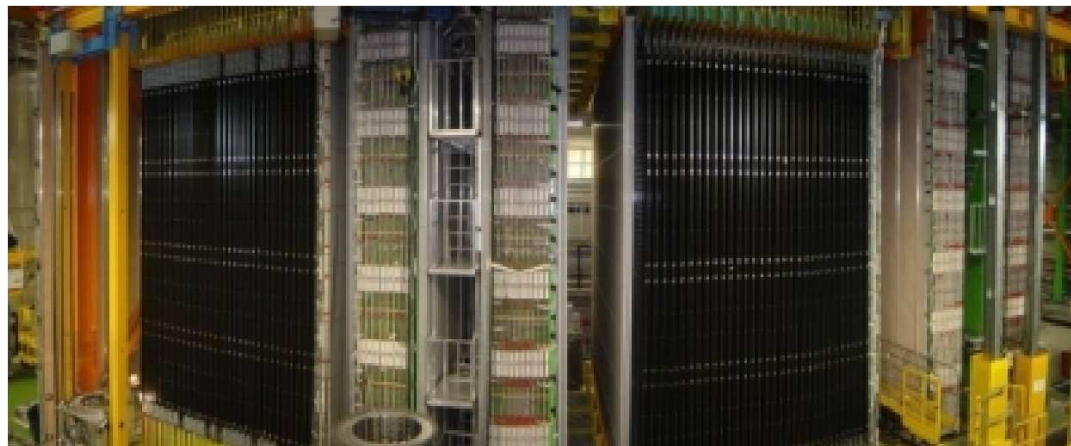
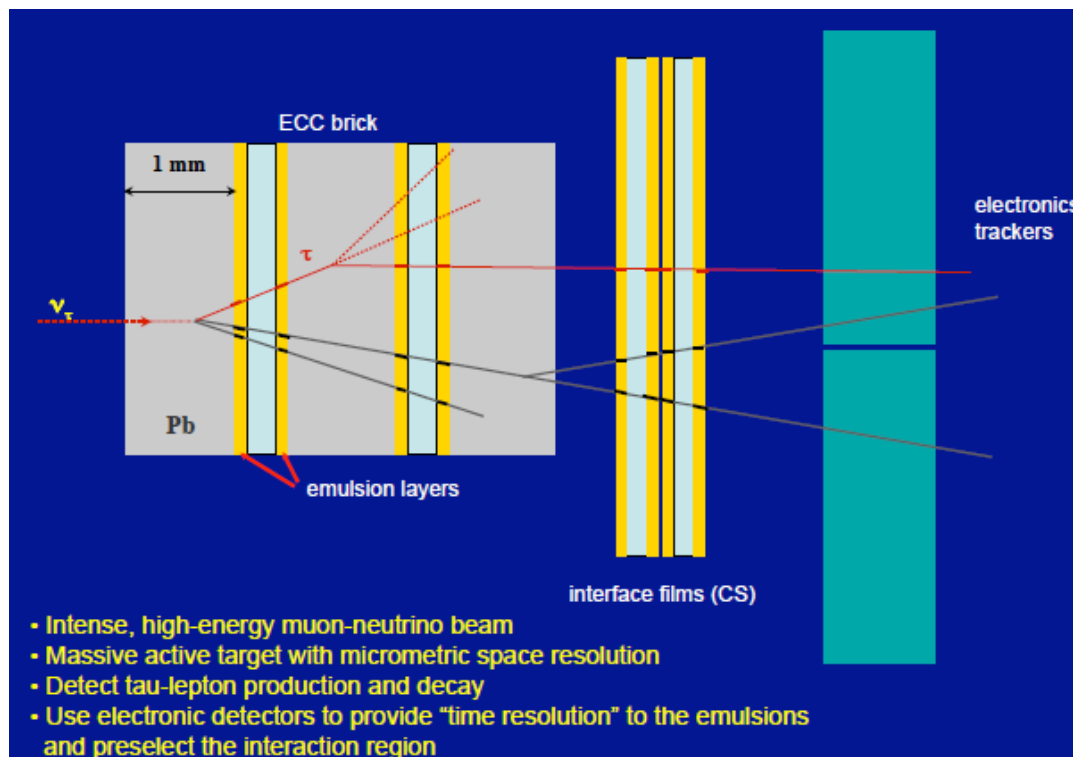
Tégla: 57 AgBr film, 56 Pb-lemez

Mágneses spektrométerek,  
kamrák

Előhívás: Ankara, Bari, Bern,  
Bologna, Dubna, Nápoly, Padova,  
Salerno, Tokió

FUJI FILM újraprocesszál

<http://operaweb.lngs.infn.it/>



# Luminozitás jelentése

$\sigma$  hatáskeresztmetszetű reakció gyakorisága  
tárológyűrűben:  $R = \sigma L$

$$[\sigma] = \text{barn, pb}; [L] = 1/\text{barn, pb}^{-1}$$

Luminozitás:  $L = f n \frac{N_1 N_2}{A}$   $[L] = \text{s}^{-1} \text{cm}^{-2}$  ( $\sim$  fluxus)

$f$ : körfrekvencia;  $n$ : nyalábcsomagok száma

$N_1, N_2$ : részecskeszám/csomag

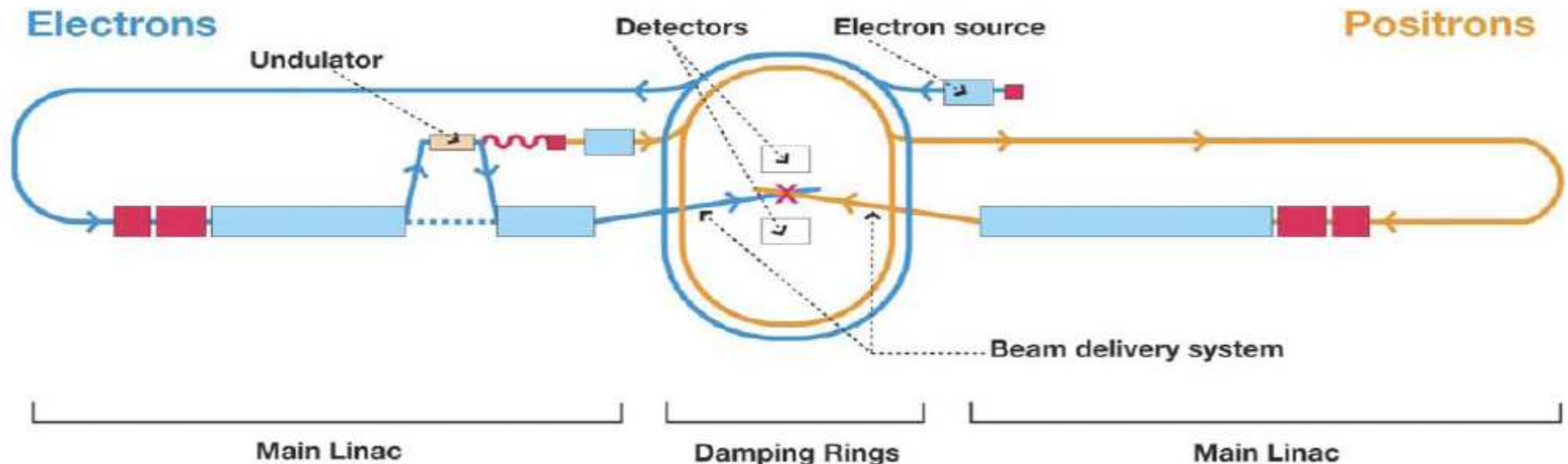
$A$ : nyalábok átfedése ( $\text{cm}^2$ )

Integrális luminozitás:  $\int_{t_1}^{t_2} L dt$ ;  $[\text{pb}^{-1}, \text{fb}^{-1}]$



# Új gyorsító

ILC: International Linear Collider: elektron-positron ütköztető  
p+p: nagy energia, körpályás gyorsító, sokféle ütközési energia, nagy felfedezési potenciál.  
e+e-: nagy pontosság, precíz mérések, nehéz előállítani.



2x250 GeV, 30 km, 3 G EUR + 7000 ember-év,  
150 GeV-es elektronnyaláb készít pozitront

Csiki-csuki: két detektort tologat ki-be, másik árnyékolva



