

## **Kérdések, 2014**

### **Általános**

1. Az itteni kutatási eredményei eljuthatnak-e katonai felhasználáshoz?
2. Egy mostani fizikus egyetemista milyen módon juthat most ide ki?
3. Szeretnénk magyar nyelven hozzájutni olyan információkhoz, melyet a iskolás gyerekeknek lehetne adni. Tudtunkkal már volt, aki lefordította. Nem adható ez ki?
4. Tudjuk , hogy a CERN sokat fordít oktatásra, bevetve a modern eszközöket. Terveznek-e olyan projektet, amely középiskolásokat tudna fogadni videokonferencia-szerűen.
5. Terveznek-e egyéb tanárok (informatika) látogatási lehetőségeit?
6. Az ötvenes évek óta születtek újabb olyan ötletek a fizikusok között, hogy mit lehetné még megkeresni, mérni, stb. (mert a CERN ötlete ugye akkor született?)
7. Vannak-e olyan véletlen felfedezések, mint pl a C-vitamin felfedezése kapcsán a paprika szerepe.
8. Egy kísérlet esetén hogyan dől el, hogy mikor és mit publikálnak, ki írja a cikket?
9. Mivel lehet meggyőzni a döntéshozókat, hogy pénzt adjanak kísérletekre?
10. Oktatási projekt tervezése esetén videóinterjút hogyan és kitől kell kérni?
11. Voltak-e sikertelen kísérletek a CERN-ben?
12. Számunkra fizikatanároknak nagyszerű lehetőség a CERN kutatási programjába és eredményeibe betekinteni. Miért fontos ez a CERN-nek?
13. Az atomenergia felhasználása véges, milyen lehetőséget látnak az energiatermelésre?
14. Készül-e újabb űrkutatási projekt?

### **Adatfeldolgozás (K. Attila)**

1. Hallhatnánk részletesebben arról, hogy amikor vannak mérési adatok, amelyeket

különböző helyeken dolgoznak fel, hányféle fázisban dolgozzák fel, mire grafikus végeredmény látható?

2. Röviden hogy adható meg a statisztikai hiba? Röviden hogy adható meg a mérési hiba? E két mennyiség hogy befolyásolja a mérések leállítását?

3. Az LHC újbóli elindulásáig sikerül-e az összes adat feldolgozása? Ha nem, mi lesz a prioritás az új adatokkal szemben?

4. Az első lépcsős hardver triggerek kiszűrhetik a teljesen váratlan, ismeretlen eseményeket. Van-e esteleg rövid ideig példa arra, hogy ezt „kisebb” szűrésre kapcsolják?

5. Milyen tapasztalatuk van a Wigner Adatközpont működésével kapcsolatban?

## **Detektorok (V. Dezső)**

1. Ha 1 méter az átmérője a PET készüléknek és másfél nanosec alatt 10 jelet érzékel a detektor, akkor hogyan pároztatják ezeket össze? (mert akkor tudnák megmondani, honnan indult ki)

Az ennyire bonyolult események egyszerűen eldobásra kerülnek - tehát ha a 10 jelből lehetséges  $10 \times 9 / 2 = 45$  párosításból ha nem lehet egyértelműen kiválasztani az egyetlen „jót”, akkor el kell dobni az eseményt - a bizonytalan események homályossá (kevésbé kontrasztossá) teszik a képet, ezért csak rontanak. Ha az értelmes időablakon belül (ami épp azért 2-3 néhány ns, mert 1m-t ennyi idő alatt tesz meg a fény) már 3-4 jel érkezik, általában akkor sem bogozható ki az esemény.

Fontos apróság hogy „jel”-ből csak azokat tekintik, ami 511keV-hez közeli mért energiával rendelkezik, ami tisztíthatja a képet.

2. Az LHC detektorai 10 évvel ezelőtti technológiával építették? Került-e bele 10 éven belüli technológia most a felújítás során?

Igen - pontosabban, olyan technológia, ami 10 évvel ezelőtt még erősen

kidolgozatlan volt, az azóta kifejlődött annyira hogy bekerülhetett. Az ilyen technológiákra leginkább a vezérlési rendszerek példák, ami nem látványos, de a működtetőknek nagy különbséget jelent.

3. A triggerek hogyan válogatják ki az érdekes eseményeket? Jó-e analógiaként a trigger módszerére az aranymosás példája a diákoknak? (sűrűség és csillogás alapján)

Igen az aranymosás jó analógia. Ott is egy fizikai folyamatot hívunk segítségül (nagy sűrűség), hogy kiválasszuk az érdekes szemcséket, és egy „fizikusi” feladat a legjobb módszer (megfelelő mozdulatokkal lötyögtetett víz a megfelelő alakú tálban...) kidolgozása. Trigger mindig valami mennyiség (illetve ezek bonyolult kombinációja) alapján kell válogasson: fizikus feladata kiválasztani hogy mi a legjobb kombináció. Pl két részecskezápör plusz két müon, nagy összenergiával, etc...)

4. Jó-e analógiának a dinoszaurusz mint részecske? Csak nyomokat találunk, és ebből tudjuk azonosítani?

Igen inspiratív ez az analógia: vmi amit sosem láttunk (nem is láthattunk volna) nyomot hagy, és ki kell találnunk róla minél többet. Egyes adatok könnyebben megkaphatók (pl hány kilós lehetett, nyom mérete alapján), mások nehezebben (pl húsevő volt-e).

5. A félvezető plexi szcintillátorok színe befolyásol-e valamit?

Technikai szempontból van hogy jobb egyik vagy másik. A legtöbb szcintillátor kék, mert ott a legjobb a fénydetektálás (fotoelektronsokszorozó) hatásfoka. Kékből viszont lehet zöldet csinálni, zöldből pirosat - ezek a konvertálások visszafelé nem mennek.

6. Hogyan hűtik le a folyékony He-ot 0,6 K-re?

Legegyszerűbb forralással / párologtatással: a légköri nyomáson 4K-es He kis nyomáson kisebb hőmérsékleten forr. Több lépésben le lehet menni 0.1K alá, az alatt már ravaszabb (paramágneses hűtés) módszerek kellene.

7. Miért nem működik a ködkamra denaturált szesszel? (Miért csak izopropil alkohol a jó?)

A lecsapódás „kondenzációs centrumokon” történik. Minden szennyezés könnyíti a kicsapódást (pl füstös, poros levegőben gyorsabban indul a felhőképződés). A denaturált szesz épp szennyezettsége miatt nem igazán jó. Másik fontos szempont: a túltelített állapotot akkor könnyű fenntartani, ha kicsi a forráshő. Izopropil alkoholnál ez jóval kisebb mint etilalkoholnál vagy víznél. Asztali demonstrációs eszköznél az is szempont hogy a harmatpont kényelmes értékű legyen.

8. Egy detektor méretének a növelésével javítható-e a mérések pontossága és hatékonysága?

Általában igen. Az optimális detektor úgy épül, hogy feltesszük a kérdést: adott pénzből mi a legjobban megépíthető detektor? A nagy detektor általában sok pénzbe kerül. Ha a méret növelése nem jár a detektorelemek számának növelésével, akkor olyan problémákkal kell megküzdeni, mint a részecskék ütközbeni kölcsönhatásai vagy bomlása, ami nehezíti az esemény rekonstrukcióját.

9. Vannak-e magyar fejlesztések az ALICE-ban, ha igen melyek ezek?

A legfontosabb az ALICE adattovábbítója: egy nagy teljesítményű, sok ezer optikai szálon futó, DDL nevű (Digital Data Link) rendszer.

## **Gyorsítók (V. Dezső)**

1. Milyen tervek vannak a CERN fejlesztésére, újabb kör vagy detektor építésére?

Tervek (álmok?) mindig vannak, érdekes felvetés egy egész Genf-et körülölelő (igen részben a Genfi tó alatt futó) 100km kerületű gyűrű. A realitás az, hogy az elektron–pozitron ütköztetésre való ILC megépül kb 20 év múlva, és akkor kiderül mi lesz hosszabb távon. Fizikusként nehéz megélni azt hogy ilyen hosszú távon nem világos a jövő.

2. Terveznek-e valamilyen kölcsönös kapcsolatot a Szegeden készülő szuperlézerrel?

Igen, a CERN foglalkozik lézeres részecskegyorsítással: lézerrel egy plazmának adnak energiát, ami részecskéket gyorsíthat. Sok egyéb kapcsolat is van, pl lézer - plazma kölcsönhatás, ami a gyorsító cső belsejében releváns.

3. Varga Dezső előadásában a kozmikus részecskék dián lévő grafikonon hol helyezkedik el az az energia, ami ahhoz kell, hogy leégjünk?

Nagyon az elején, jóval balra a kezdőponttól (logaritmikus az ábra). A látható fény tipikusan 2eV energiás, az UV kb 3-4 eV. A tipikus kozmikus részecske energiája GeV, azaz 9 nagyságrenddel (milliárdszoros) feljebb.

4. Hogy helyezik üzembe az LHC nyalábját?

Sok lépéses, több hetes, akár hónapos feladat. Először üzembe kell helyezni mindent, ami előtte van (proton forrás, lineáris gyorsító, booster, PS, SPS, transzfer az LHC-ba). Utána megnézik, hogy egyetlen, kevés részecskét tartalmazó nyaláb egyszer körbefut-e. Aztán többször (pár 100-szor), aztán hogy stabilan tartható-e körpályán. Következő lépés a gyorsítás, az SPS 450 GeV-jéről 3-5 TeV-re. És ha ez is sikeres, akkor jön az ütköztetés: a hajszálvékonyra fókuszált nyalábokat átfedésbe hozzák.

5. Ha az elméletben kiderül, hogy részecskék vannak nagyságrendekkel nagyobb energián, akkor tervezik-e egy nagyobb gyorsító építését? Elképzelhető-e, hogy a tervezett lineáris gyorsító (Japán vagy Kína) elérhet-e a mainál nagyobb energiákat?

Az elméletek sajnos mindig bizonytalanok. A Higgs, mielőtt felfedezték, lehetett bárhol 115 és 200 GeV között, tíz éve pedig csak annyit tudtunk hogy 110 GeV fölött van. Nagyon sok elmélet jósol nagyon sok részecskét, de akkora bizonytalansággal, hogy emiatt nem tudnak tervezni gyorsítót. Az ILC lehet hogy fog új részecskéket találni, de valószínűbb hogy az LHC megtalálja ezeket, az ILC-ben pedig precíziósan kimérik.

6. Mi történne, ha egy gyorsítóba gömbvillám jutna?

Mindenki boldog lenne - annyival is többet tudnánk a természetről, hiszen most nem igazán tudjuk mitől alakulnak ki, és kicsodák, a gömbvillámok. Ha időjárási jelenség kapcsán, akkor a 100m mélység jó szigetelést ad. Alapvetően, ha gáz (vagy ionizált gáz, azaz plazma) bekerül a gyorsító vákuumába, azon a részecskék szóródnak, tehát a nyalábot azonnal tönkreteszik.

7. Hogyan nyerik azokat a részecskéket, amelyek a gyorsítóba kerülnek?

Protonok gyorsításánál hidrogént ionizálnak (az már a proton), és elektromos térrel gyorsítják. A hidrogén ionizálása kb úgy zajlik, mint a fénycsövekben. Annyival ravaszabb a dolog, hogy kis térfogatban ionizálnak, mikrohullámmal.

8. A gyorsítási folyamat időfázisai hogyan alakulnak?

A lineáris gyorsító ezredmásodpercekig működik, sokszor (sok milliószor). A booster-ben másodpercekig van tárolva a nyaláb. A PS-ben szintén másodperces hosszúságú a gyorsítás, és onnan az SPS-be kerülnek a csomagok (sok száz alkalommal). Az SPS kb 10 másodpercen át gyorsít, és rögtön küldi a csomagokat az LHC-be. Az SPS-ből néhány 10 alkalommal csatolnak ki nyalábot, amíg az LHC „megtelik”. Innentől az LHC függetlenül működik a többi gyorsítótól, azaz pl az SPS vagy PS használható mérésekre. A „tele” LHC pár percen keresztül gyorsít, majd az állandó energiájú nyalábot 5-15 órán át tartja meg. Ha nagyon lecsökkent a nyaláb intenzitása (mert a kölcsönhatások „elfogyasztották”), akkor a maradékot kivezetik, és a ciklus újraindul. Látható hogy az LHC-t naponta egyszer-kétszer töltik.

9. Mi lesz az LHC sorsa a következő program után? Milyen irányú technikai fejlesztések lesznek?

Sok fejlesztés van tervben, kb 20 évre előre ez jól rögzített. Mostantól 3 évig üzemel majd, aztán kb 2 évre leállítják nagyjavításra - intenzitásnövelő fejlesztésre. Utána kb 5 évig megy majd, és egy (már nem igazán tisztán látott) leállás következik, amikor a kísérletek nagy részét ki kell majd cserélni. Mostantól 20 évig biztos üzemel majd.

## Kozmológia (H. Dezső)

1. Milyen mérésekből tudják a látható anyag, a sötét anyag és a sötét energia arányát? Hogyan állapítják meg, hogy a sötét anyag és a sötét energia éppen annyi %, mint amennyi? Miben különbözik a sötét anyag a sötét energiától? A sötét anyag és energia belefér-e standard-modell kereteibe?
2. Honnan tudjuk, hogy az Ősrobbanás egy pontban volt és nem egy térrészben, aminek van mérete? Ezt az elméletet mindenki elfogadja vagy vannak más, tudományos elméletek?
3. Hogyan értelmezhető a világűr hőmérséklete és hogy érnek el és hogyan mérnek a világegyetemben mért hőmérséklettől alacsonyabb hőmérsékletet?
4. Honnan lehet tudni, hogy a Világegyetem sűrűsége nagyobb a kritikus sűrűségnél?
5. Az Ősrobbanáskor a felfúvódás után lassulva tágult a Világegyetem. Van-e arra magyarázat, hogy most újra gyorsulva tágul?
6. A VE homogén és izotróp tágulásának nem mond-e ellent a lapos VE?

## Nehézion-fizika (V. Gábor)

1. Hol végzik a nehézion-fizikában hallott méréseket?
2. Azt sejtjük, hogy az NA-ban. Annak számozása a mérések számát jelenti?
3. A nehézionoknál ebbe a képletbe  $T_{slope} = T_{fo} \cdot \frac{1}{2} m v_c^2$  próbálgatással kerül bele a mozgási energia?
4. A nehézionokat hogyan lehet kiszakítani az anyagból egy atom méretben?
5. Mi az a tökéletes folyadék (PHENIX kísérletnél)
6. A nehézion-ütközéseknél 2760 GeV a mostani energia. Érdemes-e magasabb energián tovább vizsgálódni? Várható-e további eredmény?
7. Hogyan derült ki, hogy a nehézionok bomlásakor a keletkező részecskepár tagjai kapcsolatban vannak egymással?

## **Orvosi (S. Csaba)**

1. A CERN eredményei hogyan kerülnek át az orvosi alkalmazásba?
2. Van-e olyan technológia, amely várhatóan a mindennapi életben használható lesz? (Pl. orvostudományban, műszaki eszközöknél, ...stb.)
3. Milyen konkrét gyakorlati felhasználása van az itt kifejlesztett mérési módszereknek?

## **Részecskefizika (H. Dezső)**

1. Az elemi részecske, pl. neutrino, hogy haladhat a fénynél gyorsabban az adott közegben?
2. Néhány éve többször hallottunk a húrelméletről. Hogyan egyeztethető össze ez a mai CERN-ben használt modellekkkel? A húrelmélethez hogyan viszonyulnak a CERN fizikusai, és van-e kapcsolódási pontja a standard-modellel?
3. Folytatnak-e elméleti és kísérleti kutatást a kvarkok viselkedéséről a nukleonokon belül?
4. Az LHCb tükörképében áthúzott  $CP$ -nek mi a fizikai tartalma?
5. Az antianyag kísérlet során hány antihidrogént állítottak elő? Hogyan tartják ezeket fogva?  
Meddig tudnak tárolni antianyagot? Az antihidrogén atom mennyire stabil?
6. Jó-e analógiaként a szimmetriára az emberi test? Nagyban szimmetrikus, részleteiben nem.
7. Ha 14 TeV-en ütköztetnek részecskéket, számítanak-e SUSY-részecskékre?
8. Biztosak-e abban, hogy a részecskék nyugalmi tömege időben állandó?
9. Van-e még realitása az egyesített elmélet megalkotásának?
10. A szén és az antiszén fizikai és kémiai tulajdonságai között van-e különbség? (Ha van egyáltalán antiszén).
11. Ha a Higgs bozonnak csak tömege van, akkor van-e az SM-ben anti Higgs



bozon?

(vagy anti graviton?)

12. Az elmélet kitér-e arra, hogy miből következethetünk SUSY részecskék megjelenésére egy kísérletnél?

13. Van-e más - egyszerű eszközökkel elvégezhető - részecskefizikai kísérlet?

14. Mit várnak, miből veszik észre, hogy megtalálták a sötét anyagot?