

5. ábra. A szigma-hiperonok tulajdonságait tükröző redukált amplitúdók.

jellemzi. A különböző vonaltípusok az antikaon más-más  $q$  impulzusának felelnek meg. A növekvő impulzussal a spektrálfüggvény maximuma a nagyobb energia felé tolódik.

A spektrálfüggvény jelentős szélesedést és nemtriviális struktúrát mutat. Észrevehető még az antikaonspektrum puhulása, azaz nem zérus spektrálfüggvény a vákuumbeli energiánál ( $c[m^2 c^2 + q^2]^{1/2}$ -nál) kisebb értékre. Nagyobb sűrűségen ez még inkább kifejezett.

A  $\hat{T}$  közegbeli antikaon–nukleon szórásamplitúdó is lényegesen eltér a  $T$  vákuumbeli amplitúdó viselkedésétől. A kifejtési függvények együtthatói, a redukált amplitúdók mutatják a szórást befolyásoló hiperonrezonanciák közegbeli viselkedését. A 4. és 5. ábrán láthatók a lambda- és szigma-hiperonokat jellemző redukált amplitúdók valós és képzetes részei. A  $\Lambda$  vagy  $\Sigma$  betű után zárójelben következő szám a hiperon tömegét jelzi,  $\text{MeV}/c^2$ -ben.

A redukált amplitúdók az energia ( $w_0$ ) függvényében vannak ábrázolva,  $w = 0$  és  $w = 0,4 \text{ GeV}/c$  impulzusra. A folytonos vonalak a  $w = 0$  panelekben mutatják a vákuumbeli amplitúdót, amely a szabad hiperonrezonancia alakjának felel meg. A  $\Lambda(1115)$  és a  $\Sigma(1195)$  vákuumban nagyon keskenyek, így az amplitúdó képzetes része nagyon hegyes függvény, amelyet egy vonal jelez.

A nukleáris közeg hatását a hiperonrezonanciákra legjobban a 4. és 5. ábrán látható redukált amplitúdók képzetes része illusztrálja. A  $w = 0$  panelekben a rezonanciagörbék maximuma mutatja a közegbeli tömeget, a görbék szélessége pedig az impulzusfüggő energiabizonytalanságot (élettartamot), azaz a részecske spektrálfüggvénye jellemzésének tekinthetjük az említett görbét.

A vákuumbeli görbékkel történő összehasonlítás a hiperonok közegbeli szélesedését és alacsonyabb energia felé tolódását mutatja (kivéve a  $\Sigma(1690)$ -et), ami az antikaonok szélesedésének és puhulásának (energia-csökkenésének) a következménye.

Hasonlóan markáns közegbeli változásokra utal a pion- és a nukleonrezonanciák vizsgálata [4]. Általános következtetésként elmondható, hogy a könnyű mezonok a maganyagban jelentős szélességre tesznek szert, ami megkérdőjelezi a kvázirészecske-közelítés alkalmazását. A barionrezonanciák is kiszélesednek, néhány esetben ez a maganyagban a feloszlásukhoz vezet.

#### Irodalom

1. M.F.M. LUTZ, E.E. KOLOMEITSEV – Nucl. Phys. A 700 (2002) 193
2. U.W. HEINZ – Nucl. Phys. A 721 (2003) 30
3. M.F.M. LUTZ, C.L. KORPA – Nucl. Phys. A 700 (2002) 309; C.L. KORPA, M.F.M. LUTZ – Heavy Ion Phys. 17 (2003) 341
4. C.L. KORPA, M.F.M. LUTZ – nucl-th/0306063

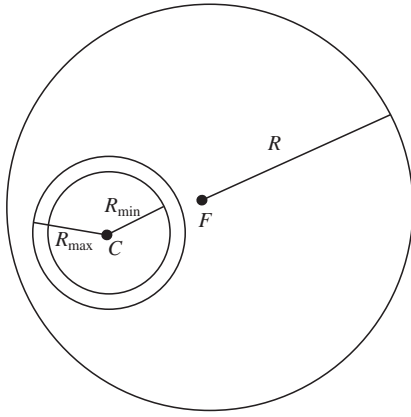
## TECHNIKAI CIVILIZÁCIÓK KAPCSOLATAINAK VALÓSZÍNŰSÉGI KORLÁTJAI

Bölcsföldi József  
Gábor Dénes Főiskola, Budapest

A Világegyetem általunk ismert részének mintegy 4%-át alkotja a technikai civilizáció létrejöttéhez szükséges bariónos anyag (Németh Judit – Fizikai Szemle, 2004/1). Tekintve továbbá, hogy az eddig megvizsgált csillagok mintegy 6%-nál találtunk exobolygókat, egy naprendszernek nem minden bolygóján létezik civilizáció, és egy adott technikai civilizáció élettartama rövidebb, mint az anyabolygóé, a technikai civilizáció pusztá létének valószínűsége  $10^{-4}$  alatti értéknek tűnik. Jelen dolgozat a lehetséges technikai civilizációk kapcsolatainak vizsgálatával foglalkozik.

### A technikai civilizáció életjel-gömbhéja

Valamely technikai civilizáció élete folyamán rádiókészülékeket, radarberendezéseket, mikrohullámú eszközöket stb. használva akaratlanul is életjeleket sugároz a világűrbe. A civilizáció kipusztulásával ezek a sugárforrások megszűnnek. Így a technikai civilizáció egy életjel-gömbhéjat hagy maga után, mely fénysebességgel távolodik a kibocsátás helyétől, eközben vastagsága állandó (ábra).



Ábra. A  $C$ , korábban létezett technikai civilizáció életjel-gömbhéja.  $F$  a Föld,  $R$  a viláágűr általunk ismert részének sugara,  $R = 15 \cdot 10^9$  fényév,  $R_{\max}$  illetve  $R_{\min}$  a  $C$  technikai civilizáció életjel-gömbhéjának maximális, illetve minimális sugara.

## Az egyirányú kapcsolat valószínűsége

Legyenek  $A$  és  $B$  tetszőleges technikai civilizációk a Világegyetem általunk ismert részében. A  $B$  technikai civilizáció akkor veheti az  $A$  technikai civilizáció adását, ha éppen akkor él, amikor benne van  $A$  életjel-gömbhéjában. Annak valószínűsége, hogy a  $B$  technikai civilizáció éppen az  $A$  civilizáció életjel-gömbhéjában él, azaz venni tudja  $A$  adását, a geometriai valószínűség ismert törvényei alapján

$$p < \frac{V_{\text{gömbhéj}}}{V_{\text{viláágűr}}}, \quad (1)$$

ahol  $V_{\text{viláágűr}}$  az Univerzum általunk ismert részének térfogatát jelenti.  $V_{\text{viláágűr}}$  elvileg – a geometriai valószínűség definíciója alapján – a teljes Világegyetem térfogatát jelentené, de a Világegyetem általunk nem ismert részére nem tehetünk kijelentéseket. Az (1) kifejezés felső korlát voltát egyrészt az indokolja, hogy a technikai civilizáció csillaghoz kötött, viszont az életjel-gömbhéjnek nincs minden pontjában csillag, másrészt nem biztos, hogy a  $B$  civilizáció éppen akkor él, amikor az  $A$  civilizáció életjel-gömbhéjában van, lehet, hogy már holtan kerül bele.

$$V_{\text{gömbhéj}} = 4\pi \frac{R_{\max}^3}{3} - 4\pi \frac{R_{\min}^3}{3}, \text{ illetve } V_{\text{viláágűr}} = 4\pi \frac{R^3}{3}$$

alapján

$$p < \frac{R_{\max}^3 - R_{\min}^3}{R^3}, \quad (2a)$$

ahol  $R_{\max}$ , illetve  $R_{\min}$  az  $A$  civilizáció életjel-gömbhéjának maximális, illetve minimális sugara,  $R$  a Viláágűr általunk ismert részének sugara, azaz  $R = 15 \cdot 10^9$  fényév.

Például  $R_{\max} = 9 \cdot 10^6$  fényév,  $R_{\min} = 4 \cdot 10^6$  fényév esetén annak valószínűsége, hogy  $B$  civilizáció veszi  $A$  civilizáció adását (2a) szerint  $p < 1,97 \cdot 10^{-10}$ . Ennek alapján elképzelhetjük, hogy milyen nagy esemény lenne a Földön, ha venni tudnánk egy korábban létezett technikai civilizáció elektromágneses jeleit.

Mivel  $R_{\max} = cT_{\max}$ ,  $R_{\min} = cT_{\min}$  és  $R = cT$ , ahol  $T$  az űsrobbanástól,  $T_{\max}$  illetve  $T_{\min}$  az  $A$  technikai civilizáció megszületésétől, illetve kipusztulásától eltelt idő,  $c$  a fénysebesség, az egyirányú kapcsolat valószínűségét a

$$p < \frac{T_{\max}^3 - T_{\min}^3}{T^3} \quad (2b)$$

összefüggés alapján is megkaphatjuk.

## Két technikai civilizáció interaktív kapcsolatának (párbeszédének) valószínűsége

Annak a feltétele, hogy párbeszéd létrejöhessen, egyfelől az, hogy mindkét civilizáció létezzen, azaz életjel-gömbhéjuk minimális sugara nulla legyen ( $R_{\min 1} = R_{\min 2} = 0$ ), másfelől pedig, hogy hosszú életűek és közeli – gyakorlatilag azonos galaxisbeliek – legyenek. Tétélezzük fel ezeket. Ekkor  $R$  annak a galaxisnak a sugarát jelenti, amelyre a vizsgálatot éppen végezzük, és az  $R_{\max 1} < 2R$ ,  $R_{\max 2} < 2R$  feltételekkel korlátozódunk a vizsgált galaxisra.

Legyen annak valószínűsége, hogy  $A$  adását  $B$  veszi,  $p_1$ . Hasonlóképpen annak valószínűsége, hogy  $B$  adását  $A$  veszi, legyen  $p_2$ . Mivel ezek a valószínűségek egymástól függetlenek, a párbeszéd valószínűsége

$$p = p_1 p_2. \quad (3)$$

Így két tetszőleges, de azonos galaxisbeli technikai civilizáció közötti párbeszéd valószínűségére (2a) és (3) alapján a

$$p < \frac{k R_{\max 1}^3 R_{\max 2}^3}{R^6} \quad (4a)$$

összefüggés adódik, ahol  $k = 1/64$ ,  $R_{\max 1}$ , illetve  $R_{\max 2}$  az  $A$ , illetve  $B$  civilizáció életjel-gömbhéjának (gömbjének) maximális sugara,  $R$  a vizsgált galaxis sugara, valamint  $R_{\max 1} < 2R$ ,  $R_{\max 2} < 2R$ .

Tekintve, hogy  $R_{\max 1} = cT_1$ ,  $R_{\max 2} = cT_2$ ,  $R = cT$ , ahol  $T_1$  az  $A$ ,  $T_2$  a  $B$  létező civilizációk életkora,  $T$  az az idő, amely alatt a fény a vizsgált galaxis sugarát befutja,  $c$  pedig a fénysebesség, az  $A$  és  $B$  civilizációk párbeszédének valószínűségét

$$p < \frac{k T_1^3 T_2^3}{T^6} \quad (4b)$$

révén is kifejezhetjük. Itt  $k = 1/64$  és  $T_1 < 2T$ ,  $T_2 < 2T$  feltételekkel korlátozódunk a vizsgált galaxisra. Például, ha  $T_1 = 10^4$  év,  $T_2 = 2 \cdot 10^4$  év és  $T = 10^5$  év, akkor (4b) szerint a párbeszéd valószínűségére  $p < 1,25 \cdot 10^{-7}$  korlát adódik.

Logikailag az emberiség a) első, b) köztes, c) utolsó, illetve d) egyedüli lehet a lehetséges technikai civilizációk közül. Az a) és d) esetben a vételnek, a c) és d) esetben az adásnak semmi gyakorlati jelentősége sincs. Azonban b) és c) esetben a folyamatos vételnek, a) és b) esetben a folyamatos adásnak nagy jelentősége van.

S mivel nem tudjuk, hogy az emberiségre nézve melyik eset áll fenn, folyamatos adásra és folyamatos vételre célszerű berendezkednünk.

Mindez azt is jelenti egyfelől, hogy a földi emberi intelligencia és technikai civilizáció felértékelődik, mert lehetséges, hogy egyedüli a Világmindenségben. Másfelől a valószínűségi felső korlátok kicsiny volta nemes és rendkívül izgalmas feladattá teszi az exocivilizációk kutatását.

Irodalom:

ALMÁR IVÁN: *A SETI szépsége. Kutatás Földön kívüli civilizációk után* – Vince Kiadó, Budapest, 1999

STEPHEN HAWKING: *Az idő rövid története* – Talentum, Budapest, 1998

STEPHEN HAWKING: *A világegyetem dióhéjban* – Akkord Kiadó, Budapest, 2002

SOLT GYÖRGY: *Valószínűségi számítás*, 10. kiadás – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999

NÉMETH JUDIT: *Mi az a sötét energia?* – Fizikai Szemle, 2004/1

## A GÖMBVILLÁM KELETKEZÉSÉNEK, LEFOLYÁSÁNAK ÉS ELTŰNÉSÉNEK MEGFIGYELÉSE

A jelenség egy teljesen új, fenomenologikus leírása

Tar Domokos

Eidgenössische Technische Hochschule,  
Zürich, Svájc

*Az irodalomban keresik azt a szemtanút, aki nemcsak látott gömbvillámot, hanem fizikus is. A szerző, aki fizikus, pontosan és részleteiben megfigyelte 1954-ben a Margitszigeten egy gömbvillám keletkezését, a jelenség lefolyását és eltűnését. Azóta se felejtette el ezt a különös, gyönyörű és egyúttal félelmetes tüneményt. A szerző, amíg aktívan dolgozott, nem ért rá a megfigyeltek értelmezésével foglalkozni. Nyugdíjazása után azonban közel egy éves szakirodalmi búvárkodással áttanulmányozta a téma legfontosabb közleményeit, aminek során kiderültek a mai gömbvillám-modellek biányosságai. A megfigyelés mozaikdarabjait összerakva sikerült egy új elméletet fölláttatni, amely teljesen megfelel a megfigyeléseknek. E cikkben ezen új elmélet kerül bemutatásra, és egy új elnevezést is javasolunk a „gömbvillámnak” a „villámgómbtól” való megkülönböztetésére.*

### A szemtanú megfigyelése

1954-ben a budapesti Eötvös Egyetem másodéves fizikus-hallgatója voltam, a negyedik félévet végeztem. Egy meleg nyári délelőtt a Margit-szigeten haladtam az uszoda irányába. A sziget, amely a Duna két ága között helyezkedik el, egy természetes, gyepes terület, kevés fával, körülbelül 120 m tengerföldről magasságban. Az eget már sötét felhők borították, a hőmérséklet 25–27 °C volt. Vihar közeledett, és a távolban már több villám is lecsapott. Erős szél kerekedett esővel. A front gyorsan közeledett felém. A közelben semmilyen menedékhely sem volt. Elhatároztam, hogy gyorsan elérem az uszoda bejáratát, még mielőtt egy villám esetleg agyoncsapna. Nem

A *Physica Infiltrans* című Magyar-Osztrák Fizikus Vándorgyűlésen, Szombathelyen, 2004. augusztus 24-én elhangzott előadás szerkesztett változata. Abstracts ed. *A. Horváth*, p. 11, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Budapest, 2004. A kézirat közjegyző által hitelesítve 2004. március 18-án, Stäfa, Svájc. A szerző címei: CH-8712 Stäfa, Eichlenstrasse 16, Svájc, e-mail: d.tar@bluewin.ch, telefon: +41 44-796-17-63.

szaladtam, mert gondoltam, hogy az veszélyes lenne. A levegő nedvességtartalma az eső miatt közel 100% volt.

Hirtelen éppen előttem, körülbelül 50 m távolságra egy borzalmasan erős villám csapott a fűbe. Azóta sem hallottam ilyen hatalmas dörrenést. A villámcsatornát láttam anélkül, hogy a fejem elfordítottam volna. Ezért a jelenség minden részletét azonnal meg tudtam figyelni. A csatorna átmérője körülbelül 25–30 cm és nagyon fényes volt. Egyenes vonalban ütött le a fűbe. A magassága több mint 7 m volt. A villám fénye megvilágított egy bokrot körülbelül 2–3 kis fával a közepén, ami körülbelül 2,5 m távolságra volt a becsapódási ponttól (1. ábra). A bokor körülbelül 2 m magas volt.

Azonnal egy nagyon erős forgószél keletkezett. A szél erősen meghajlította a bokrot tölem jobbra (2. ábra). A villám eltűnése után aránylag sötét lett a vastag felhők és a sötét épület miatt a háttérben. Még mindig láttam az erős szélről meghajlított bokrot, és a faleveleket, fűvet és a port örvényleni a levegőben. Közel 2 másodperc sötétség után (3. ábra) egy szép fényes gömb jelent meg körülbelül 1,2 m magasságban a föld felett. Az átmérője 25–35 cm volt. A megjelenési hely pontosan akkora távolságra volt a becsapódási ponttól, mint a bokor ugyanattól, de az ellenkező irányban (1. ábra). A gömb nagyon fényes volt, mint egy kis Nap. Volt egy vagy két „tolla”, amiből meg lehetett állapítani, hogy a gömb az óramutatóval ellenkező irányban forgott a megfigyelőhöz képest, ahol a becsapódási pont jobb felől volt. A forgási tenge-

1. ábra. A gömbvillám pályája fölülről nézve

