

Irodalom

1. Egri Á., Horváth G., Horváth Á., Kriska Gy.: Beégethetik-e nap-sütésben a leveleket a rájuk tapadt vízcseppek? Egy tévhitkel terhes biooptikai probléma tisztázása. I. rész: Napfény forgáshozmetrikus vízcseppek általi fókuszlálásának számítógépes vizsgálata. *Fizikai Szemle* 60 (2010) 1–10.
2. Á. Egri, Á. Horváth, G. Kriska, G. Horváth: Optics of sunlit water drops on leaves: Conditions under which sunburn is possible. *New Phytologist* 185 (2010) 979–987. és a címlap.
3. G. E. Fogg: Quantitative studies on the wetting of leaves by water. *Proceedings of the Royal Society of London B* 134 (1947) 503–522.
4. P. J. Holloway: The effects of superficial wax on leaf wettability. *Annals of Applied Biology* 63 (1969) 145–153.
5. J. T. Martin, B. E. Juniper: *The Cuticles of Plants*. St. Martin's Press, New York, 1970.
6. B. E. Juniper, C. E. Jeffree: *Plant Surfaces*. Arnold, London, 1983.
7. Y-T. Cheng, D. E. Rodak: Is the lotus leaf superhydrophobic? *Applied Physics Letters* 86 (2005) 144101.
8. P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré: *Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves*. Springer-Verlag, Heidelberg–Berlin–New York 2004.
9. B., Haines, M. Stefani, F. Hendrix: Acid rain: threshold of leaf damage in eight plant species from a southern Appalachian forest succession. *Water, Air, and Soil Pollution* 14 (1980) 403–407.
10. B. L. Haines, J. A. Jernstedt, H. S. Neufeld: Direct foliar effects of simulated acid rain II. Leaf surface characteristics. *The New Phytologist* 99 (1985) 407–416.
11. B. Appleton, V. Greene, A. Smith, S. French, B. Kane, L. Fox, A. Downing, T. Gilland: Trees and shrubs that tolerate saline soils

and salt spray drift. *Trees for Problem Landscape Sites* – Virginia State University, Publication 430-031 (2002)

12. L. Boize, C. Gudin, G. Purdue: The influence of leaf surface roughness on the spreading of oil spray drops. *Annals of Applied Biology* 84 (1976) 205–211.
13. C. A. Brewer, W. K. Smith, T. C. Vogelmann: Functional interaction between leaf trichomes, leaf wettability and the optical properties of water droplets. *Plant, Cell and Environment* 14 (1991) 955–962.

HIBAIGAZÍTÁS

Jelen cikk I. részének [1] 4. oldalán a (8) és (9) képletek hibásan jelentek meg. A helyes képletek:

$$I(\theta) = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} A(\lambda) Q[n(\lambda), \theta] \sin \theta I_{\text{Nap}}(\lambda, \theta) d\lambda, \quad (8)$$

illetve

$$I(\theta) \approx Q(n, \theta) \sin \theta \int_{400 \text{ nm}}^{750 \text{ nm}} A(\lambda) I_{\text{Nap}}(\lambda, \theta) d\lambda \equiv \\ \equiv Q(n, \theta) \sin \theta a(\theta), \quad (9)$$

$$a(\theta) = \int_{400 \text{ nm}}^{750 \text{ nm}} A(\lambda) I_{\text{Nap}}(\lambda, \theta) d\lambda,$$

ahol Q a vízcsepp fénygyűjtőképessége az alatta lévő vízszintes levélfelület egy adott pontjában. Egy vízcseppestes levél $Q(n, \theta)$ -szor nagyobb intenzitást nyel el a fókuszstartományban a cseppmentes esethez képest. E hibáért elnézést kérünk a tisztelt Olvasótól.

EMLÉKEZÉS PAÁL GYÖRGYRE

Paál György (1934–1992), a hazai kozmológiai kutatások úttörője volt. Halálát követően a Fizikai Szemle nem közölt róla nekrológot, bár tevékenysége és annak hatása alapján erre méltó lett volna. Születésének 75. évfordulóján most két egykori munkatársa emlékezik meg róla.

Paál György csillagász és fizikus 75 éve, Szilveszter napján született. Szakmai munkáját az 1950-es évek végén kezdte, galaxishalmazok, majd kvazárok vizsgálatával, olyan időben, amikor a nemzetközi tudományos kapcsolatok kiépítése és ápolása magyar kutató számára még nehézkes volt, a tudományos élet pedig át volt itatva a tekintélytisztelet (mind önkéntes, mind megkövetelt) legváltozatosabb formáival. Ilyen körülmények között a választott téma művelése nem volt könnyű.

Mégis, a fiatal kutató gyorsan rátalált két problémára, amelyek ma is a kutatás tárgyai, mert kielégítő magyarázatuk máig sincs: a galaxishalmazok tömeghiányára és a kvazárok néhány vöröseltolódás táján tapasztalható „sűrűsödésére”. Az elsőről ma úgy gondoljuk, az egzotikus „sötét anyag” lehet a megoldása, ha ma még nem is tudjuk, *mi* is e sötét anyag, és nehezebb is a sötét anyagot egy galaxishalmazban elhelyezni, mint az egész Univerzumban. A második probléma egyrészt megfigyelési tény, másrészt a „józan észnek” látszik ellentmondani, legalábbis egy nem végtelenül öreg Univerzumban; de megfigyelési adatok sokasága

és az általános relativitáselmélet biztosít minket arról, hogy az Univerzum csak 1-2 tucat milliárd éves. Megemlékezésem végső része Paál Györgynek a „sűrűsödés” problémájából kinőtt munkásságával foglalkozik, de előbb néhány más témát is felidézek, már csak az érdekesség kedvéért is.

Magam 1981-ben kerültem munkakapcsolatba Paál Györggyel. Ennek első értékelhető eredménye az 1982-es *Csillagászati évkönyv*ben megjelent cikk volt [1]. A téma ősi: úgy tűnik, mintha valami közvetlen kapcsolat volna a mikrovilág (atomok, parányok, részecskék...) és a megvilág (Világegyetem, galaxishalmazok...) közt, de ennek magyarázata ismeretlen. Mivel e témát szinte csak filozófusok művelték 2500 év óta, senki meg nem akadályozhatta, hogy hozzá ne tegyék: „és az ember középen áll”. Azonban a kérdést nem csak misztikus irányból lehet megközelíteni: a mi konklúziónk az lett, hogy az általános relativitáselmélet és a kvantumelmélet, némi kozmológiával együtt egészen jól tudnánk magyarázni az Univerzumban látható méret- és tömegskálákat, *ha* a részecskefizikusok tudnának mutatni még egy 30 eV körüli tömegű, semleges, feles spinű részecskét *is*; csak még nem tudnak. Az állítás ma éppannyira érvényes, mint három évtizede, a részecskefizikai elméletek változó *részleteitől* függetlenül.

1985-ben felismertük, hogy ha még nem is tudjuk megalkotni a *minden egyesítése* néven keresett elmé-

letet, de termodinamikája sok tulajdonságát már meg tudjuk mondani [2]. Mindenesetre ehhez olyan különböző területekről kellett együttműködőket toborozni, hogy a 4 szerző közül három legelőször csak a kész eredmény első konferencia-előadásán találkozott egymással, pedig mindenki budapesti.

1983-tól kezdve a Nagy Egyesítés keretében foglalkoztunk a nagyon korai és a korai Univerzum bizonyos problémáival alig Planck-idő utántól a galaxiskeletkezés kezdeti feltételeiig. Eme együttműködésben számos szerző különböző párosításokban több publikációt állított elő, de itt most csak kettőt említek meg. A *Cosmic Phase Transitions* című (Paál György számára már posztumusz) könyv [3], amely áttekinti az egész problémát, bár leginkább termodinamikai szempontból, míg az *Astrophysics and Space Science* folyóiratban megjelent cikk [4] megmutatja, hogy jelen részecskefizikai ismereteinkkel akár még egy jövőbeli katasztrófális kozmológiai fázisátmenet is összefér. Következni éppen nem következik belőlük; de a jelen közhangulatban akár még népszerűvé is válhat a scénárió, annál is inkább, mert e katasztrófa ráadásul még kauzalitási okokból teljesen megelőzhetetlen is lenne.

1989-ben megvizsgáltuk annak *termodinamikai* feltételeit, hogy az Univerzum akár végtelenül öreg is lehessen, dacára az általános relativitáselméletnek és annak, hogy nem látszik végtelenül öregnek [5]. Az öregedés elkerülésére természetesen másodfajú örkömozgó létezésére van szükség, azt azonban a termodinamika megengedi, már persze, mint jól tudjuk, ha a Pfaff-forma rangja 2-nél magasabb. Lehet, hogy a Planck-sűrűség közelében ez így is van, lehet, hogy nem; az eredménynek inkább csak filozófiai aspektusai vannak, de igaz.

És akkor most lássuk az eredetileg a kvazárok vörösetolódásainak eloszlásában észlelt sűrűsödésekből kinőtt kutatást! A vizsgálat az 1960-as években $z = 1,95$ hullámhossz arány táján először megfigyelt és teljesen érthetetlen sűrűsödésnek észrevétele és ennek eredménytelen diszkussziója után Paál György két korai cikkére megy vissza [6, 7]. Nevezetesen, a kvazárok világitótoronyként jelzik nekünk az Univerzum nagy léptékű szerkezetét, és ha az valamiért olyan, ami józan eszünknek furcsa, valószínűleg józan eszünkkel van baj, nem a világgal.

Az első próbálkozás bizonyos érdeklődésre talált, de 1990 táján már mindenki *Fang* idevágó tevékenységét hivatkozta csak; ugyan a *Fang*-cikkek hivatkozták Paál témairól írásait, viszont *Fang* világhírű lett a Tien An Men téri események után, Paál meg nem. 1991-ben egy nap kénytelen voltam a szobámban

egyszerre jelen lévő Paál Györgyöt és *Horváth István* aspiránsomat egy időre magukra hagyni triviális adminisztratív teendőim okából, és mire visszatértem, a két kolléga az Univerzum nemtriviális szerkezetének a kvazáreloszlásra gyakorolt hatását vitatta. A téma kutatása csökkenő intenzitással (aminek okát az Olvasó mindjárt megérti) máig folyik, az eredmény 4 nagyobb cikk [4, 8–10] néhány kisebb, és konferencia-előadások kötetekben.

A lényeg (az általános relativitáselméleti részletek nélkül), hogy *lehet*, hogy a kvazár- (és galaxis-) sűrűsödések ismétlődése csak *látszat*. (A galaxisok „falakban” való sűrűsödése 1989 óta jól ismert, nem utolsó-

sorban *Szalay Sándor* munkássága kapcsán, még ha a jelen évtizedben inkább csak 300 Mpc-nél közelebről folyik adatgyűjtés.) Nevezetesen nemtriviális topológiájú Univerzum esetén *látbat*juk ugyanazon falakat többször is. Az ilyen nemtriviális topológia persze a józan észnek ellentmond; de annak ellentmond az egész általános relativitáselmélet is (aminek oka *Einstein* egy híres kijelentése szerint az, hogy a józan ész a 18 éves korig tanult ismeretek összessége, és addig senki nem tanulja az elméletet).

Megint egyszer ígéretesen indultak a dolgok. De Paál György még 1987-ben egy kezelhető, de máig gyógyíthatatlan betegséget kapott. Ebből ugyan orvosai és felesége gondos gyógyításának

hála elkezdett felépülni, mint tevékenysége évszámából láthatjuk, munkaképességét visszaszerezte, de 1992 márciusában valószínűleg egy közönséges télvégi-tavaszeleji fertőzés egy nap alatt végzett vele. Munkáját így nem fejezhette be. Ám a sikeresek között ritka az olyan kutató, aki azt be is fejezi. A halál leg-többünkkel előbb-utóbb egyszerűen abbahagyatja.

Lukács Béla

Paál György, Gyurka, 1958-ban, közvetlenül az ELTE TTK fizikus szak elvégzése után került a Csillagvizsgáló Intézetbe, mint tudományos segédmunkatárs. Ő is, mint mindenki, aki az Intézet dolgozója lett, változó-csillagok megfigyelését kapta feladatul *Detre László* igazgatótól. Lelkiismeretesen csinálta ezt a munkát, bár közben évekig a relativitáselméletet tanulta lelkesen és elképzelhetetlenül nagy szorgalommal. Még a hatvanas évek elején felesége, *Dravucz Aliz* közreműködésével csináltattak a MOM-ban egy nagyon pontos koncentrikus körsorozatot tartalmazó lupét, hogy piszkéstetői Schmidt-távcsővel készült felvételeken és a *Palomar Sky Atlason* galaxisszámlálásokat hajtsanak végre. Az anyag statisztikai feldolgozását is felesége végezte, aki a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán volt matematikatanár, és már ebben a korai időben számítástechnikát is



tanított. Ez az anyag és kutatás képezte Paál György első fontos publikációinak alapját.

Mindenben, nem csak a munkában volt kitartó. Az Intézetben ő volt az egyetlen, aki rendszeresen tudott oroszul – édesanyjának köszönhetően, aki felismerte az orosz nyelv szükségességét, és szorgalmazta fia orosztanulását. Gyurkát kértük mindig, ha orosz nyelvű cikket írtunk, hogy nézze át nyelvileg. Ezt a munkát is olyan türelemmel és kitartással csinálta, hogy mi, akik a segítséget kértük, már mind belefáradtunk, és legszívesebben abbahagytuk volna, de ő fáradhatatlanul kereste az egyre jobb kifejezéseket.

Orosznyelvtudása miatt az Intézetbe látogató szovjet vendégek kíséretét Detre László mindig rábízta ebben az időben, így *Kukarkin*, *Ambarcumjan* és *Zeldovics* kísérője is ő volt. Innen eredeztethető barátsága és sok-sok diszkusziója velük.

A kozmológia abban az időben is nagyon érdekelte az embereket. Számos alkalommal kértek tőle a TIT-ből vagy a televízióból ismeretterjesztő előadásokat. Előadója volt a Magyar Televízió által sugárzott Csillagászati Szabadegyetemnek is. Mindig a hallgatóság iránti alázattal és alaposággal készült fel ezekre az előadásokra is, mint ahogy utolérhetetlen pontos megfogalmazásokra törekedett ismeretterjesztő cikkeiben is. Többször kérték fel részvételre interdiszciplináris tudományos megbeszélés-sorozatokon, amelyeknek az összefoglaló kötetei számára írt cikkeiben tisztán, érthetően fogalmazta meg mondanivalóját. Számunkra, a kozmológián kívül álló csillagászok számára is nagyon hasznosak voltak ezek a világos összefoglalások (*Szádeczky Kardoss Elemér* által szervezett cikluselméleti és geonómiai konferenciák, szimmetria-konferenciák stb.).

Szeretett kirándulni, pingpongozni, vitorlázni. A hatvanas években még sötétedéstől világosodásig dolgoztunk a Csillagdában, hiszen a csillagokat csak éjszaka lehet megfigyelni. Sokszor éjfél körül maga Detre László hívott ki valakit egy pingpongmeccsre, és pihenésképpen mindenki szívesen játszott egy kicsit, aki nem vett éppen részt a megfigyelésekben. Ha Gyurka elkezdte, képes volt egyfolytában több óra hosszát is játszani. A 16 órás őszi-téli munkanapok után hosszú nyári szünetet tartott, hogy kedvenc sportjának, a vitorlázásnak élhessen. Több versenyt is nyert.

Nagyon szerette a komolyzenét, csodálatosan zongorázott. Óriási élmény volt számunkra férjemmel, *Almár Ivánnal*, amikor náluk vendégeskedvén Bach *Das Wohltemperierte Klavier* című művének egyes részleteit mutatta be nekünk óriási hanglemmezgyűjteményéből több előadóval, majd maga is a zongorához ülve interpretálta például *Richter* feszes játékát.

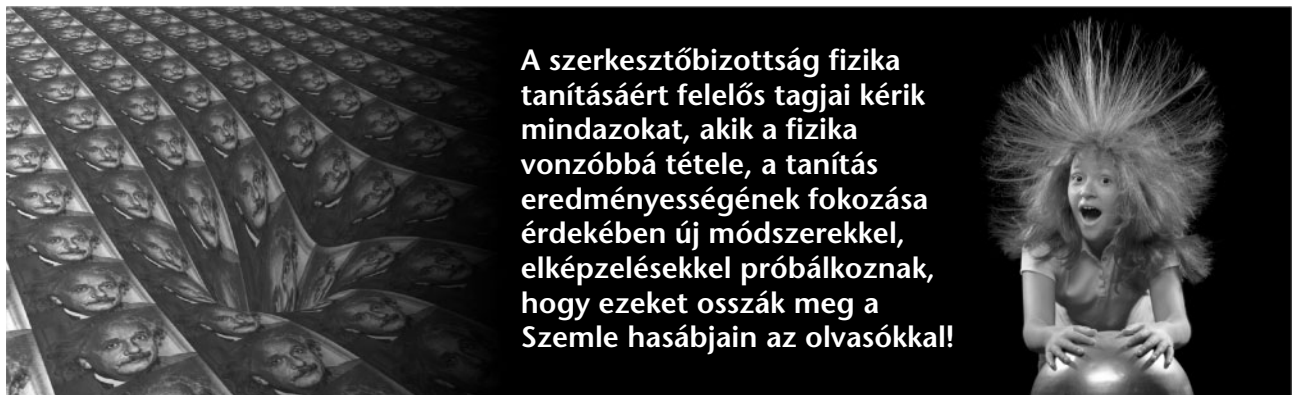
Betegsége hirtelen indult, és sok mindenben akadályozta. Amikor az orvosok már csak fél évet jósoltak neki, felesége minden lehető és lehetetlent próbált. Emberfeletti szorgalommal gondozta és látta el rengeteg vitaminnal, amitől még további éveket kapott, amelyek értelemmel és étellel telhettek meg a *Lukács Bélával* és Horváth Istvánnal közös diszkusziók és munkák során.

Már súlyos beteg volt, amikor Szalay Sándor egy akadémiai kitüntetésre akarta őt felterjeszteni, és ekkor kért tőle egy összeállítást munkáiról. Sajnos a felterjesztésre már nem kerülhetett sor, de a lista nagy segítséget jelentett, amikor Paál György halála után publikációit ezen összeállítás alapján sikerült összegyűjteni. A lista megtalálható az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézet honlapján: <http://www.konkoly.hu/memorial/Paal-publications.pdf>.

Illés Erzsébet

Irodalom

1. Lukács B., Paál Gy.: A világ szerkezeti állandói. *Csillagászati évkönyv 1982*. 250. o. Gondolat, Budapest, 1981.
2. Diósi L., Lukács B., Martinás K., Paál Gy.: On the Thermodynamics of the Vacuum. *Astroph. Space Sci.* 122 (1986) 371.
3. B. Kämpfer, B. Lukács, G. Paál: *Cosmic Phase Transitions*. Teubner, Stuttgart–Leipzig, 1995.
4. G. Paál, I. Horváth, B. Lukács: Inflation and Compactification from Galaxy Redshifts? *Astroph. Space Sci.* 191 (1992) 107.
5. B. Lukács, G. Paál: Nontrivial Pfaffian Forms in Cosmology. *Acta Phys. Hung.* 66 (1989) 321.
6. G. Paál: Red Shifts and Quasars. *Science* 1970/6, 101.
7. G. Paál: The Global Structure of the Universe and the Distribution of Quasi-stellar Objects. *Acta Phys. Hung.* 30 (1971) 51.
8. Á. Holba, I. Horváth, B. Lukács, G. Paál: Cosmological Parameters and Redshift Periodicity. *Astroph. Space Sci.* 198 (1992) 111.
9. Á. Holba, I. Horváth, B. Lukács, G. Paál: Once More on Quasar Periodicities. *Astroph. Space Sci.* 222 (1994) 65.
10. B. Lukács, N. Fáy: An Attempt to Check Homogeneity at Large Scales by Using Galaxy Samples. *Astron. Astrophys.* 481 (2008) 629.



A szerkesztőbizottság fizika tanításáért felelős tagjai kéri mindazokat, akik a fizika vonzóbbá tétele, a tanítás eredményességének fokozása érdekében új módszerekkel, elképzelésekkel próbálkoznak, hogy ezeket osszák meg a Szemle hasábjain az olvasókkal!