

lamint az elkerülhetetlen háttérzaj befolyásolta a mérés pontosságát.

2. Az egyik iskolai hangvillán nem volt feltüntetve a rezgésszám. Ezt egy felhangolt otthoni zongora hangjával hasonlítottuk össze, amely éppen az egyvonalas „a” hangnak felelt meg (kis lebegéssel), így azt 440 Hz-nek vettük.

#### A mérések eredménye

A két hangsebesség aránya (és hibája):

$$\frac{353,1}{333,34} = 1,059 \pm 0,023,$$

a hőmérsékletek arányának négyzetgyöke pedig:

$$\sqrt{\frac{311,5}{277,6}} = 1,059,$$

ami nagyon jó egyezés!

Az, hogy az egyezés ezrelékre pontos, teljesen a véletlen műve, hiszen – mint az empirikus szórások is mutatják – a méréseink hibája az ezreléknél jóval na-

gyobb. Azt viszont nyugodtan állíthatjuk, hogy a hangsebesség hőmérséklettől való függését a mérési hibán belül sikerült igazolnunk. (A méréseket id. Holics László és ifj. Holics László végezték.)

A kísérlet egyszerű, végrehajtása gyors, ezért iskolai órán is elvégezhető. Ha a két mérést egymástól időben „távol” végezzük – egyszer amikor jó idő és meleg van, egyszer pedig egy téli periódusban (ilyen időszakok mind az őszi, mind a tavaszi félévekben kiválaszthatók) –, akkor a hangsebesség hőmérséklettől való függését anélkül is igazolhatjuk az iskolában, hogy ehhez a Mont Blanc-ra kelljen felmenni. Megfelelő motivációval az első kísérlet elvégzése után a tanulók már várni fogják a második kísérlet végrehajtásához szükséges hőmérséklet-változást, és a második kísérlet végrehajtását.

#### Irodalom

Nagy Anett, Papp Katalin: Hangszerek a „semmiből”. *Fizikai Szemle* 59/2 (2009) 64.

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0902/nagya0902.html#t2>

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangsebesség\\_\(magyarul\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangsebesség_(magyarul))

[http://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_of\\_sound\\_\(angolul\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_sound_(angolul))

## VÉLEMÉNYEK

# CSILLAGÁSZAT ÉS CIVILIZÁCIÓ

## A csillagászat jelentősége a tudomány és a pedagógus társadalom jövője számára

Grandpierre Atilla

MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete

„Vagy megtartjuk legdrágább nemzeti örökségünket: műveltségünket, vagy törölnek bennünket az önálló nemzetek sorából és pusztulnunk kell erről a földről.”

*Klebelsberg Kumó, 1923. [1]*

A tudomány és az oktatás az elmúlt években Magyarországon különlegesen nehéz helyzetbe került. A felsőoktatást ellepték a „kiábrándult, igénytelen, anyagi, etikátlan” és „tudatlan, motiválatlan, érdektelen, tanulásra és munkára képtelen hallgatói tömegek” [2, 3]. Mi lesz velünk, ha ez így megy tovább, ha munkára képtelen tömegek adják majd a most még munkaképes népesség többségét? A tanítás hasonló válságba jutott. 2008-ban az egész országban mindössze 18 fizikatanári diplomát adtak át [4]. 1863-tól az 1990-es évek elejéig közel állandó volt, azóta majdnem felére csökkent a fizikaórák száma [4], és ma ennek ellenére túlterhelésről szól a panasz. Szemben a hasonló helyzetbe került országokkal, Magyarországon hiányzik a törekvés megfelelő szakmai hozzáértésű gárda létrehozására a helyzet orvoslásához [1]. Amíg alapvetően anyagi szemléletű a magyar pedagógus társadalom felső vezetése, addig még anyagi

érdekeink érvényesítésére sem vagyunk képesek, valósággal védtelenek maradunk, mert ha a hangzatos érvek nem bizonyulnak elegendőnek a társadalom ellenállásának leszerelésére, jön a végsőnek szánt érv: „nincs rá pénz”. Addig, amíg nem lesz egy, a közösségi önvédelmet az anyagiaknál is fontosabbnak értékelő, saját életének megfelelő irányítására képes magyar értelmiség, hiába reménykedünk a javulásban. Olyan szemléleti alapokra van tehát szükségünk, amely biztosítja az összetartozás érvényre juttatását, a pedagógus társadalom önvédelmét. Az anyagi szemléletű értelmiség azonban mindig kiszolgáltatott, kiszolgáltatja magát annak, aki többet fizet. Hogy egy példán szemléltessük, miről van szó: nemrég nagy port vert fel a rektori fizetések ötszáz százalékos emelése, és az ezzel sokak szerint összefüggésben álló létszámleépítések az egyetemeken. És ezzel párhuzamosan szinte akadálytalanul valósult meg „a felsőfokú oktatás átalakítása napköziothonná” [3]. Előbb-utóbb az individualista, anyagi szemléleten túlnyúló, mélyebbre ható világfelfogásra lesz szükségünk a magyar értelmiség, a pedagógus társadalom, a kutatói társadalom és a jövő biztosításához.

„De nem elégséges az, hogy a társadalom csak áldozzon a magyar tudományosságért. Kell, hogy érdeklődjön is iránta, kell, hogy szeresse... Igen, szeretni kell a kultúrát, hogy virágozhasson. A tudományok között pedig talán legkönnyebb a csillagászatot szeretni. Az ábrándos fiatal leányt és a nagy tudóst ugyanaz a hatalmas ösztön tölti be, amikor tekintete rámered a csillagok miriádjaira. A végtelenség megsejtése ez, amely ösztönszerűen vonzza a halhatatlan, a végtelen emberi lelket, mellyel belsőleg rokon... a csillagászat... lehetővé teszi a modern ember számára, hogy magának világgépet alkosson” – írta Klebelsberg Kunó a csillagászat jelentőségéről [1].

Ennek az új világfelfogásnak természetszerűen a valóságon kell alapulnia. Világgépünk megalapozását nem bízhatjuk azokra a társadalmi erőkre, amelyek megfojtanak bennünket. A világgépnek végső soron nem a társadalmi erők elvárásainak, hanem a valóságnak kell megfelelnie. A legszélesebb értelemben vett valóság pedig maga a Természet, a Világegyetem. A Világegyetem legszélesebb értelemben vett tudománya pedig a csillagászat mint egységes természettudomány. Ha a valóságban a Világegyetem egységes rendszert alkot, akkor a valóságban a fizika, a biológia és a pszichológia egymással összefüggő, egységes természettudományt alkot, ami azonban még kidolgozásra vár. Ez az egységes természettudomány áll majd legközelebb a Világegyetem tudományához. Világgépünk ma egyetlen biztos lábán áll: a fizikán. A 21. század viszont már a biológia évszázada. A soksejtű élőlények alapvetően közösségi lények. Szükségszerű, hogy teljesebb, egészségesebb világgépünk legyen, hogy ne csak egyéni anyagi érdekeinket szolgáljuk, hogy életünk közösségi, emberi minőségét és közös anyagi érdekeinket is meg tudjuk védeni. Szükségképpen tehát világgépünknek a természettudományok egységes alapjául szolgáló, a mainál teljesebb értelemben vett csillagászaton kell alapulnia. Világgépünk nem lehet független a Világegyetem tudományától, az egész Természetet átfogó, megújulóban lévő csillagászatól.

A Csillagászat Nemzetközi Évének jegyében nemrég nagy jelentőségű nemzetközi tudományos konferenciának adott helyt Budapest. Az *Astronomy and Civilization* című konferencia ([www.konkoly.hu/AC2009/](http://www.konkoly.hu/AC2009/)) fő célkitűzése a csillagászat jelentőségének megvilágítása volt a természettudományok, a világgép és a civilizáció számára. Manapság a csillagászatot a fizika egyik mellékes ágaként tanítják. Ha meggondoljuk, különös ez a helyzet, hiszen minden a világon a Világegyetem része, és a csillagászat a Világegyetem tudománya. A fizika tehát természet szerint, a valóság alapján a csillagászat része kellene, hogy legyen, ahogy ez így is volt régebben, és nem fordítva. A fizika tudománya csak „a Világegyetem egy bizonyos jelenségkörét vizsgálja, az élettelen jelenségvilágot” [5]; „a fizika az észlelhető világegyetem végső alkotóelemeinek kölcsönhatásait és az anyag szerkezetét vizsgálja” [5]. Igaz, emellett létezik a fizika egy tágabb értelmezése is [5]: „A fizika a legszélesebb értelemben véve az, amit régebben természetfilozófiának neveztek, a természetet minden szempontból vizs-

gálja, mind a makroszkopikus, mind a szubmikroszkopikus szinten.” A két értelmezés részben összeegyeztethető, ha figyelembe vesszük, hogy a fizika az elemi részecskéket és a kozmológiát is az élettelen rendszerek vizsgálatában kialakított módszerek és törvények szerint vizsgálja. Ugyanakkor látnunk kell, hogy a fizika valójában nem vizsgálja a Természetet minden szempontból, például nem vizsgálja a Természetet a biológia vagy a pszichológia szempontjából. Ha viszont a csillagászat a Világegyetem tudománya, s ha a fizika és biológia is a Világegyetem egy-egy oldala, akkor a csillagászatnak meg kell újulnia, és megújulva a fizikán kívül a biológiát is magában kell majd foglalnia.

Bármilyen meglepő is ez a következtetés, tény, hogy nemrég az asztrobiológia is a csillagászat teljes jogú ágává vált. Az asztrobiológia egyik fő célkitűzése az élet legegységesebb törvényeinek meghatározása. Az asztrobiológia jelentőségének megnövekedése felhívja a figyelmet a fizikai és a csillagászati Világegyetem egyik legfontosabb eltérésére, az élet jelenlétére. A csillagászok jó része a Világegyetem alatt mást ért, mint a fizikai modellekkel dolgozó kozmológusok. Az a Világegyetem, amit a csillagászok távcsövekkel és elméleteikkel vizsgálnak, és az a Világegyetem, ami a fizikusok egyenleteiből kijön, sokak véleménye szerint lényegesen eltér egymástól. És ha ez így van, akkor ideje megvizsgálni, miben állnak a legfőbb eltérések. Konferenciánk előadójának eredményei szerint ilyen eltérést jelent az életen kívül a komplexitás, az információ, a tudat jelenléte a csillagászati Világegyetemben. Feltűnő, és egyben természetes is, hogy a Világegyetem két fogalma közötti eltérések egytől-egyig a csillagászati Világegyetem többletét jelzik a fizikai felett. Ezek a jelenségek jelzik, hogy küszöbön áll a megújulóban lévő csillagászat kiteljesedése, és ez egyben a fizika, a biológia és a pszichológia elmélyülése, az egységes természettudományos világgép megszületése felé vezet.

A csillagászat történetét kutatva kimutatták [6]: „A szellemi szint minden korszakban alkalmazkodott a Világmindenségről általánosan elfogadott elméletekhez.” Jövők alapja a Világegyetem minél teljesebb és mélyrehatóbb megismerése. A mai anyagias világgépben egyedül a jelenségek számítanak valóságosnak. És ha figyelmünkben, világgépünkben a jelenségeket irányító törvények a háttérbe tolódnak, akkor életünk irányításában előtérbe kerülnek a pillanatnyi adottságok, feltételek, és háttérbe kerülnek a jelenségek megértését és irányítását lehetővé tevő összefüggések. Az anyagi jelenségek egyedüli valóságát valló világgép a jelenségeknek, a körülményeknek magát kiszolgáltató ember világgépe. A jelenségek mögötti természettörvények fontosságának felismerése viszont, különösen, ha kiegészül az életünk irányításában jelentős szerepet játszó biológiai és pszichológiai összefüggések ismeretével, lehetővé teszi számunkra életünk önálló irányítását, életünk emberi oldalainak értékelését és érvényre juttatását. Tény, hogy az utóbbi évszázadokban egyre inkább a tudományos világgép mondja meg, melyek életünkben a fontos kérdések, és hogyan lehet ezekre

választ találni. Mindennapi életvezetésünk, sőt, érzékelésünk maga is éppúgy világgépünkön alapul, ahogy a tudományos kutatás a tudományos világgépen. A tudományos világgép végső alapja pedig maga a kimeríthetetlen Világegyetem. Ha tudományos világgépünk valóban az egész világot tükröző kép lesz, és nemcsak a világ egy, mégoly lényeges oldalának kivetítése a világ egészére, akkor egészségesebb világgépre, a valóság lényegének megfelelő irányítóképességre tehetünk szert, és egészségesebb társadalmat hozhatunk létre. Szükségünk lesz a valóság a jelenségeknél teljesebb, mélyrehatóbb irányító erőinek ismeretére a tudomány, a pedagógus társadalom, a jövő nemzedékek védelmének érdekében.

## KÖNYVESPOLC

# Abonyi Iván: KIEMELKEDŐ FEJEZETEK A XX. SZÁZAD FIZIKÁJÁBÓL

Magyar Tudománytörténeti Intézet, 2009

A kötet két nagyjából azonos részből áll, és a végén a forrásokról kaphatók információk.

Az első rész az egészségesebb, mert a relativitáselmétről szól. Olyan szépen és világosan, ahogy azt sok éve *Novobátzky Károly*tól lehetett hallani. A relativisztikus kinematika tárgyalása a Minkowski-féle tér-idő ábrázolásában még talán azokat a harcias szerzőket is megszelídítené, akik manapság is sok száz oldalas kiadványokban támadják az einsteini világgép alapjait (mondván pl. az egyidejűség relativitása értelmetlenség, mert Isten abszolút egyidejűségben teremtette a világot). A szerző ilyen állításokkal nem foglalkozik, hanem nagyon világosan megmutatja, hogyan kell eligazodni a relativisztikus világban, hogyan lehet ábrázolni a hosszkontrakciót és az idődilatációt úgy, hogy az ábrából a kvantitatív eredmény is kiolvasható legyen.

Gondos elemzést olvashatunk a legismertebb einsteini eredmény, az  $E = mc^2$  jelentéséről, alkalmazásának módjáról. Bemutatja a súlyos és a tehetetlen tömeg kapcsolatát, a nyugalmi tömeg szerepét, majd megvizsgálja a nyugalmi energia és a mozgási energia összefüggését. Felhívja a figyelmet arra, hogy akármilyen egységben fejezzük ki a fény sebességét, „...ez sohasem fogja azt jelenteni, hogy

1. az energia ugyanaz, mint a tömeg,
2. az energia átalakul tömeggé, vagy fordítva.”

A deuteron keletkezését protonból és neutronból, valamint az elektron-pozitron szétsugárzását elemezve a megmaradási törvényeken keresztül még egyszer összefoglalja a legfontosabbat:

## Irodalom

1. Klebelsberg Kunó: A magyar kultúra megmentése. in *Gróf Klebelsberg Kunó beszédei, cikkei és törvényjavaslatai. 1906–1926.* Athenaeum, Budapest, 1927.
2. A „Matematikai közoktatás a PISA/TIMSS felmérések tükrében” műhelykonferencia eszmecsereinek következtetései. Az ELTE Bolyai Kollégiumának műhelykonferencia-sorozatában 2009. május 23-án tartott tanácskozási dokumentuma. *Fizikai Szemle* 59/6 (2009) 223.
3. Laczkovich Miklós: Bologna és a tanárképzés. *Fizikai Szemle* 59/6 (2009) 218.
4. Szabó Árpád: A fizikatanítás kialakulásáról, fejlődéséről és jelenlegi helyzetéről. *Fizikai Szemle* 59/6 (2009) 216.
5. *Encyclopædia Britannica 2007 Ultimate Reference Suite.* DVD. Encyclopædia Britannica, Chicago, 2007.
6. Paul Couderc: *A csillagászat története.* Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1964.

„A tömeget az energiával összekeverő zavaros nomenklatúra hátráltatja a kutatást és megértését, a pontos fogalmazás előreviszi és segíti.”

Az általános relativitáselmélettel foglalkozó írások ismét a homályosan ismert fogalmak, összefüggések pontos és jól érthető megfogalmazásával tűnnek ki. A súlyos és tehetetlen tömeg problémájának szerepe az általános relativitáselméletben közismerten alapvető, de hogy *Eötvös* rendkívüli pontosságú mérései épp a gyakorlati alkalmazhatóságuk miatti eufória következtében kerültek ki egy időre a tudomány látóköreből, azt *Abonyi* írja le igen tanulságosan. Az általános relativitáselmélet kísérleti bizonyítékainak elemzése pedig azért kiváló, mert az is megtudja, hogy mi a perihélium precesszió, aki addig csak egy forgó héliumatom relativisztikus eltvelyedésére gondolt, és az is okosodhat, aki a legújabb kísérleti lehetőségekről szeretne hallani. *Lánczos Kornél* munkásságával kissé más a helyzet, mert ez a fejezet szakembereknek szól. Itt nem volt választás, az Einstein-munkatárs *Lánczos* csak a tudomány teljes vértetében közelíthető meg, még ha ő maga írt is közérthető műveket, például a térfogalom fejlődéséről.

A könyv második része válogatás a magfizika és részecskefizika történetéből. Minden írásnak megvan a különleges vonása; a szerző ismerteti a hőssel kapcsolatos fizikát, majd a kalandos elem, az izgalmas történet éppen csak megemlítődik – az utánjárásához többnyire az irodalomjegyzékben találunk fogódzót.

*Ettore Majorana* története során megismerjük a béta-bomlást és a neutrínóra vonatkozó Majorana-eredményeket, amit *Fermi*nek kellett Majorana he-