

len csereszabatos alkatrészüket sem volt – de illetlenség lett volna Jóska bácsinak felvetnem. A nagy ingákra vonatkozó állítás annyiban tűnt kétségesnek, hogy a sérült daraboknak valahol meg kellene lenniük, de nincsenek!

Sokáig kerestük, mégis mindkét inga véletlenül került elő. A tihanyi obszervatórium raktárában a Dexion-polcok alatt volt egy hosszúkás papírdoboz, amiben az új kerti szerszámokat tárolták. Talán hólapát kellett, előráncigáltam a dobozt – és amit a lapátok alatt láttam, az felért egy kísértet megpillantásával: *az ősinga fedőlemezt!* Következett a sárgaréz alkatrészek kiguberálása, majd a 3D puzzlejáték: az inga összerakása úgy, hogy melyik csavarment melyikkel illik össze (7. kép). Majdnem minden alkatrész előkerült, Holló Ferenc készítette el a hiányzókat 1993 körül, és később az eredetihez hasonló fa tartót is.

A III. számú kettős nagy inga előkerülését geofizikusok kávézás közbeni anekdotázásaként hallottam, nem kezeskedhetek sem a történet teljességért, sem a részletekért. Adott egy állami intézmény, annak több autója, több garázs. Egyik garázs hátuljában nagy fadobozok porosodtak egymásra tornyozva. Idős munkatársak nyugdíjba mentek, fiatalok jöttek, autók cserélődtek, a ládák senkit sem érdekeltek. A feledés guanója és a por együtt vastagodott. Egyszer az újonnan vásárolt autó nem fért be a régi helyére; a dobozhalmot el kellett bontani. Tudományos munkatársak vonszolták a poros ládákat, és kíváncsian kinyitották: vajon mitől olyan nehezek? Valaki az egyikben *felismerte egy sárgarézből készített kettős nagy inga közeplő részét, rajta a felirat: III. ESZKÖZ*. Rossz rágon-dolni, mi lehetett volna, ha az intézménynek van annyi pénze, hogy külsős vállalkozóra bízsa a garázs lomtalanítását.

VÉLEMÉNYEK

A FIZIKAOKTATÁS KÁLVÁRIÁJA A RENDSZERVÁLTÁS ÓTA

A humán lobby győztes diktatúrája a természettudományos tantárgyak felett a 21. század technikai meghatározottsága idején

Radnóti Katalin
ELTE

Írásomban a következő kérdésekre keresem a választ: Mi történt a fizikatanárokkal? Miért nem megfelelő az utánpótlás? Milyen tényezők okozhatták a fizika, mint iskolai tantárgy visszaszorulását? Ennek milyen hatása lehet hazánk jövőjére? Milyen rossz döntés(ek) következménye lehet a jelenlegi helyzet?

Miért kell/célszerű fizikát tanulni/tanítani?

A kérdésre adható rövid válasz néhány mondatban a következőképpen foglalható össze.

– A fizika az emberiség történetének része, kultúr-kincs.

– A fizika a mai technikai világunk alapja, nem mondhatunk le róla, ezért a fizikához értő emberekre van szükségünk.

– A jövő szakembereinek kineveléséhez a gyerekekben fel kell keltenünk a fizika iránti érdeklődést.

– Fontos, hogy mindenki olyan tudást szerezzen, amellyel el tud igazodni technikai világunkban.

A fentieknél azért bővebb válasz is adható. A fizikaórán ténylegesen nem csak fizikát tanítunk, ha-

nem általános természettudományos szemléletet, racionális gondolkodásmódot kívánunk elsajátíttatni a diákokkal.

A természettudományos tantárgyak tanulása/tanítása során gyerekeinkben ki kell alakítani azt az attitűdöt, gondolkodásmódot, hogy a *természet megismerhető, vannak természeti törvények*, a Világegyetem nem véletlenszerűen, összevissza működik. A világot önmagából és önmagával magyarázzuk. A természet-

Köszönöm Adorjáné Farkas Magdolna tanulmány elkészítéséhez nyújtott hasznos tanácsait és észrevételeit.



Radnóti Katalin az ELTE TTK-n végzett kémia–fizika szakos tanárként. Több éves középiskolai tanári munkája mellett egyetemi doktorátust szerzett fizikából, majd az ELTE Tanárképző Főiskola oktatójaként a neveléstudomány kandidátusa lett a fizika tanítása témaköréből. Jelenlegi munkahelye az ELTE TTK Fizikai Intézet, főiskolai tanár. Több mint 200 publikációja van, tanári segédletek, tanulmányok, könyvek, könyvfejezetek. Kutatási területe a fizika és a természettudományok tanításának módszertana.

ben előforduló jelenségek törvényekkel leírhatók, amelyhez – amikor csak lehet – a *matematika jelrendszereit alkalmazzuk* (Ohm-törvény, Newton törvényei, mozgásegyenletek, Maxwell-egyenletek, gázok állapotegyenlete, a termodinamika főtételei...).

Különböző *fogalmakat konstruálunk*, amelyekkel jellemezni tudjuk az adott dolgot, jelenséget (út, idő, sebesség, gyorsulás, lendület, erő, energia, nyomás, hő, térerősség(ek), áramerősség, potenciál, feszültség...). Ezek minél nagyobb részéhez – az összehasonlíthatóság követelménye miatt – *számértékeket* is rendelünk.

A fizika tanulásának fontos feladata, hogy a megismerés során a diákokban alakuljon ki a *világot mérések során ismerjük meg* szemlélete. A fizika mennyiségi viszonyokat leíró törvényeinek felhasználásával, matematikai eszközök alkalmazásával *számszerű előrejelzések* tehetők, amelyek *összehasonlíthatók a tapasztalattal*. Ez ad lehetőséget a technikai tervezéshez, például űrhajók pályájának kiszámításához, épületek, gépek tervezéséhez, mai modern eszközeink megalkotásához, amelyek nélkül mai életünket el sem tudnánk képzelni. A diákoknak feladott számításos fizikai feladatok megoldása éppen ezt az aspektust hivatott bemutatni.

A természettudomány feladata elsősorban a világ *működésének* leírása, a „hogyan működik?” kérdésre adandó válaszok keresése. A fizika fejlődése során a tudományát művelők egyre alapvetőbb és átfogóbb törvényeket fedeztek fel és belőlük kiindulva, segítségükkel – gyakran *hosszú logikai lánc* felhasználásával – egyre több jelenséget magyarázhatnak meg. Tehát a fizika a „miért, mi az oka?” kérdésekre is választ keres. Azonban olyan alapvető kérdésekre, mint például „miért éppen négy alapvető kölcsönhatás létezik, és azok miért éppen olyan törvények alapján működnek?” esetleg „miért éppen akkora az elektron töltése, tömege... stb.?” vagy például „mi az élet értelme?” nem tud és nem is akar választ adni, hiszen ezt nem kutatja, nem célja.

Világunk *megismerésének vannak módszerei*, szabályai, amelyek minden esetben sajátos mintázatot mutatnak.

A fizika lényeges eleme – amely az oktatásában is meg kell jelenjen – az *tapasztalat és elmélet összhangja*: a dolgok lehetséges működéséről, a megfigyelt jelenségek létrejöttének okáról hipotéziseket alkotunk, és ezek beválását megfigyelésekkel és kísérletekkel képesek vagyunk ellenőrizni, alátámasztani vagy éppen elvetni.

A természet leírásához, megismeréséhez *egyszerűsítő feltételeket* vezetünk be, analógiákat és modelleket használunk (anyagi pont, merev test, súrlódásmentes lejtő, matematikai inga, pontszerű töltés, szabadesés vákuumban, ideális gáz, különböző atommodellek...), a sokaság leírásához statisztikai, valószínűségi módszereket alkalmazunk stb. A modelleket egyre finomítjuk, több jelenséggel hozunk egymással kapcsolatba, így a jelenségek egyre szélesebb spektrumát tudjuk megmagyarázni.

Hatalmas adatbázisok kezelési lehetőségei nyíltak meg, a *szimulációk* a modellalkotásban és annak tesztelésében nyújtanak lehetőséget. Ezzel egyben *kitágult a vizsgálható jelenségek köre* is!

A természettudomány a *technikai világunk* alapja. Az emberiség problémáit – energiaszükséglet, környezeti krízis, betegségek, járványok megakadályozása – csakis természettudományos eszközökkel lehet enyhíteni.

Az Internet megteremtette a *gyors tudásmegosztás* lehetőségét is.

A természettudomány azonban elveti a parajelenségeket, amelyek nem reprodukálhatók, előrejelzéseit lehetetlen empirikusan vizsgálni!

A fizikaoktatás rövid története, az óraszámok alakulása az utóbbi négy évtizedben

Az ókorban *Arisztotelész* iskolájában fizikával is foglalkoztak Athénban az Akadémon nevű ligetben. Innen származik az akadémia kifejezés. Majd a *Nagy Sándor* alapította egyiptomi Alexandriában létrehozott könyvtár működött iskolaszerűen, ahova többek között *Arkhimédész* is járt. Sok fizikai tartalmú műve maradt ránk az úszó testekről, az emelőkről, optikáról. Az ókori tudomány eredményei elfelejtődtek, majd arab közvetítéssel kerültek ismét Európába. Arab mintára alakultak meg az egyetemek. Az önálló fizikatanítás azonban csak a 17. század végét követően terjedt el. Hazánkban ez *Comenius* (1592–1670) nevéhez köthető, aki az oktatásban fontosnak tartotta a szemléltetést. Az első hazai fizikatankönyvet *Pósbázi János* (1628(32)–1686), a Sárospataki Kollégium filozófiaprofesszora írta.

Hazánkban a fizika önálló tantárggyá a latin nyelvű gimnáziumokban *Mária Terézia* uralkodása alatt vált. A magyar közoktatást az 1777-ben kiadott *Ratio Educationis* szabályozta. Ekkor a hároméves gimnázium 1. évfolyamán heti egy, a 2. évfolyamon heti öt fizikaóra volt. A 2000-ig tartó fizikatanítás története részletesen *Poór István* tanulmányában olvasható [1]. A fizikatanítás szempontjából kiemelendő, hogy a 20. század elejétől a második világháborúig hazánk gimnáziumainak jelentős része reálgimnázium volt, amelyekben a matematika és a természettudományok oktatása kiemelt szerepet kapott. A tantervek kialakításában kiváló tudóstanárok – például *Mikola Sándor*, *Rátz László* – működtek közre, ebben az időszakban jártak iskolába az emigrálni kényszerült, világhírűvé vált, a 20. századot alapvetően formáló tudósaink is, mint *Kármán Tódor*, *Teller Ede*, *Wigner Jenő*, *Neumann János*, *Szilárd Leó* és a sort hosszan folytathatnánk.

Az 1. táblázat és a hozzá tartozó 1. ábra több, mint fél évszázad távlatából, 1965-től napjainkig mutatja be a fizikaórák számának alakulását.

Világosan látható, hogy a rendszerváltást követően folyamatosan csökkentek a fizika tanítására fordított óraszámok. Napjainkra ez szélsőséges eset-

1. táblázat

A fizikaórák heti számának alakulása

tanterv-bevezetés éve	évfolyam / heti óraszám							összes heti óraszám	1965. évi órák %-a
	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
1965	2	2	2	0	2	3	4	15	100
1978	2	2	2	2	2	3	2	15	100
1995 (NAT)	1,5	2	1,5	2	2	2	?	11	73
2000	0	2	1,5	1,5	3	2		10	67
2008	0	1,5	1,5	1,5	2	2		8,5	57
2020	0	1	2	2	3			8	53
2020*	0	0	0	2	3			5	33

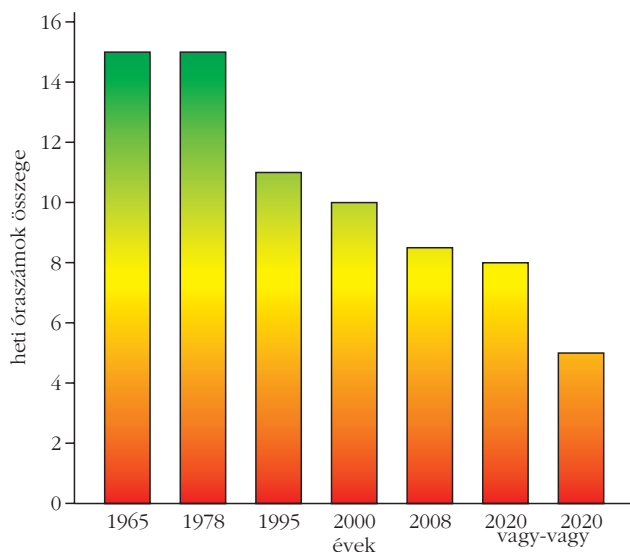
* A 7–8. évfolyamon integrált természettudományt tanuló diák esetében.

ben akár a harmada is lehet az 1965. évének, hiszen a 7–8. évfolyamon integrált természettudományt tanuló diák csak a 9. évfolyamon találkozik önálló fizikaoktatással, amely ráadásul a 10. évfolyamon befejeződik, leírni is szörnyű: a 21. században, a természettudomány és technika soha nem látott, életünk mindennapjait meghatározó korában összesen két évig tanulja a fizikát! (Szerencsésebb gyerekeknek 7–8. osztályban fizika szakos tanár tanítja a természettudományt).

Mi okozhatta a fizika óraszámok drasztikus csökkenését?

„A magyar közoktatás egyik legnagyobb problémája a *humán deficit*.” Olvasható *Báthory Zoltán* 1997-ben megjelent [2] könyvének 263. oldalán. Ezt az állítását a szerző széleskörűen hangoztatta azokban az években, amely alapvetően befolyásolta a közoktatás alakulását. A viszonylag sok természettudományos oktatást a kelet-európai szocialista országok jellegzetességeként állították be, amelyet a humán tantárgyak fejlesztése érdekében csökkenteni kell. Persze –

1. ábra. A fizikaórák számának csökkenése az elmúlt fél évszázadban.



hangsúlyozta – a természettudományos oktatás magas színvonalának megőrzése mellett. Senki sem gondolhatja komolyan, hogy ez lehetséges!

Az óraszámcsökkentéseket szinte sohasem követte vele arányos tananyagcsökkenés, ami állandó *időhiányt* okoz a tantárgy oktatásakor. Érdeemes Báthory Zoltán közoktatási helyettes államtitkár 1996-os *Fizikai Szemle* hasábjain megjelent írásából idézni:

„Olyan vélemények is hallhatók, hogy a természettudományos kultúra viszonylag

magas szintje is magyarázza a kreatív design és a sakk terén mutatkozó magyar sikereket (*Rubik Ernő, Polgár lányok*). *Marx György* egyenesen azt tette fel, hogy az elmúlt negyven évben igen sok tehetséges fiatalember azért választotta a természettudományokat, hogy elkerülje az agyonideologizált humán szférát. Így a hazai science tehetségállománya robbanásszerűen felduzzadt.

Mindent egybevetve úgy tűnik tehát, hogy a magyar oktatásügy »húzó« ágazata a természettudományos és a matematikatanítás. Amikor az ezer esztendősféle évfordulót ünnepeljük, ezeket a hagyományainkat és eredményeinket sem szabad elfelejtenünk.”

A 60-as, 70-es években világszerte nagy fejlődés ment keresztül a vegyipar, például a műanyaggyártás, műtrágyagyártás, gyógyszeripar. A KGST országai közötti munkamegosztás alapján Magyarország számára ez komoly gyártás- és kutatásbővítést hozott. A kémiahoz kapcsolódó ipar fejlődése a fizika fontosságát is kiemelte. A Paksi Atomerőmű felépítését 1966-ban határozták el, ezzel a jelentős ipari programmal a fizikához és a technikához kapcsolódó témák nagyobb hangsúlyt kaptak a tömegkommunikációban, majd az oktatásban. Az űrkutatásban is hatalmas eredmények születtek abban az időben (*Jurij Gagarin* 1961-ben került meg űrhajóval a Földre, és alig nyolc évvel később, 1969-ben *Neil Armstrong* személyében először lépett ember a Holdra.) Az 1965-ös és az 1978-as tantervek (akkori NAT) ennek megfelelően, ezt követve írtak elő a mostanihoz képest jelentős fizikaóraszámot.

A 60-as, 70-es években az emberek fontosnak tartották a természettudományokat, ezért az egyetemeken – a tanárképzést is beleértve – népszerű volt a kémia és a fizika szak, aminek hatása a közoktatásban is érezhető volt, hiszen azokban az években csak kimagasló tanulmányi eredménnyel lehetett bekerülni e szakokra. Akkor a fizikatanárok – régen pályán lévők és a pályakezdők – a kollégák, a szülők és a tanulók részéről a mostanival össze sem hasonlítható megbecsülésben részesültek, hiszen nehéz és fontos tantárgyat, aránylag magas óraszámokban tanítottak.

Mi lehet a probléma a fizika tanításával?

Attitűdvizsgálatok

Báthory Zoltán már a nyolcvanas évek végén rámutatott a fizika tantárgy kedvezőtlen tanulói megítélésére [4]. Saját élményeim már a nyolcvanas évek elején, amikor tanítani kezdtem, is hasonlóak voltak. Több diákom kérdezte meg tőlem, hogy miként tudtam ilyen szakokat választani magamnak, mint fizika és kémia? De akkor még nem végeztek attitűdvizsgálatokat. Egyszerűen arra gondoltam, hogy mivel több nyelvtagozatos osztály volt az iskolában, ahol akkor tanítottam, egyszerűen ezért sokkal többen érdeklődnek a humán tantárgyak iránt, amelyre rendszeresen hivatkoztak a diákok.

A fenti, egyedinek gondolt tapasztalatok azonban számszerűsítést nyertek *Csapó Benő* és munkatársai által 1995-ben végzett széleskörű felmérés eredményeivel. Vizsgálatukban tudásszintmérő tesztekkel mérték fel a tanulók tudását, de a tantárgyakkal kapcsolatos tanulói attitűdökre is rákérdeztek. A tanulók 1–5-ig osztályozták a tantárgyak kedveltségét. A kapott eredményeket a 2. táblázat tartalmazza az [5] 50. oldala alapján.

Idézzük fel, hogyan interpretálták Csapó és munkatársai az eredményeket (51. oldal):

„Mi lesz a fizikával és a kémiával, kik és hogyan fogják búsz év múlva tanítani, ha a gyerekek tizenhárom évesen tanulják meg utálni, és a középiskola végére negatív érzelmeik csak fokozódnak? A fizika helyzete különösen aggasztó: már hetedikben is a legnépszerűtlenebb tárgy, de a középiskola végére 2,64-es népszerűségi átlagával még a többi népszerűtlentől is leszakadva áll a lista végén.”

És most itt vagyunk több, mint 20 évvel később! Valószínűleg az óraszámcsökkentés is okozója a népszerűségvesztésnek, bár erre nem történtek vizsgálatok. Alacsony óraszámban sokkal kevesebb lehetőség van kísérletezésre, az érdekes jelenségek magyarázatára, az új kutatási eredmények megbeszélésére, és a belőle fakadó legnagyobb probléma, hogy a tanulók ennyire kevés idő alatt képtelenek olyan mély tudáshoz jutni, ami alapján valóban megérthetnék – és nem csupán elfogadnák, bebifláznák – a jelenségek magyarázatát. Elmarad az „aha” élmény, helyette a „nem értem” élménye jut a diáknak.

Később, az 52. oldal tetején a következő olvasható:

„A kirajzolódó tendenciák riasztó módon egybeesnek a természettudományi karok egyes szakjaira jelentkező hallgatók számának csökkenésével. Ugyanakkor fel kell hívjuk a figyelmet arra is, hogy *nem általában a természettudományok negatív megítéléséről, elutasításáról van szó*, hiszen a biológia mindkét életkorban a legnépszerűbb tantárgyak között van.”

A fentebb idézett tanulmánykötetet megdöbbenéssel olvastam annak idején, hiszen azért erre, a fizika tantárgy ilyen mértékű elutasítására nem gondoltam. Egyszerűen azt hittem, hogy én tanítottam olyan gimnáziumban, ahol jóval több volt a humán érdeklődésű

2. táblázat

A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök a 7. és a 11. osztályban, 1–5-ig skála			
7. osztály		11. osztály	
tantárgy	attitűd	tantárgy	attitűd
biológia	3,77	idegen nyelv	3,70
történelem	3,67	biológia	3,64
irodalom	3,61	történelem	3,62
idegen nyelv	3,54	irodalom	3,41
matematika	3,37	matematika	3,14
kémia	3,32	nyelvtan	2,92
nyelvtan	3,25	kémia	2,79
fizika	3,24	fizika	2,64

diák. Ezért próbáltam szerény eszközeimmel felhívni a természettudományos társadalom figyelmét e tényre, és két recenziót is írtam a könyvről a *Fizikai Szemle* (1998/12) és a *Természet Világa* (1999/1) számára, kiemelve a következőt: „Ez a tanulmány rámutat a fizikának még a természettudományos tantárgyakon belül is problematikus helyzetére.”

Néhány évvel később az Országos Közoktatási Intézet (OKI) létrehozta a Tantárgyi Obszerváció nevű kutatócsoportot, amelyben a fizika tantárgy képviselőjében magam is részt vettem. A munkálatok részeként 2002 májusában kérdőíves adatgyűjtést végeztünk. A kérdőívek két részből álltak: egy közös, minden tantárgy esetében azonosból és egy tantárgyspecifikusból. Ez utóbbiban csak az adott tantárgy esetében értelmezhető kérdéseket tettük fel. A felmérésben összesen 2185 pedagógus vett részt, köztük 152 fizikatanár az ország minden tájáról. Tanulmányunkban a fizikatanítás szempontjából legfontosabb eredményeket is bemutattuk. A felmérésben az általános iskola felső tagozatán folyó fizikaoktatás helyzetére voltunk kíváncsiak. Ebből idézzük a számunkra jelen pillanatban fontos részt [6].

Felmérésünkben a tanárkollégáktól arról is érdeklődtünk, hogy véleményük szerint miként ítélik meg a fizika tantárgyat a tantestület, a gyerekek és a szülők.

A kapott adatok szerint közepes mértékben tartják fontosnak a fizikát a szülők, a gyerekek és a tantestület. Az ötfokozatú skálán a 3. táblázat bal oldalán látható átlagok születtek, ami sajnos mindhárom cél-

3. táblázat

A fizika tantárgy megítélése és az összes tantárgy megítélésének átlaga, 1–5-ig skála		
fizika	ítélkezők	összes tantárgy
3,28	szülők	3,53
3,23	gyerekek	3,60
3,47	tantestület	3,74

csoportban alacsonyabb, mint az összes tantárgy átlaga (táblázat jobb oldala).

A tanárok nagyon nehezményezték az óraszámok csökkenését. Kérdőívünk utolsó részében megjegyzések írására is volt lehetőség, íme egy példa. „Nagyon etikátlan a heti óraszámokat a testületekre bízni, a természettudományokat rendre leszavazzák a humán és nyelvszakos kollégák, nekik is kenyérkérdés az óraszám...”

A fizikatanár-képzés négy évtizedes történetéhez

Amikor majd 40 évvel ezelőtt elkezdtem fizikatanári pályámat, az általános iskola 6–7–8. évfolyamán, a gimnáziumokban pedig minden évfolyamon volt fizikaoktatás. Továbbá, az egyetemi felvételi pontszámába beszámították az év végi fizikaosztályzatokat. Ebben az időben körülbelül 100 matematika-fizika és körülbelül 20 kémia-fizika szakos tanár végzett az ELTE-n, és még ott voltak a vidéki egyetemek, főiskolák. Együttesen évente mintegy 200 fizikatanárt adtak az országnak. Az egyetemen matematikát csak fizikával lehetett párosítani, kémiát biológiával és áruismerettel, amely a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen (mai nevén Corvinus) közös képzés volt. De jelen írás csak a fizikatanárokkal foglalkozik.

Már tanári pályám kezdetén nagyon érdekes tapasztalat ért. A matematika-fizika szakosok jelentős része – természetesen tisztelet a kivételeknek – csak kényszerből tanulta, majd később tanította a fizikát, alapvetően a matematikát szerették. Ezt onnan lehetett tudni, hogy a matematika-fizika szakos tanárok jó része – ha csak tehette – szinte csak matematikát tanított, fizikát legfeljebb a saját osztályában vállalt. Érdeemes lenne megkérdezni az iskolákban még megtalálható idősebb matematikatanárokat, hogy mi a másik szakjuk! Sokuknak fizika, amelyet évek óta nem tanítanak.

A nagyobb iskolákban a fizikát a kémia-fizika szakosok tanították. Bár itt is meg kell jegyeznem, hogy a kémia-fizika szakosok nem elhanyagolható része inkább a kémiát szereti-szerette. Többen úgy kerültek a tanárszakra, hogy bár vegyésznek jelentkeztek, de ide vették fel őket. Később sokan vegyészek lettek, szinte rögtön elhagyták a tanári pályát.

Tehát összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy *a fizika régen sem tartozott a kedvelt tantárgyak közé, még a fizikaszakos tanárok körében sem.* A rendszerből adódóan, a kötött szakválasztási lehetőségek következtében mégis megfelelő létszámú fizikatanár volt az országban. Itt érhetjük tetten a mai katasztrófális helyzet kialakulásának egyik fontos momentumát. Ugyanis *a rendszerváltást követő liberális oktatáspolitiká következtében a tanárjelölt hallgatók szinte bármilyen szakpárt választhattak maguknak!* Így megszűnt az a megkötöttség, hogy a matematika mellé csak fizikát lehetett választani – ami automatikus fizikatanár-képzést jelentett –, és *ennek következményeként évtizedek óta nagyon kevesen választják a fizi-*

kát. Jelenleg a matematikaszakosok mintegy 20%-a választja másodikként a fizikát. Ugyanakkor igaz, hogy a fizika mellett néhány egyéb szakpárosítás – például biológia, történelem, sőt magyar nyelv és irodalom – is megjelenik, de teljesen elhanyagolható mértékben. A felsőoktatás képzési struktúrájának átalakítása és a közoktatás tantárgyi struktúrájának átalakulása mintegy felerősítette egymást. A kémia-fizika szak pedig néhány év alatt szinte kiürült.

2006-ban bevezették a bolognai rendszert, amely tovább rontott a helyzeten. Előtte szinte bedarálták a főiskolai karok egy részét, mondván, ne legyenek párhuzamos képzések. Ezzel gyakorlatilag megszűnt az általános iskolák tanári utánpótlását szolgáló tanárképzési hálózat. Csak a történet kedvéért: ez egyszer már megtörtént Budapesten. Az idősebb tanárok számára példaképként ma is jelenlévő *Öveges József* 1948-tól a Budapesti Pedagógiai Főiskola – annak 1955-ös megszűnéséig – Fizika Tanszéke tanszékvezető főiskolai tanárként oktatott. Később újra kellett alapítani a Főiskolát, először, mint az egri főiskola fővárosi tagintézményét, amelyet később az ELTE-hez csatoltak, végül pedig 2003-ban ismét megszűntették, a hallgatók és az oktatók átvételével a megfelelő karokra.

A 2006-ban indult fizika és matematika BSc-re ugyan sokan jelentkeztek, de közülük csak nagyon kevés lett végül tanár, mivel ez csak az egyik lehetséges szakirány volt. A közel 100-100 fős hallgatói létszámból sokan kibuktak. (Az első végzés évében az ELTE-n mindössze egyetlen fizika minor szakos tanár végzett.) A régi rendszerben közülük sokan matematika-fizika szakra mentek volna, mivel akkor csak 20 fő mehetett fizikusnak.

A fentiek miatt át kellett alakítani a fizikusképzést. Három évbe mintegy öt év tananyagát kellett besűrítetni, azaz a 3 év alatt minden olyan témakört érinteni kellett, amire korábban 5 év állt rendelkezésre. A sűrített, így kevésbé kifejtett részek mellett bizonyos tantárgyak kényszerből az idősebb évfolyamokon kaptak helyet. Ilyen például az elektrodinamika, amit annak idején a 2. évben – amikor már megvolt az elengedő matematikatudásunk – tanultam. A 3 éves BSc-képzés miatt azonban már az első év 2. félévében tanítják, némi matematikai alapozással együtt.

Már 2008-ban látható volt, hogy kevesen választanak természettudományi és műszaki pályát, illetve az ilyen jellegű felsőoktatási helyekre kevés jó tanulmányi eredménnyel rendelkező fiatal jelentkezik. A folyamat mérséklésére az Oktatási és Kulturális Minisztérium döntés-előkészítő, véleményező és javaslattevő országos szakértői testületeként működő Országos Köznevelési Tanács (OKNT) a közoktatásban és a felsőoktatásban tanító, a természettudományi nevelés helyzetéért aggódó tanárok, kutatók kifejezett kérésére – *Kertész János* és *Csermely Péter* professzorok vezetésével – ad hoc bizottságot hozott létre, amelynek feladata a helyzet feltárása és elemzése, majd javaslatok megfogalmazása volt. Ennek keretében a bizottság arra kérte a természettudományi tantárgya-

kat tanító kollégákat, hogy töltsenek ki egy kérdőívet, így a megállapításukat időszerű, konkrét adatokkal lehetett alátámasztani. Jelen írásban az adatgyűjtés eredményeiből idézek néhányat, elsősorban a fizika-tanárok válaszaival alátámasztva [7].

Az kérdőívet kitöltő 1033 tanár közül 185-en tanítottak biológiát, 490-en fizikát, 334-en kémiát, 12-en integrált természettudományt és 12-en környezettant. A fizika és a kémia tantárgyak esetében az országban tanítók közel 10%-a kitöltötte kérdőívünket.

Megkérdeztük a tanárok életkorát is, amelyből látható volt, hogy a tanártársadalom nagyon elöregedett. Az 50 év feletti kollégák aránya (a megkérdezettek fele) kétszerese volt a 35 évnél fiatalabbakénál. Az általános iskolai tanárok esetében még szomorúbb a helyzet.

A BSc-re járó hallgatóknak csak az első év után kell szakot választaniuk. Az első három év adatai alapján már látható volt, hogy a fiatalok alig jelentkeznek tanári pályára. A helyzet már akkor is különösen aggasztó volt a fizika és a kémia tanári szak esetében, amelyeket fő szakként alig választottak a hallgatók, de minor szakként is nagyon kevesen. *Vagyis már akkor világosan látszott, hogy hazánkban néhány éven belül nagyon komoly tanárhiány várható a területen.* A javaslatok közt felmerült, hogy a tanárképzést ki kellene vonni a bolognai rendszer alól, vagyis visszaállítani a hazánkban korábban meglévő ötéves képzést.

A fent említett 2008-as vizsgálat és a tiltakozások nyomásának engedve végül a tanárképzést kivették a bolognai rendszerből. 2013-ban indult az első osztatlan tanárszakos évfolyam. De ez már késő volt. A 7 éves elmaradást nem lehetett bepótolni. Továbbá a korábbi létszámokat sem sikerült visszatornáznia. Ennek persze az is oka, hogy a matematikát bármilyen másik szakkal lehet párosítani.

Napjainkban a tanárszakos hallgatóknak nem egy esetben a megfelelő BSc-s egyetemistákkal együtt kell hallgatnia és vizsgáznia az alapozó tárgyakból, mintha az lenne a fő szakja. Holott két szakjuk van, plusz a pedagógiai stúdiumok. Átlagosan számítva 40-40% jut a szakmai részre, a pedagógiai stúdiumok aránya 20%. Nem kell magyarázni, ha kisebb időkeret áll rendelkezésre egy adott témakör megértésére, feldolgozására, esetünkben 40%, akkor azt nem lehet úgy tanítani, mintha az 100% lenne, amelyen a BSc-s hallgatók számára előírt tananyag mennyiséget érttem. A 40%-hoz egészen *más megközelítés* szükséges. Azt nem lehet megtenni, hogy például csak minden 2. tételről tanul a tanárszakos hallgató, vagy a tananyag második része marad el. És *nem azért, mert a tanárszakos hallgatók gyengébb képességűek!* Hanem azért, mert a tanárszakos hallgató tanulmányi idejének csupán 40%-a áll rendelkezésére az adott szakanyag tanulmányozására, továbbá tanulási célja is más, tanár lesznek, nem kutató. Iskolai tantestületben fognak dolgozni, ahol gyerekek nevelésével, oktatásával foglalkoznak, ami nagyon eltér a kutatói pályától.

Oktatásuk során általában erre nincsenek tekintettel – tisztelet a kivételnek –, ezért a tanárszakos hallgató képzése ritkán fér bele az államilag finanszírozott időkeretbe. Nem csoda, ha ezt kevés fiatal tudja teljesíteni. Holott *napjaink technikai világában óriási szükség lenne több mérnökre, fizikusra, informatikusra, akiknek az alapozást a közoktatás éveiben, megfelelően képzett tanároktól kell megkapniuk.*

A fizikaszakos hallgatók előszeretettel választják az 5+1-es képzést, mondván, hogy középiskolában szeretnének tanítani. Általános iskolába kevesen akarnak menni. Azonban néhány 4+1-es hallgató is van. A problémát az jelenti, hogy számukra is nagyon kemény fizikát tanítanak, figyelembe nem véve majdani szükségletet, így a fizika tárgyakból sokan elvéreznek, és végül kibuknak, megfosztva magukat a végzettségtől. És emellett sok diák is elesett attól a lehetőségétől, hogy ugyan kevesebb, de az általános iskolai tanításhoz azért elegendő fizikatudással rendelkező tanárok oktathassák őket. Épp e cikk írása közben jelent meg az a rendelet, hogy a tanárképzés egységesen 10 féléves lesz. Kérdés, hogy ez a képzési forma majd melyik korosztály tanításához ad megfelelő alapozást?

A fent leírt folyamatok következménye az lesz, hogy az általános iskolákban kénytelenek lesznek bevezetni a sokak, elsősorban a „szakma” tiltakozását kiváltó integrált természettudományos tantárgyat, amelyet majd földrajz-, esetleg biológiaszakos kollégák tanítanak, hiszen nem lesz más, aki bemenjen az órára! Mint a cikk elején írtuk, a biológia kifejezetten kedvelt tantárgy, sokan választják tanárszakként is. Földrajztanárként is viszonylag sokan végeznek. Tehát – a jelenlegi helyzet alapján – e tantárgyak oktatóiból lesz több az iskolákban.

A „szakma” majd bemegegy megtartani akár egy budapesti belvárosi kerületbe is a hiányzó fizikatanár (kémia) helyett az órákat? Egyes úton haladunk a felé, hogy a fizikát, mint önálló tantárgyat csak 9–10. évfolyamokon fognak tanítani! És történik mindez a 21. században, amikor a technika elemei olyan módon vesznek körül mindnyájunkat, hogy azok nélkül szinte létezni sem tudnánk, illetve csak nagyon nehezen. Gyerekeink-unokáink már ebbe születnek, az információs és kommunikációs technológia (IKT) eszközei nélkül el sem tudják képzelni életüket. De ha így haladunk tovább, akkor fogalmuk sem lesz a napi szinten használt eszközeik működéséről, amely kiszolgáltatottá teszi majd a felnövekvő nemzedéket azon keveseknek, akik értenek hozzá. Így elsatnyul a hazai műszaki-technikai innováció és az is kérdéses lesz, hogy a külföldről behozott technikát ki tudja majd megérteni. Hát ide jutottunk!

Pedig Magyarország kormánya – nyilatkozatai alapján – az innovációt szeretné támogatni, hogy hazánk lakossága ne csak olcsó munkaerőként legyen piaci szereplő. Magas hozzáadott értékű termékeket kíván előállítani. De mindez hogyan lesz lehetséges – a kormányzati tervekkel, NAT-tal – elsorvasztott fizikaoktatás mellett?

Napjainkra már kialakult az évtizedekkel korábban jelzett sajátos helyzet. Az iskolákban óriási tanárhány van, különösen a reál- és a természettudományi területen. Az iskolák óraadókat várnak, vagy nem szakos tanár tanítja a fizikát, kémiát. A megoldás nem egyszerű, mivel kis óraszámú tantárgyokról van szó, egy kisebb iskolában szinte nem is jön ki egy teljes állású kolléga óraszámra. A fizikaórák megtartása mellett állandó helyettes, napközis lehet, esetleg ebédeltethet, vagy több iskolában tanít, és ki tudja milyen lehetőségük van, hogy meglegyen a teljes állás. Legyünk őszinték, ezek egyike sem szerepel a tanári vágyalmok között. És persze sok osztálya van, nem egyszer 30 fő feletti létszámokkal. Mindezek mellett a tantestületnek – diplomatikusan fogalmazva – nem a legmegbecsültebb tagja, hiszen a tantárgyai nem érettségi tárgyak, azaz nem fontosak. Egy tantestületi értekezleten hangzott el az egyik történelemszakos kolléga nem épp kedves, de sajnos találó megjegyzése, miszerint a fizika és a kémia tantárgyak „a futottak még” kategóriába tartoznak. A természettudományt tanító tanárok iskolai elismertségét az is csökkenti, hogy nem tudnak osztályfőnökséget vállalni, hiszen tantárgyukat sem az általános, sem középiskolában nem tanítják négy éven keresztül. Holott a diplomájáért nagyon meg kellett küzdeni. E helyzet miatt még kevesebb fiatal jelentkezik fizika és kémia tanári szakokra. A tanárhány mellett nem ritka a fizikatanárok elbocsátása sem, az óraszámok folyamatos csökkentése, sőt egyes iskolatípusokban a fizikaórák teljes megszüntetése okán. Tehát már az állás sem biztos, a tanár iskolaváltásra, vagy arra kényszerülhet, hogy párhuzamosan két vagy több iskolában tanítson. Mi lesz a folyamat vége? Teljesen elfogynak a kémia- és a fizikaszakos tanárok?

Hogyan tovább? A fizikaoktatás „humanizálása”

Az utóbbi évtizedben az IKT eszközök megjelentek az oktatásban és nem csak videók nézésére, ppt-k készítésére, hanem mérő- és adatmegjelenítő, -kiértékelő eszközként. A fizika érettségi szerkezete is alapjaiban megváltozott: már nem csak számításos feladatokat, hanem tesztek, esszéírást is tartalmaz. A fizikatanítás sokkal életközelibbé, gyakorlatiasabbá vált. A tananyagban és az érettségi feladatokban is megjelennek a legújabb felfedezések, mint például exobolygók, gravitációs hullámok, érzékeltetve a fizika fejlődését, változását. Hangsúlyosabb lett a fizika tanulása közbeni kompetenciafejlesztés, a tanulók gondolkodásfejlesztése.

A matematika és a fizika tananyag összehangolása sosem volt zökkenőmentes, sem a felsőoktatásban, sem a közoktatásban, de mindig érzékelhető volt az igyekezet, ráadásul a közoktatásban, ha egy tanár tanítja e két tárgyat, akkor könnyebb az összehangolás. Napjainkban, mint azt korábban bemutattuk, erre egyre kevesebb az esély. A két tantárgy tananyaga teljesen különvált, ez pedig a fizika számára tragédiával ér fel!

A fizika, mint tudomány és az azt leképező iskolai tantárgy számára fontos, hogy mérhető mennyiségekről beszél, törvényeit a matematika nyelvén fogalmazza meg. De a matematika sosem tart ott, amire a fizikának szüksége lenne. A matematika kizárólag az éppen aktuálisnak gondolt saját belső logikája szerint halad, mintha csak önmagában létező tantárgy lenne, nem véve tudomást eszköz jellegű tudásszerepéről.

Persze igaz, hogy az általános iskolában a fizika tantárgyat sem feltétlenül a mozgások leírásával – amely nem tárgyalható grafikonok és az egyenletrendezés tudása nélkül – kellene kezdeni. Először optikát tanulva kísérletezni lehetne és közben olyan szerkesztéseket végezhetnének, amelyhez már megvan a geometriai alapok. De azért sokáig nem húzható a matematika hiánya.

Óriási probléma, hogy a tantárgy óraszámra a rendszerváltás óta majdnem a felére zsugorodott, de a tananyag viszont nem csökkent. Nehéz lefaragni belőle, hiszen az emberiség történetének technika által leginkább átforgalmazott korában élünk (és látható, hogy a tendencia egyre erőteljesebbé válik). További probléma a fizikatanárok számának folyamatos csökkenése is, amely már a tantárgy létét fenyegeti.

A fizikát nem lehet úgy tanítani, mint régen. Akkor 7 év volt a fizika tanításának időtartama, most pedig 4, illetve lehet, hogy csak 2 év, ha a diák az általános iskolában nem külön tantárgyként tanulta.

A fizika tantárgy „humanizálása” lehet egyfajta alternatíva! Az emberiség nem úgy fejlődött, hogy mindenki magas fokú absztrakt, elvont gondolkodásra legyen képes. (Elvonatkoztatás, absztrakció természetesen van.) A pszichológusok szerint inkább a történetmesélés, a narratíva jellemzi az átlagembert. A történetekben lévő hiányokat, lukakat pedig az agy kiegészíti. Ezért is kevés a matematikát, fizikát, kémiát szerető diák. A levezetések, a hosszú logikai láncok nem egyszerű történetek, ezeket nem lehet önkényesen kiegészíteni. Itt szigorú, racionális és logikai szabályok, ok-okozati kapcsolatok vannak.

A magas szintű absztrakció, a tapasztalati összefüggések *bizonyításának igénye* először csak az ókori görögöknél merült fel. Ezt a gondolkodásmódot semmilyen korábbi kultúrában (márpedig számos kultúra alakult ki, amelyek sok tapasztalati ismeretet halmoztak fel, sőt mérnökeik alkalmazták például piramisok, templomok építésére, vagy hivatalnokaik a földterületek alapján az adók kivetéséhez szükséges számítások elvégzésére) nem találjuk meg. Ezt a gondolkodásmódot „örököltük” meg római, majd arab közvetítéssel, amely végül a polgárosodó Európában robbanásszerűen erőre kapott, és lehetővé tette a természettudományok kialakulását, majd napjainkra a hihetetlen és globálisan magas szintre jutását. Ez jelenti a technikai fejlődés alapját.

Idézzük *Pléh Csaba* gondolatait a [8] 88. oldaláról:

„A felidézést a séma irányítja, a sémák közül pedig a legkitüntetettebb az *elbeszélő séma*. Úgy tűnik, hogy *történeteket sokkal könnyebb felidézni*, mint például tájleírásokat.”

„Történeteket mindig könnyebb felidézni, mindig egyetemesebbek, mindig világosabb mintázatot adnak. Egy tankönyvi történet, amikor visszaadjuk, sokkal kevésbé válik zavarossá, mint egy leírás, vagy magyarázat.”

Pléh Csaba gondolatait kiterjesztve tovább folytathatjuk a példák sorát, hogy a levezetések, matematikai tételek, fizikai és kémiai ismeretrendszerek, amelyek leírásokból és szigorúan következetes jelrendszereket használva, sokszor matematikai formában megfogalmazott törvényekből, magyarázatokból állnak, sokkal nehezebbek, nehezebben tanulhatók, mint például egy elbeszélés, egy regény cselekményét, vagy emberek történeteit, emberi sorsokat megismerni, megtanulni.

Így persze kérdés, hogy egyáltalán miért vannak olyan emberek, akik az ilyen jellegű gondolásmódot szeretik? Hányan lehetnek, a népesség hányad részét teszik ki ők? Lehet, hogy ezek az emberek a megfelelő tulajdonságot jellemző Gauss-görbe egyik szélét képviselik?

További kérdés, ha a fent említett elvont gondolkodás ennyire nem tipikus, inkább ritka, akkor miért erőltetjük rá mindenkire? Lehet, hogy a természettudomány a tantervi változások során azért szorul egyre jobban háttérbe, mert az emberek jelentős részének a természettudományos leírások és magyarázatok nehezen érthetőek, gondolkodásától idegenek? Pedig a jelen technikai környezetünkben nem elhagyható a természettudomány és azon belül a fizika minimális szintű ismerete. Azért, hogy az elkövetkezendő évek, évtizedek múlva is élvezhessük a technika vívmányait, sok és egyre több embernek foglalkozásszerűen kell művelnie e területeket. De honnan tudjuk, hogy erre kik lesznek alkalmasak, kiknek sajátja, kiknek tetszik a szigorú tudományos gondolkodásmód? Erre csak egyetlen lehetőség van, tanítani kell az iskolában. Meg kell mutatni a diákoknak, hogy létezik a narratíván kívül másféle gondolkodásmód is, és akiknek ez tetszik, azok jelentkezni fognak szakkörökre, versenyekre, műszaki-természettudományos jellegű továbbtanulásra.

És ennek tudatában hogyan tanítsuk a fizikát? Egy lehetséges módszer lehet, ha mind a felfedezések, mind a mindennapi élet vonatkozásában emberi történetekbe ágyazzuk a fizikai és a kémiai ismereteket. Ezért fontos és jó, hogy egyedül a fizika tantárgy érettségi követelményei között szerepel hangsúlyosan a legnagyobb tudósok élete és munkássága!

A biológia azért lehet kedveltebb, sőt kifejezetten kedvelt tantárgy, mert jobban, közvetlenül kötődik az emberhez? Például: mit eszünk, növények, állatok, házi kedvencek, betegségek, gyógyítás stb.

Lehet javasolni, hogy a fizikatanulás kevésbé kvantitatív, inkább leíró jellegű legyen. Ugyanakkor legyen modern, mutassa be a legújabb tudományos eredményeket, akár webes ismeretterjesztő írások formájában. A kvantitatív leírások is inkább mérések legyenek, amelyeket például Excelben ábrázolnak a diákok, bemutatva az adatbázisok fontosságát, kihasználva azok kezelési lehetőségeit. Sokkal több leíró jellegű szöveg kell. A fizikai tartalmak történetekbe ágyazottak legyenek. Sőt, a számonkéréshez is alkalmazható a módszer. A számításhoz is lehet történeteket keresni vagy kreálni, például szabaduló-szobák feladatain keresztül, amelyhez kerettörténet is tartozik.

A fizika története a tananyag középpontjában lehet, a tudósok életrajzán keresztül, mint emberi történet, mennyire volt érdeklődő, szorgalmas az illető, milyen nehézségekkel kellett megküzdenie stb. A feldolgozás során be lehet mutatni a tudományos megismerési folyamatot, az akkori tudományos elképzeléseket, problémákat, kutatási kérdéseket, a vizsgálódás menetét stb. Fel lehet hívni a figyelmet, hogy napjainkban miért fontos az adott felfedezés. Feladatként a témával kapcsolatos kisebb *színdarabok*, *párbeszéd*ek írását lehetne adni, amelyeket akár el is játszhatnak. Például *Pierre* és *Marie Curie* párbeszéde a laboratóriumban, amikor elhatározzák, hogy uránszurokércet rendelnek stb. Ez a módszer különösen a humán érdeklődésű diákok számára hozhatja közelebb a fizikát. Minden módszert meg kell ragadni! Természetesen hagyományos feladatok is helyet kaphatnak, de differenciált jelleggel. Elsősorban azon diákok számára, akik érdeklődnek a kvantitatív leírások iránt, illetve a fakultáción.

Irodalom

1. Poór István: A fizikatanítás történetének áttekintése. In Radnóti, Nahalka, Poór, Wagner: *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (2002).
2. Báthory Zoltán: *Tanulók, iskolák – különbségek*. Második, átdolgozott kiadás. OKKER Kiadó, Budapest (1997). <https://docplayer.hu/68361250-Bathory-zoltan-tanulok-iskolak-kulonbsegek.html>
3. Báthory Zoltán: Ezer esztendő a magyar iskola. *Fizikai Szemle* 46/5 (1996) 145. <http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz9605/batz9605.html>
4. Báthory Zoltán: Tanulói kötődések vizsgálata négy tanulói korosztály körében. *Pedagógiai Szemle* 39/12 (1989) 1162–1172.
5. Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest (1998).
6. Radnóti Katalin: A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai egy vizsgálat tükrében. *Fizikai Szemle* 53/5 (2003) 170–176. <http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz0305/radnoti0305.html>
7. Radnóti Katalin: A természettudományi nevelés és a fizikaoktatás helyzete a 2008-as tanári felmérés tükrében. *Új Pedagógiai Szemle* (2009/3) 3–17. <https://ofi.oh.gov.hu/radnoti-katalin-termesztudomanyi-neveles-es-fizikaoktatasi-helyzete-2008-tanari-felmeres-tukreben>
8. Pléh Csaba: *A tanulás és gondolkodás keretei*. Typotex, Budapest (2015).

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: elft@elft.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős kiadó Groma István főtájtár, felelős szerkesztő Lendvai János főszerkesztő.

Kéziratokat nem örzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.

Megjelenik havonta (nyáron duplaszámmal), egyes szám ára: 1000,- Ft (duplaszámmé 2000,- Ft) + postaköltség.

HU ISSN 0015–3257 (nyomtatott) és HU ISSN 1588–0540 (online)

