

A 5. ábrán bemutatott röntgendiffrakciós eredményeket vizsgálva azt mondhatjuk, hogy a hidrogén távozása a mintából a felületi degradáción túl, befolyással van a diffúziós keveredésre is. A 400 °C-os hőkezeléseknél mért  $\ln(I/I_0)$  görbék meredekebb esése a multiréteg gyorsabb degradálódására utal (vesd össze 3. ábrával), míg az alacsonyabb hidrogéntartalmú mintáknál ( $H_2 = 0,8; 1,5$  ml/perc) ez a degradáció lassabbnak adódik, sőt azt is mondhatjuk, hogy a hidrogénmentes ( $H_2 = 0$ ) mintánál is lassabb. Ugyanakkor a 450 °C-on végzett hőkezelés esetén mért diffrakciós görbék lefutási jellege arra is utal, hogy a rétegszerkezet degradálódása valamennyi hidrogéntartalmú mintánál felgyorsul.

A hidrogén beépülése jelentősen csökkenti a belső feszültségből adódó szabad kötések (*dangling bond*) számát. Feltételezhetjük tehát, hogy a hidrogén, amíg a mintában van, passzíváló hatása miatt lassítja a diffúziót, de távozásával (450 °C) a több szabad kötés és szerkezeti hiba miatt a hidrogénezett minták termikus stabilitása gyengébb lesz a hidrogénmentes mintákéhoz képest. Az alacsony hidrogéntartalmú minták 400 °C-on végzett hőkezelése során felvett  $\ln(I/I_0)$  görbék tekintve megállapíthatjuk, hogy a hidrogén jelenléte, a Si/Ge multirétegekben a felszakadt kötések szá-

mának csökkentése révén, lassítja a két anyag diffúziós keveredését. Az 1,5 ml/perc adalékolásnál nagyobb H-koncentráció egyben minőségi változást is jelent: az oldott, rácsközi (*intersticiális*) hidrogénfelesleg diffúziója során bontja a gyenge Si-Si kötések, így a multiréteg degradációja felgyorsul. Magasabb hőmérsékleten a szabad gyökök és a felszakadt kötések számának növekedésével megnyílnak a diffúziós utak, ezzel a két anyag keveredése jelentősen megnő.

A röntgendiffrakciós vizsgálatok néhány, az eredeti Si/Ge struktúrát megváltoztató fizikai folyamat részletére világítottak rá. Adósak maradtunk egy sokakat izgató kérdés megválaszolásával, ami azzal függ össze, hogy a porlasztási folyamat során a hidrogén beáramlási sebessége ésszerű határok között tetszőlegesen választható. A minták első látásra azonosnak tűnnek, de mennyi hidrogént sikerült ténylegesen a multirétegbe beépíteni?

#### Irodalom

1. J. Kanicki: *Optoelectronic devices*. Artech, London, 1991.
2. Csik A.: Multirétegek mint speciális nanostruktúrák. *Fizikai Szemle* 53 (2003) 207.
3. Beke D., Erdélyi Z., Langer G.: Keveredés nanoskálán. *Fizikai Szemle* 66 (2006) 258; <http://www.wold.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0608/FizSzem-200608.pdf>

## ÖTVEN ÉVES AZ ELSŐ MAGYAR LÉZER

Csillag László  
KFKI

Maiman [1] 1960 augusztusában adta hírül a *Nature* folyóiratban az első, 694 nm-es vörös fényimpulzusokat sugárzó rubin lézer<sup>1</sup> sikeres megvalósítását, Javan, Bennett és Herriott [2] 1961. februárban a *Physical Review Letters*ben közölte a folytonos üzemű, 1,15  $\mu$ m infravörös hullámhosszon sugárzó hélium-neon gázlézer elkészítését.

A mi számunkra 1963. december 6-a lett jelentős dátum, e napon kezdett működni hazánkban az első hazai lézer: az utóbbihoz hasonló infravörös fényű, folytonos üzemű He-Ne gázlézer.

Az első lépést kétségtelenül Marx György tette meg, amikor 1961 nyarán felkért arra, hogy sürgősen fordítsam le magyarra A. L. Schawlow cikkét az optikai maserekről, amely a *Scientific American* 1961. júniusi számában jelent meg. Ezt a cikket a *Fizikai Szemle* 1961. szeptemberi számában már le is közölte

[3]. A nagyszerűen megírt cikk szinte minden fontosat leírt a lézerek működéséről és alkalmazási lehetőségeiről (szerzője később Nobel-díjat kapott lézerspektroszkópiai munkásságáért), ma is érdemes elolvasni.

További előrelépést jelentett, hogy a Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) két kutatócsoportja – egyik az optikai spektroszkópia, másik a fizikai optika területén dolgozott – élénken érdeklődni kezdett a téma iránt. Az előbbi csoport korábban Mátrai Tibor vezetése alatt komoly tapasztalatokat szerzett az atom- és molekulaszpektrumok kísérleti és elméleti vizsgálatában, az utóbbi Jánossy Lajosnak a fény természetével kapcsolatos kutatásaihoz kapcsolódó kísérleti munkákat végezte Náray Zsolt vezetése alatt, jelentős optikai mérés-technikai és elméleti felkészüléssel és eszközparkkal. A lézerek működésének elvi alapjairól, a lézertípusokról és ezek alkalmazási lehetőségeiről Bakos József kollégámmal előadást tartottunk az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban 1963. május 13-án és 20-án; mindkét előadás még abban az évben megjelent a *Fizikai Szemlé*ben [4, 5].

Az előtanulmányok alapján világossá vált, hogy mindkét lézertípus elkészítésére megvannak a tudományos feltételek. A rubin lézernél a mechanikai alkatrészeket és a tápegységet a KFKI-ban el tudják készíteni, de megfelelő rubinkristályt és hozzá való tükröket, vala-

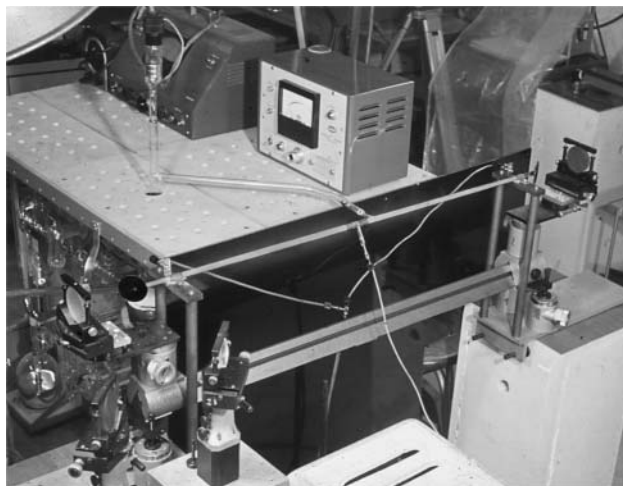
<sup>1</sup> Kezdetben az optikai maser elnevezést használták utalva arra, hogy a mikrohullámok tartományában sugárzó, az 1954-ben felfedezett maser elve alapján, de az optikai tartományban működő eszközről van szó. (A MASER betűszót a Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation kifejezés szavainak első betűiből alkották.) Később a nemzetközi irodalomban általánossá vált a LASER betűszó, ahol a első betű a „light”-ra utal. Hazánkban kezdetben a laser, lázer, lézer szavakat egyaránt használták, de később a lézer elnevezés vált általánossá – bár vannak, akik ma is ragaszkodnak a laser írásmódozhoz.

mint speciális villanócsöveket külföldről kell beszerezni. Az 1964. év folyamán sikerült mindent összehozni és el is készült ez a lézer – *Farkas Győző*, *Náray Zsolt* és *Varga Péter* közreműködésével.

A He-Ne infravörös gázlézernél könnyebb volt a helyzet. Amikor igazgatóhelyettesünk, *Náray Zsolt* 1963. november elején ez ügyben megbeszélésre összehívta a kutatókat, az időközben megjelent publikációk ismeretében kiderült, hogy 2-3 hét alatt elkészíthetünk egy, az eredetnél egyszerűbb konstrukciójú lézert.

Javan, Bennett és Herriott lézérénel a nagy frekvenciával gerjesztett gázkisülési cső két végéhez közvetlenül csatlakozott a két igen finoman beállítható síktükör, amelyek dielektrikumréteg-rendszer bevonata ~98,9% reflexiójú volt. Az egyik tükrön áthaladó kis teljesítményhányadot detektálták. A mi megoldásunknál az ugyancsak nagy frekvenciával gerjesztett ömlesztett kvarc kisülési csövet *Rigrod* [6] nyomán sík kvarcüvegablakkal zártuk le. Az egyik ablak a rezonátortengelyhez képest a Brewster-szögben (~57°), a másik 45°-ban állt. A Brewster-szögnél a beesési síkban rezgő fénykomponens veszteség nélkül halad át az ablakon, míg az erre merőleges komponens a két üvegfelületen jelentős reflexiók veszteséget szenved, aminek eredményeként a kialakuló lézersugárzás lineárisan polarizált. A 45°-os ablaknál a két üvegfelületen a rezonátorban levő sugárzás körülbelül 1%-a merőlegesen kicsatolódt. Erre azért volt szükség, mert dielektrikum-réteg tükrök helyett mi frissen párolgatott ezüst tükröket használtunk; ezek reflexiója a közeli infravörösben körülbelül 98% volt, de gyakorlatilag semmit nem engedtek át. További egyszerűsítést jelentett, hogy síktükrük helyett mi homorú tükröket alkalmaztunk. *Boyd* és *Gordon* [7] ugyanis kimutatta, hogy a szférikus tükrös rezonátorok elhajlási veszteségei – különösen a konfokális közeli elrendezésben – sokkal kisebbek, mint síktükrös rezonátoroknál, és a beállítási érzékenységük is nagyságrendekkel kisebb. A feladatokat következőképpen osztottuk fel: *Bakos József* az ezüst tükrök elkészítését, *Varga Péter* az infravörös lézersugár detektálásával kapcsolatos teendőket vállalta, *Kántor Károly* a laboratórium meglévő elemeiből megszerkesztette a tükrök finom állítóit, és kidolgozott egy ügyes, távcsöves módszert a lézertükrök pontos szembeállítására a lézercső közepén áthaladó optikai tengely mentén. Az én feladatomban volt a gázkisülési cső elkészítése és – megfelelő vákuumtechnikai előkészítés után – az optimális gázkeverékkel való megtöltése, a nagyfrekvenciás gerjesztés megoldása. Ehhez rendelkezésünkre állt egy komplett gáztöltő és vákuumrendszer a megfelelő mérőberendezésekkel, továbbá egy 30 MHz-es, 0–200 W között változtatható teljesítményű generátor. A kisülés gerjesztéséhez három külső elektródát alkalmaztunk.

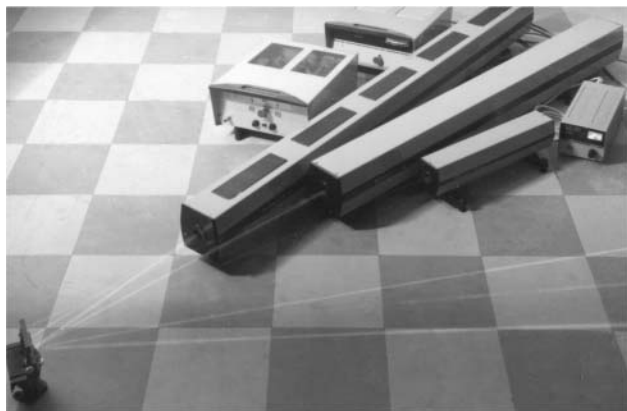
Az 1. ábra már működés közben mutatja a megvalósított rendszer fényképét [8]. Az egész lézer egy beton lábakon álló optikai padra van szerelve. A kép közepén látható gázkisülési cső (vörös) fénye a gerjesztett



1. ábra. A KFKI első laboratóriumi infravörös He-Ne lézere.

gázkeverék spontán sugárzásából származik. A 100 cm hosszú, 7 mm belső átmérőjű ömlesztett kvarcüvegcső végein felismerhetők a 3 mm vastag, kemény piceinnel ragasztott kvarcablakok (ez adja a fekete színt), a jobb oldali ablak hajlásszöge 56° 30', a baloldali hajlásszöge 45°. Ezen csatlóódik ki az infravörös – és ezért sajnos nem látható – lézersugárzás. Az előzőleg 10<sup>-9</sup> bar vákuumra leszívott cső töltete: spektrálisan tiszta hélium és neon gáz 7:1 arányú keveréke, nyomása 1,3 mbar. A két egyforma,  $f = 50$  cm fókuszu homorú tükrök az optikai padon egymástól 120 cm-re áll, pontosan szemben, a cső tengelyére illeszkedve. Bevonatuk frissen párolgatott ezüst, reflexiójuk körülbelül 98%. Az ezüst tükrök használata miatt a lézer nemcsak 1,15 μm, hanem 2,39 μm és 3,39 μm hullámhosszakon is működik. A képen jól láthatók a tükröbeállító mechanikai elemek, a háttérben a vákuum- és gáztöltő rendszer, tetején a mérőműszerekkel.

Érdekes volt az indulás. December 6-án délelőttre – kipróbálva, beállítva – minden készen állt. Mind a négyen némi izgalommal vártuk a teljes rendszer első próbáját. Ez igen megrendítő volt, ugyanis semmi sem történt! Előzetesen – a hátsó tükrök letakarásával – a gerjesztett kisülési cső végén kilépő spontán fényt (ez a bal tükrőről visszaverődve a 45°-os végablakon csatlóódik ki) lencsével egy 1,15 μm-re beállított monokromátor belépő részére képeztük le. A detektor jelét egy igen érzékeny regisztráló galvanométer mutatta. Ez világosan jelezte a neon 1,15 μm-es gyenge színképvonalának meglétét. Ezután kitakartuk a hátsó tükröt: semmi változás! Nincs lézerműködés? Mielőtt nagyon kétségbe estünk volna, *Kántor Károly* kollégánk éppen csak hozzányúlt a lencse oldalirányú állító csavarjához – és a galvanométer egyszerűen elszállt! Ez legalább hat nagyságrend intenzitásnövekedést jelzett a spontán vonalhoz képest! A lézer tehát rendben működött – utóbb megmértük a kilépő teljesítményt, ami a várakozásnak megfelelően körülbelül 2,5 mW-nak adódott. A kezdeti beállítási hiba pedig egyszerűen a lézernyaláb nagyfokú párhuzamosságából adódott. A körülbelül 10 szögperc széttartású nyalábot ugyanis a lencse 0,1 mm-nél kisebb foltocskára



2. ábra. A KFKI-ban kidolgozott 633 nm-es (vörös színű) He-Ne lézercsalád.

fókuszálta és ezt a foltocskát a spontán fény körülbelül 1 mm-es foltja alapján nem lehetett pontosan a belépő részre állítani.

Ezután már le mertük hívni a laboratóriumba *Jánossy Lajos* igazgatónkat, aki igen nagy érdeklődéssel nézte meg a lézert. Leginkább az „üvegteszt” tetszett neki. Ez a következő volt: ha egy sík üveglemezt a rezonátoron kívül a nyaláb útjába tettünk, a lemez két felületén fellépő reflexiók következtében a detektor – a várakozásnak megfelelően – körülbelül 8% intenzitáscsökkenést mutatott. Ha ugyanezt a üveglemezt a lézer rezonátorába, például az egyik tükör és a kisülési cső közé tettük, a jel 0-ra lement, vagyis a lézer leállt. A magyarázat egyszerű: az ablak okozta körülbelül 8% veszteség nagyobb volt, mint a gázkisülési cső fényerősítő képessége (a tükör és a kicsatoló ablak veszteségeit is figyelembe véve). *Jánossy* professzor jó párszor saját kezűleg is megismételte ezt az egyszerű kísérletet.

Az elkövetkező napokban sok vendégünk volt a laboratóriumban. Ezek közül csak egyet említek, *Novobátszky Károlyt*, az ELTE Elméleti Fizikai Tanszéke neves professzorát. Ő akkor már igen idős volt, mégis, amikor híre ment lézerünk beindulásának, Marx György útján jelezte, hogy szeretné megnézni a lézert. Kollégájával együtt hamarosan megjelent laboratóriumunkban. Részletesen elmagyaráztatta a lézer működését. Bemutattuk az „üveglemeztesztet”, ami láthatóan igen tetszett neki. „Nagyon érdekes, kérem, nagyon érdekes” – mondta az idős professzor elismerően.

Ezen első demonstratív lézert egy évtizedes intenzív kutató-fejlesztő munka követte. 1964-ben megszületett a vákuumrendszertől független, egyenárammal gerjesztett lézercső, elkészültek az első kiváló, nagy reflexiójú dielektrikum tükrök, 1965 tavaszán pedig laboratóriumunkban működni kezdett a – *White* és *Rigden* [9] által még 1962-ben felfedezett – 633 nm-es vörös He-Ne lézer. Ezt a kísérleti példányt – *Jánossy* Lajos kérésére – az ELFT 1965-ös tavaszi pedagógustovábbképzése keretében a tanároknak is bemutattuk, néhány demonstrációs kísérlettel: a nagy előadóterem falain végigfutó körülbelül 10 mW-os vörös lézersugár, amelynek útja – a porrészezsckéken való

szóródás révén – a levegőben is látható volt, valamint a fényelhajlási és interferencia-kísérletek nagy tetszést arattak, mert megmutatták a lézer adta lehetőségeket az optika oktatásában. 1967 nyarán elkészült az első komplett hordozható lézer, amit a fizikustársadalom az ELFT soproni vándorgyűlésén láthatott. *Jánossy Mibály* kollégánk holográfiáról tartott előadásában ezzel a lézerrel demonstrálta az – általa korábban ugyanezen lézerrel készített – első hazai hologramok rekonstrukcióját. Itt szeretnék megemlékezni e lézer megalkotásában közreműködőkről: *Majorosi Antal* üvegtechnikus (lézercső), *Rózsa Károly* (elektróda és ablakrögzítés), *Bakos József* és *Szigeti János* (tükrök), *Tóth József* (rezonátormechanika, csőtöltés, lézerbeállítás), *Ádám Ferenc* (tápegység).

Ezen az úton továbbhaladva arra törekedtünk, hogy reprodukálható, optimális paraméterekkel rendelkező (teljesítmény, stabilitás, élettartam, divergencia és nyalábminőség) He-Ne lézercsaládot alakítsunk ki. Embargós, illetve devizanehezségek miatt ugyanis igen sokan (főként egyetemek, kutatóintézetek, klinikák) szerettek volna tőlünk ilyen lézert szerezni. A 2. ábrán bemutatjuk az 1971–73 években kifejlesztett és több példányban elkészített három lézertípust (5–25–50 mW lézerteljesítmény). Az 5 mW-os lézer bizonyult a legnépszerűbbnek: 100 db készült belőle. E kis méretű lézereket (40 cm rezonátorhossz) főként optikai rendszerek beállításánál és az optikai mérés technikában alkalmazták. A nagyobb méretű, illetve teljesítményű típusokat (25 mW-nál 120 cm, 50 mW-nál 150 cm rezonátorhossz) a holográfiában és az orvosi alkalmazásoknál (sebgyógyítás) használták: a 25 mW-os lézerekből 29 db, az 50 mW-os lézerekből 7 darab készült.

E lézercsaláddal kapcsolatban szeretném kiemelni két technikus kollégánk tevékenységét: *Tóth József* tervezte és nagyrészt ő is készítette el a lézerek mechanikáját, *Forgács Judit* gondoskodott a lézercsövek vákuumtechnikai előkészítéséről és gázkeverékkel való megtöltéséről. Ők ketten végezték el a lézerek végső beállítását és ellenőrzését, továbbá – több mint három évtizeden keresztül – az esetleg szükséges javításokat, felújításokat is.

Az utolsó két évtizedben a He-Ne lézerek szerepét fokozatosan átvették az egyszerűen kezelhető, olcsó, hosszú élettartamú, ugyancsak vörös fényű félvezető lézerek. De még ma is He-Ne lézereket használnak ott, ahol fontos a jó fókuszálhatóság, illetve a kis spektrális sávszélesség.

Természetesen a He-Ne lézerek kutatása és a hozzá kapcsolódó fejlesztések, amelyeket az előzőekben vázoltam, a KFKI-ban folytatott kutatásoknak<sup>2</sup> csak egy kis szegmensét jelentik. De úgy gondolom, hogy ezek a munkák érdemben segítették a hazai optikai kutatások és alkalmazások előrehaladását mind a mi intézetünkben, mind az ország többi kutatóhelyein.

<sup>2</sup> A KFKI-ban, majd ennek átalakulása után egyik utódintézetben, az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézetben (SZFKI) végzett optikai alap- és alkalmazott kutatásokról néhány éve részletes beszámoló jelent meg a *Magyar Tudomány*ban [10].

## Irodalom

1. Maiman, T. H.: Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 187 (8. Aug. 1960), 493–494.
2. Javan, A., Bennett, W. R. Jr., Herriott, D. H.: Population inversion and continuous optical maser oscillation in a gas discharge containing He-Ne mixture. *Phys. Rev. Lett.* 6 (1. Febr. 1961) 106–110.
3. Schawlow, A. L.: Optikai maserek. *Fizikai Szemle* 11 (1961. szept.) 263–270, (*Scientific American*, June 1961)
4. Bakos J., Csillag L.: A lézer. *Fizikai Szemle* 13 (1963. okt.) 304–311.
5. Bakos J., Csillag L.: Lézer-típusok és alkalmazásai. *Fizikai Szemle* 13 (1963. dec.) 359–367.
6. Rigrod, V. W., Kogelnik, H., Brangaccio, D. J., Herriott, D. R.: Gaseous optical maser with external concave mirrors. *J. Appl. Phys.* 33 (Febr. 1962) 743–744.
7. Boyd, G. D., Gordon, J. P.: Confocal multimode resonator for millimeter through optical wavelength masers. *Bell Sys. Tech. J.* 40 (March 1961) 489–508.
8. Bakos J., Csillag L., Kántor K., Varga P.: Ezüsttükros nagyfrekvenciás gerjesztésű He-Ne laser. *KFKI Közl.* 13 (1965), 195–197.
9. White, A. D., Rigden, J. D.: Continuous gas maser operation in the visible. *Proc. IRE* 50 (July 1962) 1697.
10. Czitrovszky A., Farkas Gy., Bánó G. és munkatársai: Lézerfejlesztések és lézeralkalmazások a KFKI-ban, majd az SZFKI-ban. *Magyar Tudomány* (2005), 1499–1510.

# ALÁZATRA NEVEL, HA EGY LAPON EMLÍTENEK A FÉLISTENEKKEL – Edwin F. Taylorral Bokor Nándor beszélget

– *A fizikusok között az egész világon, Magyarországon is, számos rajongója van a Téridőfizika című könyvnek, amelyet Ön és John Archibald Wheeler írt.<sup>1</sup> 1972-ben megjelent Öntől egy írás, amelyben beszámol arról, hogyan dolgoztak John Wheelerrel a Téridőfizika 1963-as kiadásán, valamint leírja személyes benyomásait is Wheelerről (többek között Wheeler érzelmi reakcióját, amikor mestere, Niels Bohr haláláról értesült 1962 novemberében) [2]. Az Ön és Wheeler közötti munkakapcsolat és barátság 1962-ben kezdődött, mielőtt Ön egyéves alkotói szabadságát töltötte a Princeton Egyetemen. Egyik teendője az volt, hogy jegyzeteket készítsen egy elsőéves fizika kurzus előadásaihoz, amelyet Wheeler egy 35 fős évfolyamnak tartott. Wheeler 6 hét relativitáselmélettel kezdte a kurzust!*

*A fizikának mely főbb területei érdekelték, mielőtt John Wheelerrel találkozott? Mindig is különösen érdekelt a relativitáselmélet, vagy pedig Wheeler előadásmódja bozta ezt a területet igazán közel a szívéhez, amelyet azon az 1962-es elsőéves fizika kurzuson hallott?*

– Apám, Lloyd W. Taylor, fizika tankönyveket írt, tehát a fizika iránti vonzalom számomra természetesen adódott. Első könyvem, a *Bevezető mechanika (Introductory Mechanics)*, azalatt került ki a nyomdából, mielőtt alkotói szabadságon voltam a Princeton Egyetemen. Abban a könyvben volt néhány fejezet a speciális relativitáselmületről. Wheeler intézte el, hogy legyek az asszisztense ezen a bevezető kurzuson, amit kiemelkedő képességű hallgatónak tartott.<sup>2</sup> Teljesen megbabo-

názott, ahogyan a speciális relativitáselméletet tárgyalta, és rögtön el is kezdtem az előadásokról jegyzetet írni. Ezt az egyik titkárnő stencilezte, és a félév végén kiosztottuk a hallgatónak. Ebből nőtt ki a *Téridőfizika*.

– *Milyen volt a könyv fogadtatása a fizikusok és az egyetemi hallgatók között? Azonnal lelkesen fogadták a szakmabeliek?*

– Nem a könyv szerzőjét érdemes kérdezni erről. Ő ugyanis „torz mintát” kap a reakciókból. Ha valaki utál egy tankönyvet, rendszerint nem fogja a véleményével külön megkeresni a szerzőt. Wheeler elég nagy név volt ahhoz, hogy a *Téridőfizikára* irányítsa a figyelmet, és a könyv kedvező kritikákat kapott.

– *Milyen pedagógiai kontextusban jelent meg a könyv? Más szóval: emlékei szerint milyen egyetemi tankönyvekből tanították az 50-es évek végén a speciális relativitáselméletet alsóéveseknek?*

– Amikor én alsóéves voltam, a bevezető fizika tankönyvben nem esett szó relativitáselmületről. Azt hiszem, csak a 60-as években, az MIT és a Berkeley által kiadott bevezető szintű tankönyvek megjelenésével került be a speciális relativitáselmélet a tananyagba, és azóta ott is maradt.

– *Tudna valamit mondani a könyv külföldi fogadtatásáról? Hány nyelvre fordították le? Emlékszik-e, melyik volt az első külföldi kiadás?*

– Az orosz kiadás volt az első 1969-ben, aztán jött a francia 1970-ben, a lengyel 1972-ben és a magyar 1974-ben (ezt 2006-ban újra kiadták). Wheeler és én 1992-ben megjelentettünk egy második, átdolgozott változatot. Ezt 1994-ben kiadták németül, 1996-ban olaszul, 2012-ben pedig szlovákul. Az *Exploring Black Holes* pedig japánra fordítva jelent meg 2004-ben.

– *Használta-e a Téridőfizikát mint tankönyvet az MIT-n tartott előadásaihoz? És használta-e Wheeler a Princetonon a későbbi elsőéves diákjaival?*

Edwin F. Taylor a Massachusetts Institute of Technology emeritus kutatója 2013. július 11-én tart előadást az ELTE-n (erről és Taylor életútjáról lásd előző számunk 177–178. oldalait). Bokor Nándor a BME Fizikai Intézet oktatója.

<sup>1</sup> A könyv magyar nyelven 1974-ben jelent meg először, a második kiadás 2006-ban látott napvilágot [1].

<sup>2</sup> Olyan kurzus volt ez, amelyet elsőéves diákok kislétszámú, válogatott csoportjának tartottak. A csoportba például azok kerülhettek be, akik középiskolában egyetemi szintű alapképzést kaptak, vagy akik az emelt szintű központi felvételin kimagasló eredményt értek el.