

FÉNYES IMRE

VÁLOGATOTT ÍRÁSAI

PRINCIPIA PHILOSOPHIAE NATURALIS

Sorozatszerkesztő
Ropolyi László és Szegedi Péter

FÉNYES IMRE

**VÁLOGATOTT
ÍRÁSAI**

Válogatta
Ropolyi László és Szegedi Péter

A kötet megjelenését a Magyar Tudományos Akadémia és a könyvkiadói program keretében a Nemzeti Kulturális Alap támogatta.

MTA MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA



Nemzeti
Kulturális
Alap

© Ropolyi László, Szegedi Péter, Typotex, Budapest, 2025
Hungarian translation © Gedő Éva, Szegedi Péter, 2025
Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

ISBN 978 963 493 308 3

ISSN 1588-7669

Kedves Olvasó!

Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!

Újabb kiadványainkról, akcióinkról a www.typotex.hu
és a facebook.com/typotexkiado oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó

Alapította Votisky Zsuzsa, 1989

A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Németh Kinga

Felelős szerkesztő: Brunner Ákos

Tördelte és a szöveget gondozta: Erő Zsuzsa

Borítóterv: Somogyi Péter

Készült a Multiszolg Bt. nyomdájában

Felelős vezető: Kajtor Bálint

TARTALOM

Előszó	7
1. A FIZIKA TÖRTÉNETE, ALAPJAI ÉS FILOZÓFIÁJA	35
A fizika evolúciója	37
Az egzakt determinisztikus fizika	99
2. A TERMODINAMIKA ALAPJAI ÉS FILOZÓFIÁJA	135
A mechanika matematikai elveinek alkalmazása a termodinamikában	137
Kiegészítések a termodinamika axiomatikus megalapozásához	144
A termodinamika alapjai (Részletek)	151
Termosztatika és termodinamika (Részlet)	197
Még egyszer a hőhalálról	224
Statisztikus ingadozások	230
3. A KVANTUMMECHANIKA ALAPJAI ÉS FILOZÓFIÁJA	235
A Schrödinger-egyenlet egy levezetése	237
A kvantummechanika valószínűségelméleti megalapozása és értelmezése	240
A modern kvantumelmélet elvi alapjai és ismeretelméleti problémái	270
Kvantumelmélet. Az anyag kimeríthetlensége. Az okság elve	285
A kvantumelmélet	300

ELŐSZÓ*

Fényes Imre a magyarországi fizika legjelentősebb tudósainak egyike. Tevékenysége a 20. század közepén bontakozott ki, egy olyan korban, amelyben a fizikában forradalmi átalakulások zajlottak: radikálisan új tapasztalatok és elméletek sorjázta, jelentős mértékben változott a fizika világképe, többször is módosultak a matematikai egzaktság, az elméleti munka kritériumai, sőt esetenként kihívást jelentett a valóság fontos komponenseinek értelmezéséhez alkalmas logikát találni.

Változott a tudomány társadalmi helyzete és megítélése is. Az első világháborúban a kémia, majd a 20. század közepén a fizika is elveszítette „ártatlan-ságát”: az ember természet feletti uralmát évszázadok óta biztosító tudományos eredmények ebben a korban nemegyszer ártatlanok millióinak elpusztításához járultak hozzá. Ugyanakkor a hidegháborús viszonyok által kreált keleti blokk országokban a tudományosság és a tudomány korábban sosem

*E kötet szerkesztői a 70-es években személyes kapcsolatban álltak Fényes Imrével, remélhetően az ebből fakadó elfogultságok nem rontanak a kötet minőségén. Ropolyi László már a felvételi vizsgáján találkozott Fényessel: ő volt a szóbeli felvételi bizottság elnöke. Másodéves fizikusként Fényestől tanulhatta a kontinuummechanikát (egyféléves tárgy volt, Fényes minden órát azzal kezdett, hogy a tábla bal felső sarkába felírta a kontinuitási egyenletet), később pedig a termodinamikát különféle speciálkollégiumok során. 1977-ben Fényes vizsgáztatta volna egyetemi doktori szigorlatán – ám kevéssel a kitűzött időpont előtt meghalt. Fényes termodinamikai/fizikai szemléletmódja mindvégig meghatározó volt és maradt számára. Szegedi Péter Fényes Imrével szintén egyetemi éve alatt találkozott, először szakmai (*Kvantumlogika* – 1973), majd filozófiai (*A fizika filozófiai problémái* – 1974) speciálkollégiumra járt hozzá, végül fizikus szakdolgozatát is az ő vezetése alatt írta (*Néhány egzaktul megoldható kvantummechanikai probléma ...* – 1975). Első filozófiai munkája (Ernst Machról – 1976) az ő inspirációjára született, ő volt az első olvasója/bírálója is. Fényes 1977-ben bekövetkezett halála után sokáig hiányolta irányító munkáját. A továbbiakban is mindig érdekelte a munkássága, különösen annak természetbölcséleti kihatásai.

tapasztalt figyelmet és megbecsülést élvezett. Részben ideológiai okokból, hiszen a régió országainak uralkodó „hivatalos marxista”, dialektikus és történelmi materialista világnézete az európai felvilágosodás örököseként a természeti, a társadalmi és az emberi viszonyok tudományos alapokon álló megértését tekintette materializmusa alapvető kritériumának. Részben pedig praktikus okokból: a viszonylagos gazdasági és társadalmi elmaradottság felszámolásának egyetlen reális eszközét a korszak ún. „tudományos-technikai forradalma” biztosíthatta.

Fényes munkásságát mindezek a tényezők befolyásolták. Kiemelkedő intellektusa és néhány kedvező körülmény (kiváló, és a tehetségére érzékeny tanárai, a háborús viszonyokat követő újrakezdés) következtében kivételes felkészültségre tett szert, és már egészen fiatalon nagyszerű eredményeket ért el. Érdemi módon tudott hozzájárulni a kor aktuális fizikai problémáinak tanulmányozásához, világszínvonalú elgondolásai részévé váltak a korabeli fizikai kutatásoknak, jelentőségük számos esetben mind a mai napig fennáll. Sikereit alighanem az tette lehetővé, hogy vizsgálódásai során képes volt a szokásosnál tágasabb összefüggésekbe illeszteni és így tanulmányozni, megérteni és megválaszolni egy-egy konkrét fizikai problémát. Érdeklődése és felkészültsége ugyanis kezdetektől fogva kiterjedt az egész fizikára, beleértve a fizikai világképhez tartozó, illetve ahhoz hozzájáruló filozófiai elveket és rendszereket is. Vizsgálódásai során általában tudatosan reflektált a fizikai problémákba foglalt természetfilozófiai összefüggések világossá tételére és fizikai tartalmuk tudományos és egzakt azonosítására. Mivel egyes természetfilozófiai elvek és elképzelések érvényessége kiterjed az egész természeti szférára – tanulmányozásuk révén minden fizikai problémát elhelyezhetünk a fizika egészének összefüggésében is. Fényes kutatásainak egyik jellegzetessége éppen ez: bármit is vett szemügyre, azt a fizika egészének kontextusába illesztve is érdeklődésének tárgyává tette. A természet felfedezésén dolgozó fizikus volt akkor is, amikor egy fizikai részprobléma megoldásával foglalkozott.

Fényes ugyanakkor tisztában volt a tudomány korabeli kulturális és társadalmi, sőt gazdasági jelentőségével is. Tevékenységének integráns részeként rendszeresen publikált a fizika szemléletmódjának és eredményeinek a laikus közönség számára is érthető cikkeket és könyveket. Figyelemre méltó, hogy ezen „népszerű” munkáinak színvonala semmivel se maradt el a szűkebb ér-

telemben vett szakmai cikkeinek színvonalától – teljes mértékben alkalmasak ma is releváns fizikai problémák bemutatására. Emellett arra is gondot fordított, hogy ennek során tisztázza és érthetően bemutassa egyes fizikai problémák kulturális, történeti és filozófiai kontextusait. Filozófiai pozícióját materialista meggyőződése és a mozgó anyagnak, a valóság változékonyságának tapasztalta nyomán a materializmus és a dialektika elveire és elképzeléseire alapozta – természetesen a tudományos gondolkodás igényeinek megfelelő kritikai, innovatív és bizonyított módon. Aktívan támogatót oktatási kísérleteket és effélékben tevékeny embereket, meghatározó szerepe volt a fizika filozófiai kérdéseinek egyetemi oktatásában is. Egyetemi munkája mellett sok éven át (némileg ahhoz hasonlóan, mint annak idején Leibniz vagy Neumann) „műszaki tanácsadóként” is dolgozott: ipari kutatóintézetekben vett részt konkrét termelési problémák megoldásában.

Fényes Imre 1917. július 29-én született a magyar–román határ melletti Kötegyánban. Születése idején édesapja, Fényes Imre (1868–1934) még viselte a csokaji előnevet. Ő ugyanis Csokajból (mai helyesírással Csokaly, ma Románia – Ciociaia) származott, ahol a tágabb Fényes-család a környék birtokainak többségét tulajdonolta. Trianon után – miután a családfő elvesztette állását – a család a Romániához került faluból Magyarországra költözött, de maradtak Biharban. Az apa községi főjegyző volt,² egykori házuk ma a kötegyáni polgármesteri hivatal, amelynek falán tábla őrzi a fizikus fiú emlékét. Édesanyja, Gaál Margit (1877–1963) Varannóban (ma Szlovákia: Vranov nad Topľou) született. A család öt gyermeket nevelt, Imre született negyediknek.

Fényes a házukkal szemben lévő általános iskolában kezdett tanulni, ahol 5 évet töltött (szerinte valószínűleg anyagi okok miatt kellett plusz egy évig ottmaradnia). Gimnáziumi tanulmányait 1928-ban Békéscsabán kezdte az evangélikus Rudolf Főreál Gimnáziumban (ma Andrássy Gyula Gimnázium és Kollégium), de IV. évtől a szeghalmi református Péter András Reál-gimnáziumba (ma Péter András Gimnázium és Kollégium) járt, mert a család az apa nyugdíjazása után Szeghalomba költözött. Ez utóbbi gimnázium 1926-ban nyílt meg, és Nagy Miklós volt az igazgatója az első 20 évben. Fé-

²A két Imre életéről kicsit több részletet tudhatunk meg Nádasy László interjújából: Egy tudós gondjai (Beszélgetés Fényes Imre professzossal). *Új írás* 1973/1, 109–118.

nyes a bekerülés évében konfirmált; édesapja egy stopperórát, ő maga pedig egy négy lábú csirkét adományozott az iskolának.³ A következő évben már növénytanból és kémiából tartott előadást a diák önképzőkör matematikai és természettudományi szakosztályában. VI. osztályosan e szakosztály titkára lett, előadásokat tartott Einstein elméletéből és a kvantumelméletből, de önálló értekezést írt az irodalmi szakosztályban is. A következő évben már az egész önképzőkör alelnökéeként mond megnyitó beszédet az aradi vértanúk tiszteletére rendezett gyászünnepélyen. Titkári tisztséget visel és aktív a református tanulókat tömörítő vallási körben is. Újabb dolgot írt az önképzőkör irodalmi-történelmi szakosztálya számára. Nyolcadikosként egy ideig az önképzőkör természettudományi szakosztályának elnöke, de közben dicséretet kap a szépirodalmi pályázatra beküldött verseiért is. Ezt a hozzáállását felnőttként is megőrizte, sosem támogatta a „két kultúra” elképzelést.⁴ Jó magaviseletéért és kiváló tanulásaért megkapja a református diákok Kálvin-érmét. Valójában a jegyei alapján nem volt nagyon jó tanuló (majdnem csak a természettudományokban voltak átlagon felüli eredményei), és végül éppen hogy „érett”-nek nyilvánították. Az igazgató, Nagy Miklós azonban jelentős hatással lehetett Fényesre, valószínűleg ennek köszönhető szerzőnk fizikusi karrierje. A kapcsolatot később is tartották, közös munkájuk egyik eredménye az 1959-es *Mikrofizika* c. könyv, amelyből ebben a kötetben is közlünk egy részletet. A gimnázium fizika szaktermét 1996-ban Fényesről nevezték el.

Fényes egyetemi tanulmányait 1937-ben Budapesten kezdte a M. Kir. Pázmány Péter Tudományegyetemen (ma Eötvös Loránd Tudományegyetem), de az első év után kihagyott egy évet, és 1939-ben a M. Kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (ma Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) Mérnöki és Építésmérnöki Karának Mérnöki osztályára iratkozott be. Fél év után – a rajz miatt – ezt is otthagyta, és tanulmányait a debreceni Tisza István Tudományegyetemen (ma Debreceni Egyetem) folytatta, ahol a református kollégiumban kapott szállást. Debrecenben nagy ha-

³A gimnáziumi adatokat annak évente megjelenő *Értesítőjé*-ből vettük, amelyeket Nagy Miklós igazgató állított össze, és az *Arcanum* adatbázisában található meg.

⁴Ld. Abody Béla reakcióját Fényesnek a *Thália vendége* c. rádióműsorban való szerepléséről: *Élet és Irodalom* 1967/21, 9.

tással volt rá Karácsony Sándor⁵ és a kísérleti fizikus, Gyulai Zoltán. Utóbbi vitte magával az 1940-ben újrainduló kolozsvári Ferenc József Egyetemre, de – Fényes laboratóriumi munkájának problematikussága miatt – nem a saját kísérleti fizikai intézetébe, hanem az elméleti fizika tanszék vezetőjének, a szintén frissen kinevezett Ortvy-tanítvány Gombás Pálnak a figyelmébe ajánlva. Utóbbi hallgatója lett Fényes. Gombás és Gyulai nemcsak az ifjú tudományos képzéséről gondoskodott, hanem anyagilag is segítették az egzisztenciálisan nem túl jól álló és házasodni készülő⁶ hallgatót, aki azért orvos bátyjától is kapott és házitanítóként is keresett pénzt. Fényest már a kezdeteknél háromnegyed tandíjelengedésben részesítették,⁷ majd Gombás jelölése nyomán ösztöndíjat is kapott. Volt, hogy kölcsönt is kért az egyetemtől. Szerencsére IV. évesen beadott *Közelítő eljárások atomtermék kiszámítására* c. pályamunkáját is pénzjutalomban részesítették. Amikor az elvégzett 5 félév után kérte a végbizonyítványt, azt is csak az anyagi helyzetére tekintettel adták ki – ugyanis hanyagságból nem záratta le a debreceni félévét, tehát elvileg nem kaphatta volna meg –, mert az abszolutóriummal emelkedhetett a gyakornoki fizetése (Gombás előterjesztésére 1941-ben lett először díjtalan, majd 1942-ben díjas gyakornok⁸). Abszolváltnak is kapott még pályadíjat a korábban beadott *Statisztika* c. munkájáért.

Gombás 1944-ben Budapestre távozott. Előtte azonban 1943-ban tanítványa megvédte *Az atom hullámmechanikai és statisztikus elméletének kapcsolata* c. doktori értekezését,⁹ amelynek Gombás és Gyulai voltak a bírálói. Doktori szigorlatot Fényes fő tárgyként fizikából, melléktárgyként pedig matematikából és kémiából tett. A doktori birtokában először tanársegédként alkalmazták, és például Dezső Lóránt előadásához (*Az anyag korpuszkuláris elmélete*) tartott „gyakorlatokat és kiegészítéseket”. Vele és másokkal együtt

⁵Nyelvelméleti felfogásának hatása még Fényes utolsó művében is kimutatható, l. Gurka Dezső: Kalmár László szerepe Lakatos Imre matematikafilozófiájának alakulásában, in: Békés Vera (szerk.): *A kreativitás mintázatai*. Áron Kiadó, Budapest, 2004. 262–266.

⁶1944-ben, a Kádár Eszterrel kötött házassága alkalmából az egyetem a vallás- és közoktatásügyi miniszterhez folyamodott 400 pengő rendkívüli segélyért.

⁷Az egyetemi jegyzőkönyveket a Szegedi Tudományegyetem őrzi, és a *Hungaricana* közgyűjteményi portálon férhetők hozzá.

⁸Gábos Zoltán: Fényes Imre kolozsvári éve. *Fizikai Szemle* 1992/8, 307–309.

⁹*Csillagászati Lapok* 6/2, 49–69.

tagja lett egy illegális csoportnak, ahol megkapta Sztálin: *Dialektikus és történelmi materializmus*-át és Molnár Erik: *Dialektiká*-ját, de politikai tevékenységet nem fejtett ki. Talán ez utóbbinak is köszönhető, hogy Kolozsvár felszabadulása után megválasztják az egyetem szakszervezeti főtitkárának. Ezekben az években nyilván nem volt könnyű tudományos munkát végezni, de 1944 nyarán beküldi „A statisztikus atommodell hullámmechanikai levezetése”¹⁰ c. cikkét a *Zeitschrift für Physik*-nek, amely kora vezető fizikai folyóirata volt, a cikk azonban – a háborús körülmények és a konszolidáció nehézségei miatt – csak 1949-ben jelenik meg.

1945-ben, tehát 28 éves korában kinevezik nyilvános rendes tanárnak, és ő lesz az időközben Bolyai nevét felvevő egyetem Elméleti Fizika Intézetének a vezetője. Itt alapozta meg későbbi kutatási témáit és fizikusi szemléletét. Folytatta a statisztikus atommodell és a kvantumelmélet kapcsolatának vizsgálatát, azt gondolta, hogy a kvantummechanika alapvető jellemzője a véletlen, de ez a véletlen lényegében ugyanaz, mint máshol. Ebből a témakörből az első megjelenő cikkét, *A Schrödinger-egyenlet egy levezetése*-t¹¹ olyan – csak ideiglenesen megjelenő – folyóirat közölte le, amely aztán lényegében hozzáférhetetlenné vált. E rövid cikket most magyar fordításban teljes terjedelmében közöljük. A visszaemlékezések szerint óráit logikusan építette fel, nála nem sokkal fiatalabb hallgatóival közvetlen kapcsolatokat épített ki, bevonta őket gondolkodásába. A tanításhoz *Az elméleti fizika alapjai* címmel készített jegyzetet, amelyet 1948-ban adtak ki.¹² E tárgyon kívül termodinamikát, elektrodinamikát, kvantummechanikát, kristályfizikát és természetfilozófiát tanított.¹³ Nem sokkal később azonban a magyar állampolgárságú tanárokat eltanácsolták az egyetemről.¹⁴

¹⁰Imre Fényes: Zur wellenmechanischen Herleitung des statistischen Atommodells. *Zeitschrift für Physik* 125 (1949), 336–346. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Természettudományi Szakosztálya is – Fényes akkoriban írt más (német és angol nyelvű) cikkeihez hasonlóan – kiadta különlenyomat formájában 1945-ben Kolozsvárott.

¹¹I. Fényes: A Deduction of Schrödinger Equation. *Acta Bolyai(ana)* 1 (1946), 5–7.

¹²Fényes Imre: *Az elméleti fizika alapjai*. Előadásai a Bolyai Tudományegyetemen, Romániai Egyetemi és Főiskolai Hallgatók Országos Szövetsége, Kolozsvár, 1948.

¹³Gábos Zoltán: Emlékezés Fényes Imrére. *Természettudományi Közlöny* 124/4 (1993), 146–148.

¹⁴Gábos Zoltán: A harmadik erdélyi egyetem fizikusai. *Természet Világa*, 2006. I. külön-

1950-ben a magyar kormány felkérésére Fényes elvállalja a Debreceni Egyetem Elméleti Fizikai Tanszékének irányítását (docensként, a romániai egyetemi tanári címét nem fogadták el¹⁵). Ennek a majdnem teljesen új tanszéknek a felfejlesztése volt a feladata, amelyet sikeresen meg is oldott. Az oktatáshoz kolozsvári jegyzetét használta,¹⁶ de írt külön elméleti mechanika jegyzetet is. Rögtön bekapcsolódott a magyar tudományos életbe is, novemberben már előadást tart az MTA ünnepi osztályülésén az irreverzibilis termodinamikáról, ráadásul egy variációs elvre alapozva, ami a nemzetközi kutatások élvonalába helyezi. Erről a területről ő tart Magyarországon először egyetemi kurzust, amelynek tartalmát megírja 1952-ben megjelent, majd – nem pontosan ismert okokból – bezúzott könyvében. (Ebből a könyvritkaságból is közlünk részletet. A könyvhöz – bizonyításokkal, lektorálással – a Debrecenben megismert matematikusok – főleg Rényi Alfréd – is hozzájárultak.) Azon kevés fizikus közé tartozott, aki nem csupán hivatkozott Neumann János *A kvantummechanika matematikai alapjai* c. könyvére, hanem el is olvasta azt, sőt a tanszéki szemináriumra is bevitte. A könyvnek a mérhetőség korlátairól vagy a rejtett paraméterekről szóló részei később – ha nem is kizárólag pozitív – szerepet játszottak munkásságában.

Az újjászervezett Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága ebben az évben – másokhoz hasonlóan – korábbi munkássága alapján a fizikai tudomány kandidátusa címmel ruházza fel. Az 1952-es év – minden itthoni probléma ellenére – meghozza számára a világhírt. Két termodinamikai és két kvantummechanikai cikke jelenik meg, három közülük a *Zeitschrift für Physik*-ben. Utóbbiakat teljes terjedelmében közöljük e kötetben.¹⁷ A termodinamika elvi-axiomatikus megalapozása és a kvantummechanika sztochasztikus értelmezésének első alapos kísérlete komoly feltűnést kelt. Az elismerés elsősorban külföldről jön, itthon inkább vitákat vált ki. Fel-

szám, 34.

¹⁵ Abonyi Iván: Emlékezés az ELTE TTK Elméleti Fizikai Tanszékének egykori tanáira. *Fizikai Szemle* 2007/6, 199.

¹⁶ Tamássy-Lentei Ilona: A debreceni évek. *Természettudományi Közlöny* 124/4 (1993), 149–150.

¹⁷ A negyedik cikk a kvantummechanika cikk rövidebb változatának tekinthető: Fényes, I.: Stochastischer Abhängigkeitscharakter der Heisenbergschen Ungenauigkeitsrelation. *Naturwissenschaften* 39 (1952), 568.

fogásával Fényes mindkét területen szembekerül a hazai elfogadott és bejáratott értelmezési iskolákkal, tekintélyekkel. Sikere feltehetőleg némi irigységet is kiváltott. Valószínűleg az sem segített rajta, hogy a *Fizikai Szemle* 1953/3-as reprezentatív számában, amelyet a fizikai kutatás 1945 utáni hazai fejlődésének szenteltek, a kvantumelmélet területén Nagy Károly, az atomok elmélete esetén Pauncz Rezső ismertetik 1952-es cikkeit, addig maga Fényes a termodinamikáról és statisztikus fizikáról szóló beszámolójában önmagán kívül csak Széll Kálmánt és két matematikust (Egerváry Jenőt és Turán Pált) említ meg.

Időközben az egyetemen belül is konfliktusai támadnak, kifogásolja az egyetem működésének egyes vonásait, de ezekben a vitákban a párt az ő javára dönt, így belép a Magyar Dolgozók Pártjába. Felismerve filozófiai érdeklődését, itt rögtön a világnézeti oktatás felelőssévé és egyben pártbizottsági taggá tették.

Szakmailag Gombás már korábban sem támogatta a kvantummechanika és a termodinamika elvi alapjainak kutatását (talán ez is oka lehetett az említett könyv-bezúzásnak). Szerinte ez túl nagy feladat, amely helyett inkább a részletekkel kellene foglalkozni. Amikor Fényes egyedül maradt Kolozsvárott, engedhetett az őt jobban érdeklő témák vonzásának. Az ott elkezdett munkáit folytatta Debrecenben. Gombás inkább iskolájának egy másik tagját, Gáspár Rezsőt szerette volna a debreceni tanszék élére tételni,¹⁸ így 1953-ban – Novobátzky Károly tanszékvezető beleegyezésével – Fényest áthelyezték Budapestre az Eötvös Loránd Tudományegyetem Elméleti Fizika tanszékére docensnek (ha pontosak akarunk lenni, akkor tanszékvezető docensnek, de tanszékvezető nem kapott hozzá). A Gombással való kapcsolat ettől még nem szakadt meg, Fényesnek a „részletek”-ről szóló cikkeit ő ajánlja be az *Acta Physica*-nak; valamint jóval később, amikor a *Fizikai Szemle* 1966/7-es számát a Gombás-iskolának szentelik, a többiek lényegében szakcikket közölnek, Fényes pedig egy szubjektív beszámolót ad Gombással kapcsolatos 25 évvel korábbi kolozsvári élményeiről. Mindenesetre Fényes ettől kezdve élete végéig az ELTÉ-n oktat és kutat.

A Neumann-könyv nyomán kiterjeszti vizsgálódásainak területét az ún. kvantumlogikára is. 1957-ben a könyvből hallgatói szemináriumot tartott,

¹⁸Sólyom Jenő (összeállít.): *Fizika Magyarországon 1945 és 1959 között*. Typotex Kiadó, Budapest, 2020. 57.

majd gyakornokaival, Fáy Gyulával és Törös Róberttel vizsgálta tovább a kvantummechanikai és a klasszikus valószínűségi mező különbségét. A munkához jó tíz évvel később visszatérve (amikor Fényes felgyógyult vesebetegségéből) jutottak el a klasszikus és kvantumfizika eseménytereinek hálóméleti megfogalmazásához, amelyből kiderül, hogy hogyan jelentkezik ez a különbség az események logikai struktúrájában.¹⁹ A Fényes szerint nem túl szerencsésen kvantumlogikának nevezett területbe kötötünk utolsó fejezete ad egy bevezetést. Ezek a vizsgálatok nem csupán arra vezettek, hogy Fényes tanítványainak tollából – már halála után – megjelent egy kvantumlogika tankönyv,²⁰ hanem a magyar matematikai fizikai kutatások elindításához is, amelynek egyik iskolája²¹ a kvantumlogikához, a másik²² pedig Fényesnek a termodinamika axiómarendszereken végzett munkájához kapcsolódik.

Ezen a területen végzett kutatásait és publikációs tevékenységét ugyanis szintén folytatta. Cikkei jelentek meg magyarul, németül, oroszul a termodinamika főtételeiről, a termodinamikai mozgásegyenletek integrálásáról, a Le Chatelier–Braun-elvről, a termodinamikai oszcillációs effektusról.

Mindeközben arra is van ideje, hogy Nagy Miklóssal egy vastag magas szintű ismeretterjesztő könyvet írjon *Mikrofizika* címmel, amely 1959-ben jelent meg a Gondolat Kiadónál a nagyszerű Stúdium Könyvek köteteként. A mű a középiskolai végzettséggel rendelkező olvasók számára történeti tárgyalásban közöl meglehetősen részletes ismereteket a kémiai atomoktól az elektromosságon, a sugárzásokon, az atomon, a molekulákon keresztül az atommagig. Az utolsó fejezet pedig a kvantumelmélet elvi és ismeretelméleti problémáit taglalja. Ebből a fejezetből ebben a kötetben is reprodukáljuk a legfontosabb alfejezeteket, amelyek tartalmára és jelentőségére később még kitérünk.

1959-ben adja be az MTA-hoz 90 oldalas nagydoktori disszertációját *Termodinamikai folyamatok időbeli lefolyása az egyensúlyi állapot közelében* cím-

¹⁹Fáy Gyula: Fényes Imre munkássága a kvantummechanikai valószínűségi mezővel és kvantumlogikával kapcsolatban (szubjektív visszaemlékezések). *Fizikai Szemle* 1988/3, 84–89.

²⁰Fáy Gyula–Törös Róbert: *Kvantumlogika*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1978.

²¹Rédei Miklós, Szabó E. László és tanítványaik.

²²Matolcsi Tamás (aki a termodinamikánál sokkal általánosabban is foglalkozott a fizika matematikai megalapozásával), Martinás Katalin, Ván Péter, Fülöp Tamás és mások.

mel. A bírálók Gombáson kívül Nagy Elemér fizikus és Schay Géza akadémikus, az MTA Központi Kémiai Kutatóintézet alapító igazgatója, a termodinamika kémiai alkalmazásának szakértője voltak. A cím birtokában 1960-ban nevezik ki újra egyetemi tanárnak. A Fizikus Szakbizottság ajánlásában Nagy Elemér és Novobátsky professzorok a termodinamika axiomatikus megalkotásában és az irreverzibilis termodinamikában elért eredményei mellett kiemelik a kvantummechanika közelítő módszereinek területén történt sikeres vizsgálódásait – és mindezek külföldi elismeréséről is szót ejtenek.²³ Azt is leírják, hogy a legnagyobb visszhangot a kvantummechanika elvi alapjairól és interpretációjáról szóló cikkei kapták. Fényes azonban élete végéig csak „fapados” (az ő kifejezése) professzor maradt, sosem kapott az ELTÉ-n tanszéket. Sőt, egy – a fizikus szakterület korszerűsítésével foglalkozó – értekezleten arról panaszkodott, hogy az éppen beterjesztett javaslat nem oldja meg az ő (és néhány más magyar egyetemi tanár) problémáját, nevezetesen, hogy nincsenek munkatársai. Ha pedig valaki egyedül foglalkozik egy kutatási témával, akkor lényegesen nehezebb a dolga, korlátozottak a publikációs lehetőségei, stb.

Talán ez a körülmény és az alacsony fizetések is hozzájárultak ahhoz, hogy ipari kutatóintézetben (Hőtechnikai Kutató Intézet, majd utódja, a Villamosenergia-ipari Kutatóintézet) vállaljon félállást, illetve közreműködjön megbízások külső kutatásokban (KK). Műszaki tanácsadóként például alighanem sikerült megtalálnia a bányaomlások közvetlen okát is.²⁴

1960-tól az ELTE TTK Kari Tanács, majd az Egyetemi Tanács tagjaként részt vett az egyetemi közéletben is. Felszólalásaiban ugyanazokat az értékeket követte, mint tudományos munkásságában: a precizitást, a következetességet, a tudomány védelmét. Például az Egyetemi Tanács és a Pártbizottság együttes ülésén 1969. március 18-án vette magának a bátorságot, és hosszabban beszélt arról, hogy befolyásos emberek állami pénzen akár egyetemi tanárt vásárolnak maguknak, akik megírják helyettük a disszertációt, tudományos fokozatot szereznek, és az illetők ezáltal előbbre tudnak lépni a rang- és fizetési létrán.

Egyetemi oktatóként a fizika tanításának módszertana is nagyon érdekelt. Már 1954-ben – két szovjet termodinamika tankönyv ürügyén – cikkben

²³ Az ELTE jegyzőkönyveit szintén az *Arcanum* adatbázisában találtuk meg.

²⁴ Szűcs Ervin: Fényes Imre – műszaki tanácsadó. *Fizikai Szemle* 1988/3, 93–95.

áll ki például a termodinamika axiomatikus tanítása mellett.²⁵ Állásfoglalása mögött legalább részben az Ernst Machról alkotott véleménye állhatott. Mach a termodinamikában a hőérzetből indul ki, és – filozófiai nézeteinek megfelelően²⁶ – lényegében le is ragad ennél. Fényest ez messze nem elégítette ki, egyetértett Max Planck és Lenin Mach-bírátaival.²⁷ A magyar fizikatan-könyvek viszont döntően a machi vonalat követték. Fényes azonban be tudja úgy vezetni a hőmérséklet fogalmát, hogy közben egyáltalán nem hivatkozik a hőérzetre.²⁸

A fizika oktatása nem csupán az egyetemi szinten váltotta ki érdeklődését, hanem a közoktatásban is. Elsősorban a termodinamika tanításáról tartott előadásokat középiskolai fizikatanári ankétokon, de szakkört is vezetett. Részt vett a soproni Berzsenyi Dániel Gimnáziumban (ma Berzsenyi Dániel Evangélikus [Líceum] Gimnázium és Kollégium) végzett oktatási kísérletben is, amely a termodinamika oktatásának modern alapokra helyezését célozta. Erről egy emléktábla is szól a gimnázium épületének falán, sőt egy ideig Fényes nevét viselte a soproni Vermes Miklós Alapítvány által rendezett fizikai diákolimpia válogatóversenye is (annak ellenére, hogy Vermes – aki nem nagyon támogatta az oktatási kísérleteket – összeveszett Fényessel).

A közoktatáson túl a közművelődésben is jelentős szerepet játszott. Szám-talan népszerűsítő előadást tartott országszerte, részben mint a Tudományos Ismeretterjesztő Társaság tagja és egyik vezetője. Dolgozott az *Élet és Tudomány*, valamint a *Természettudományi Közlöny* (később *Természet Világa*) szerkesztőségében, és természetesen írt is ezekbe a folyóiratokba. Ismeretterjesztő tevékenységébe tartozott az is, hogy méltatásokat írt olyan neves fizikusokról, mint Einstein, Szilárd, Onsager, Heisenberg. E rövid cikkeket is ki-

²⁵Fényes Imre: Két szovjet tankönyv és az egyetemi termodinamikaoktatás. *Fizikai Szemle* 1954/5, 158–159. (A cikknek egy rövidebb és ideologikusabb változata megjelent a *Felsőoktatási Szemlé*ben is.) Fényes máskor is megtette, hogy könyvkritikán keresztül fejezte ki a nézeteit.

²⁶Fényes szerint ezek a filozófiai nézetek akadályozták meg Machot, hogy a mechanikában eljusson a relativitáselméletig.

²⁷Gondolatmenete nagyjából követhető a Horváth Józseffel közösen tartott speciálkollégium sillabuszából: A fizika filozófiai problémái. A fizikai fogalmak kialakulásának és tartalmának történeti-ismeretelméleti analízise. *Tájékoztató* 1975/1, 38–42.

²⁸Az itt szereplő közgazdaságtani analógiát külön cikkben is megírta, l. Fényes Imre: Fizika és rendszerelmélet. *Világosság* 1971/3, 184–187.

használta arra, hogy fizikai és világnézeti felfogásának hangot adjon. Azonban nem csupán természettudományi folyóiratokban jelentek meg tanulmányai, hanem társadalomtudományiakban is (l. *Világosság, Valóság, Élet és Irodalom*). Meglehetősen nehéz szétválasztani a tudományos, fizikai ismeretterjesztő és világnézeti jellegű írásait. Az ismeretterjesztéssel ugyanis nem csupán a nagyközönséget célozta meg, hanem fizikai (elsősorban, de nem kizárólag termodinamikai) felfogását a fizikus kollégák és tanárok között is próbálta népszerűsíteni (l. *Fizikai Szemle*). A kor egyik népszerű vitatémája volt például a Clausius-féle hőhalálmélet. Erről többször, több helyen, többféle megközelítésben is írt, mi e kötetben a talán leginkább természetfilozófiai jellegű cikkét közöljük.

Ezzel a témával foglalkozik következő – szintén a Stúdium Könyvek sorozatban megjelenő – *Entrópia* című könyvének utolsó fejezete. Az előzőhöz hasonló színvonalú vékony kötet is alkalmazza a történeti megközelítést, de alapvetően a címben is jelzett fogalmat járja körül – érintve az információelméletet is – Fényes sajátos módján. Ebből a statisztikus felfogást ismertető fejezet utolsó alfejezetét közöljük ebben a kötetben is.

A következő Stúdium könyvét²⁹ Fáy Gyulával és Törös Róberttel közösen adta ki, mintegy alátámasztandó kvantummechanikai munkásságát. Ez történeti sorrendben közöl szövegeket Planck, Einstein, Bohr, de Broglie, Heisenberg, Schrödinger, Pauli, Dirac, Born és Neumann írásaiból. Jelentősége azonban nemcsak ebben áll, hanem Fényes bevezetésében és a tanítványok összekötő szövegeiben is.

Mint már említettük, Fényest mindig érdekelték a világnézeti kérdések, és biztatásokat is kapott, hogy foglalkozzon ezekkel. Sok cikk után az első nagy összefoglalása ennek a témakörnek a *Fizika és világnézet* c. könyve, amelyet a Kossuth Könyvkiadó jelentetett meg 1966-ban. Az ilyen témájú művei mindig a fizikából indulnak ki, ahhoz kapcsolódnak és tulajdonképpen azt is szolgálják. Ennek a könyvnek is az az alcíme, hogy „Bevezetés a fizika gondolatvilágába”, de – mint más esetekben is – ez egy olyan bevezetés, amely elsősorban a szemléletmódot, a világnézeti relevanciát, az ismeretelméleti problémákat tartja szem előtt. Vagyis írásai mindig tartalmaznak egy adag fizikai ismeret-

²⁹ *A kvantummechanika klasszikusai* (Válogatott tanulmányok). Gondolat Kiadó, Budapest, 1966.

terjesztést, és ráadásként filozófiai gondolatokat. Utóbbiak háttérében nem csupán az ifjúkorában olvasott filozófusok – Pascal, Kant, Nietzsche, Ostwald – állnak, hanem a század elején szinte kötelező olvasmány Mach – és elsősorban az ő kritikájára (a fizikusok mellett) – használható Lenin, de különösen Engelsnek *A természet dialektikája* címen összegyűjtött megjegyzései, és a Fényes által sokszor használt dialektikus gondolatok ősforrása: Hegel. Mindez azonban nem azt jelenti, hogy e könyvben filozófiai hivatkozásokkal találkozhatunk – a gondolatmenetek Fényes sajátjai, de minimum keresztülmentek az ő személyes szűrőjén. Kötetünkben a mű utolsó fejezetének nagy részét közöljük, amely a kvantumelmélet Fényes-féle szemléletét, illetve annak a 60-as évek közepi változatát mutatja be.

1968-ban végre lehetősége nyílik a bezúzott könyv helyett ismét megírni egy bővebb összefoglalást arról, hogyan képzeli el a termodinamikát. *Termosztatika és termodinamika* c. könyvében hasznosítja a közben eltelt években kialakított gondolatait is, doktori disszertációját stb. Ebből a könyvből kötetünkben azokat a részleteket idézzük, amelyekből világosan kiderülnek a Fényes-féle termodinamika elvi alapjai.

Belefog egy még nagyobb vállalkozásba, a *Modern fizikai kisenciklopédia*³⁰ szerkesztésébe. A könyv címe kissé megtévesztő, valójában egy átfogó elméleti fizikai tankönyvről van szó. Egy tankönyvről, amelyből valószínűleg sohasem tanítottak, mert szemlélete nem egyezik meg a fő irányvonallal. Fényest egyébként az Elméleti Fizika Tanszéken nem is nagyon engedték fizikus-kutató szakosokat tanítani. A több mint 700 oldalas, nagyalakú, kéthasábos könyvből Fényes maga kb. 500 oldalt írt. „A fizika elvi alapjai” c. első részből teljes egészében csak az utolsó fejezetet, a variációs számítást engedte át munkatársának, Erdélyi Sándornak. Ez az első rész a fogalmi bevezetésen túl tartalmazza a klasszikus és relativisztikus mechanikát (beleértve a kontinuumok mechanikáját), az elektromosságtant, a gravitációelméletet, a kvantumelméletet (amelyből a részecskefizika egy részét másokkal íratta meg) és természetesen a termodinamikát. A könyv második része „Az anyag szerkezete” címet viseli. Ennek már akkor klasszikusnak tekinthető bevezetését az atomokról, molekulákról és az atommagról szintén Fényes írta. A modernebb részek (pél-

³⁰Fényes Imre (szerk.): *Modern fizikai kisenciklopédia*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1971.

dául kvantumfolyadékok, szilárdtestfizika) megírására pedig jeles elméleti fizikusokat (például Szépfalusi Péter, Zawadowsky Alfréd) kért fel, akik így a kor színvonalán álló, naprakész művet hoztak létre. Az egész könyv Fényesnek a fogalmak egzaktságán alapuló szemléletét tükrözi.

E nagy mű után belekezd egy szemléletének elvi alapjait tárgyaló könyv megírásába, *A fizika eredete* címmel.³¹ Kissé szokatlan módon, a könyvnek két alcíme is van: „Az egzakt fogalmi gondolkodás kialakulása” és „Történeti-logikai-ismeretelméleti elemzés”. A tartalom megfelel mindennek, amire a címek utalnak. Jelen kötetünk a fizika előtörténetét tárgyaló első rész kivételével mindegyik részből tartalmaz szövegeket, így be tudjuk mutatni a klasszikus fizika történeti és filozófiai elemzését, valamint a Fényesnek a kvantumelmélettel kapcsolatos utolsó álláspontját is. A kéziratot Erdélyi Sándor rendezte és publikálta, mivel azt Fényes már nem tudta befejezni, írása közben kapott szívrohamot, amely 1977. november 13-án vitte el. Halála után felesége és beteg lánya (Fényes Eszter) olyan nehéz körülmények között élt, hogy egyik tanítványa, Baranyi Károly létrehozta a Fényes Imre Alapítványt az elhunyt tudósok és művészek létbizonytalanságba sodródott családtagjainak segítségére.³²

Noha Fényes *világszemlélete* társadalmi és politikai kataklizmák körülményei között alakult, életének meghatározó helyszínein azonban jó ideig védelmes, támogató, inspiráló és teljesítményeit elismerő közösségek és emberek vették körül. Így volt ez a számára meghatározó jelentőségű szeghalmi gimnáziumban, majd a debreceni és a kolozsvári egyetemen is. Nagy Miklós, szeghalmi tanára és mentora kiváló és különleges egyéniségként a fizika és a matematika mellett ókori történelmet is tanított, mások a kötelező tananyag mellett politikával, filozófiával, kristálytannal, növényélettannal, zenetörténettel is foglalkoztak az órákon. Debrecenben Karácsony Sándor, Kolozsvárott pedig főként Gyulai Zoltán fizikus hatása, illetve támogatása segítette. Visszaemlékezéseiben nagy szerepet kapnak konkrét tanárok, barátok, kollégák, később tanítványok: nyugodtan mondhatjuk, hogy Fényes számára a konkrét emberekhez fűződő viszonya mindig igazán fontos volt.

³¹Fényes Imre: *A fizika eredete*. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1980.

³²*Népszabadság*, 1994. május 24. 29.

A *tudáshoz* való viszonyának alakulásában a tudásterületek összefüggései- re, valamint a kultúra egészére való fogékonyságra egyértelműen a kiemelkedő minőségű gimnáziumi oktatás orientálta. Mindezek a hatások újra megjelentek, amikor Budapestről visszatért Biharba. Ekkoriban a szeghalmi gimnázium és a Debreceni Egyetem is viszonylag új intézmények voltak, alacsony hallgatói létszámmal (Debrecenben egy-egy fizikát tanuló évfolyam nagyjából 10 hallgatóból állt) és változatos, ambiciózus oktatói gárdával. Karácsony Sándor népszerű bölcséleti attitűdje sok debreceni természettudományos hallgató világ- és tudományfelfogását is alakította (Fényeshez hasonlóan például a nála 5 évvel fiatalabb Lakatos Imre is beszámol róla).

Mindazonáltal Fényes *tudományfelfogása* döntő részben a kolozsvári évek alatt alakult ki. Mindenekelőtt: elköteleződött az elméleti munka mellett.³³ A statisztikai atommodell kutatásával kezdte kutatói pályáját, de hamarosan úgy találta, hogy e kutatási téma nyomán alapvető és mélyreható fizikai ismeretekhez is el lehet jutni. Az akkoriban formálódó kvantumfizika alapjai, a véletlen folyamatok és a kvantumelmélet viszonya kezdte érdekelni, az objektív véletlen fizikai értelme és jelentősége foglalkoztatta – vagyis rövid úton eljutott egy konkrét fizikai modell részleteivel való foglalatosságtól egy alapvető fizikai, sőt világnézeti kérdés vizsgálatának feladatához. Rögtön a kutatói pálya elején megmutatkozott a későbbiekben is mindig megfigyelhető kutatói attitűdje: Fényes olyan fizikus, akit a fizikai problémákban a bennük megmutatkozó, azonosítható és tanulmányozható természeti adottságok és meghatározottságok, a fizikai világ egészének összefüggései izgatnak.

Már ekkoriban megmutatkozik a modern fizikában ritkaságnak számító törekvése: kezdetektől fogva igényt tartott az egész fizika ismeretére, áttekintésére, egyetlen egységként való megértésére és bemutatására. Erről tanúskodik már az 1948-ban kiadott, az egész korabeli fizikát áttekinteni hivatott egyetemi jegyzete. Egy ilyen mű megírása fizikai és filozófiai feladat egyszerre, és csakis természetfilozófiai és fizikai szempontok kölcsönös alkalmazásával old-

³³ Az elméleti munka iránti fogékonyság bizonyára kortünet is. Ebben az időszakban tanult matematikát Kolozsváron a Fényesnél 4 évvel fiatalabb *Tóth Imre*, akit a matematika „gyakorlata” helyett ekkor már inkább a matematika filozófiai és tudománytörténeti témái foglalkoztattak. (Fényes akár ismerhette vagy esetleg taníthatta is Tóthot. 1948 és 1950 között „kollégák” is voltak, Fényes az elméleti fizika tanszékvezető tanára, Tóth pedig tanársegéd ugyanazon a karon – de korabeli kapcsolatuknak nem találtuk nyomát. Lásd továbbá e könyv 45. oldalát.)

ható meg. Fényes mindvégig ezt az utat járta. Természetesen nem kiváló elődök nélkül: hiszen igazán jelentős fizikai felismerések legtöbbször így jönnek létre. Kolozsvárott kézenfekvő mintát jelentett Fényes számára Farkas Gyula személye és tevékenysége, aki korábban évtizedeken át volt a kolozsvári egyetem legjelentősebb elméleti fizikusa. Farkas világszínvonalú fizikai munkássága, matematikai fizikai tevékenysége, a termodinamika axiomatikus megalapozásával kapcsolatos eredményei, társadalmi és kulturális aktivitása egyaránt fontosak lesznek Fényes pályájának és szemléletmódjának alakulásában.

Fényes igénye a fizika egészének áttekintésére és megértésére, az egész fizika egységes rendszerben való kifejtésére az évek során újabb és újabb publikációkban manifesztálódott. Az 1948-as egyetemi tankönyvhöz fogható monumentális vállalkozása az 1971-ben kiadott *Modern fizikai kisenciklopédia* korunkban egészen különleges, jószerivel egyedülálló teljesítmény – talán csak Richard Feynman és Lev Landau világhírű munkáival rokonítható, illetve hasonló célt követ Fényes utolsó – 1980-ban posztumusz megjelent – munkája, a jelen kötetben is kiterjedten idézett *A fizika eredete* című műve. Fontos különbség, hogy míg a *Modern fizikai kisenciklopédia* inkább a fizika nyelvén szól, és így az egész fizikát átfogóan bemutató tudományos szöveg, addig *A fizika eredete* igénybe veszi a természetfilozófia nyelvét is, és a fizika egészét inkább természetfilozófiai nyelven tárgyalja. Akiket foglalkoztat a fizika filozófiai tartalmainak azonosítása, illetve természetfilozófiai eszmék fizikai elméletekben való megjelenése, aligha találunk e két mű, e két világosan kidolgozott szemléletmód összevetésénél hasznosabb eljárást.

Nem hagyhatók figyelmen kívül Fényes két, szűkebben értelmezett fizikai „szakterülete”, a kvantumfizika és a termodinamika specifikumai sem. Egyrészt jellemzőjük, hogy „saját” alapkérdéseik megválaszolásához *egyéb* fizikai diszciplínák tanulmányozása is elkerülhetetlen. Így kiderülhet, hogy az objektív véletlennek a kvantumfizikában betöltött fundamentális szerepe megértéséhez jól használható a klasszikus szituációk beható ismerete. A termodinamikáról (hőtanról) pedig egyenesen azt mondja Fényes, hogy az „nem különálló fejezet, hanem az egész makrofizikának egyik sajátos, energetikai szempontú tárgyalásmódja”.³⁴ Másrészt az is lényeges, hogy a fizika két olyan területéről van szó, amelyek művelésének kezdetektől fogva integráns részét

³⁴ *A fizika eredete*, 172., illetve e kötet 84. oldala.

képezik *filozófiai* problémák. A kvantumfizika értelmezéseit uraló interpretációs változatok alapjában véve filozófiai/természetfilozófiai feltevéseikben különböznek. A termodinamika történetében pedig – Clifford Truesdell-lel szólva – kezdetektől fogva gondot okozott, hogy a (vénás vérzéstől a gőztáblázatokig terjedő) rendkívül változatos természetű megfigyelt *folymatok* vajon milyen elvek és eszmények révén hozhatók közös nevezőre? A szükségszerű általánosítások evidens módon filozófiai megoldásokat kívánnak – így a termodinamikában találjuk a filozófia eljárásaihoz és eredményeihez legszorosabban kapcsolódó fizikai elméleteket.³⁵ Ilyenformán Fényes szakmai és filozófiai érdeklődése tökéletesen illeszkedtek egymáshoz.

Fényes egész életművének jó összegzését nyújtja mindaz, ami 1952-ben történt vele. Nem nehéz észrevenni, hogy ekkor lényegében Einstein nyomdokába szegődött, s annak 1905-ös „csodálatos évét” mintegy reprodukálva 1952-ben ő is 3 eltérő tematikájú, de egyaránt alapvetőnek tekinthető cikket közölt a *Zeitschrift für Physik*-ben. Mindemellett március 31-én befejezte *A termodinamika alapjai* című radikálisan új szemléletű könyvének kéziratát is. A könyv kéziratának vitáján a matematikus Rényi Alfréd és a fizikus Kónya Albert egyaránt javasolták a publikálást. A könyvet kinyomtatták, ám az MTA főtitkárságán 1953. április 14-én tartott megbeszélésen számos erőteljes kritikát kapott, aminek következtében a már kinyomtatott példányokat – néhány darab megtartását engedélyezve – megsemmisítésre ítélték.³⁶

Egy kinyomtatott könyv bezúzása rendkívül szokatlan eljárás, ebben az esetben sem igazán világos, milyen tényezők befolyásolták. Többször hivatkoznak a könyv egyik lábjegyzetében található erőteljes Planck kritikára: „Megemlítenéd, hogy Planck megállapításai helyenként tévesek, ti. az érvényes tételeknek éppen az ellenkezőjét állítják. A tévedések oka az, hogy az intenzitásparaméter fogalmát nem látta tisztán.”³⁷ Ennek alapján felsejlik a könyv bezúzásának egy motivációja: a szerző túl sokat képzel magáról, amikor lábjegyzetekbe kényszerítve deklarálja saját fölényét minden fizikusok egyik

³⁵Ld. Ropolyi L.: Thermodynamic Elements in World Views – World View Elements in Thermodynamics. In: K. Martinás, L. Ropolyi, P. Szegedi (eds.): *Thermodynamics: History and Philosophy – Facts, Trends, Debates*. World Scientific, Singapore, 1991. 424–439.

³⁶Sólyom Jenő: *Fizika Magyarországon 1945 és 1959 között*. 138–139.

³⁷Fényes Imre: *A termodinamika alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952. 38.

legkiválóbbjával szemben, ami elfogadhatatlan. Ez persze alighanem csak a sikeresség nyomán felhorgadó féltékenység és irigység leplezése, hatalmi harc, esetleg politikailag motivált szembenállás következménye. Az aktuális akadémiai fizikus közeg egyértelműen nem kedvelte Fényest – 1952 augusztusában debreceni professzori kinevezését is leszavazták, később nem engedélyeztek számára újabb publikációt a *Zeitschrift für Physik*-ben, és így tovább. A lacsacsán köré gyűlő tanítványai viszont nagyon is kedvelték, hiszen azon kevesek közé tartozott, akik tényleg tudták mi a fizika, és ezt képesek is voltak másoknak megtanítani.

Fényes írásainak összesített listája sajnos nem áll rendelkezésre. Nagyszámú folyóiratcikke és számos könyve közül kötetünkbe azokból az írásaiból válogattunk, amelyekben világosabban kifejeződnek az általánosabb, a fizika filozófiai problémáihoz és természetfilozófiai kérdésekhez is kapcsolódó állásfoglalások. A műveket három blokkban közöljük: a két tematikus – termodinamikai, illetve kvantummechanikai – rész elé betettünk egy olyat is, ami nem kifejezetten ezekkel a témákkal foglalkozik, hanem általánosabban is érinti a fizika történetét és filozófiáját. A szövegeket főleg Fényes ma már nehezen hozzáférhető könyveiből válogattunk, de lefordítottunk négy olyan cikket is, amelyek még nem jelentek meg magyarul.

Az első, *A fizika története, alapjai és filozófiája* című blokkban mindelekkelőtt *A fizika eredete* c. posztumusz könyvéből közöljük majdnem teljes egészében „A fizika evolúciója” c. részt, kihagyva az ókorról és a matematikáról szóló első két fejezetet. A beválogatott fejezetekből – ahogyan az egész könyvből is – kiderül, hogy Fényes ugyan erősen kritizálja Machot, de írásaiban ugyanazt a történeti-kritikai módszert követi, mint az osztrák fizikus mechanika- vagy hőtankönyvét írva. Fényes munkáinak középpontjában azonban nem pusztán az érzéki adatok állnak, hanem elsősorban a fogalmak logikája.³⁸ Ezért ezekben a fejezetekben nagyobb terjedelmet szentel Zénón mozgással kapcsolatos nézeteinek, vagy Newton *Principia*-beli definícióinak és törvényeinek – utóbbiból világosan látszik, hogy nézetei miben térnek el a

³⁸ Ezt tapasztalhatjuk egész munkásságában, indoklását és az oktatásban való felhasználását pedig l. Fényes Imre: Materializmusra nevel-e a fizika? *Világosság* 1976/8–9, 508–511.

machi felfogástól.³⁹ E rész utolsó fejezete történeti bevezetésként is felfogható a későbbiekben idézett termodinamikai szövegekhez.

Az első blokk második egységeként *A fizika eredeté*-nek „Az egzakt determinisztikus fizika” című részéből közlünk két-két fejezetet. Az első két fejezet lényegében egy bevezetés a klasszikus fizika elvi alapjaiba, a másik kettő pedig ezt konkrétan a dinamikára vonatkoztatva teszi meg.

Kötetünk második blokkja *A termodinamika alapjai és filozófiája* címmel nyújt válogatást a Fényes munkásságában kiemelkedő szerepet játszó termodinamikai tematikájú írásaiból.

A blokk első két darabja a fentebb is említett két cikk a *Zeitschrift für Physik*-ből. Mindkettő 1952-ben jelent meg, *A mechanika matematikai elveinek alkalmazása a termodinamikában* a folyóirat 132., míg a *Kiegészítések a termodinamika axiomatikus megalapozásához. 1. Az „intenzitásparaméter” fogalmának axiomatikus értelmezése* a folyóirat 134. számában. Mindkét dolgozat most jelenik meg először magyarul. Gedő Éva fordította őket, a fordítást Gerner József ellenőrizte.

Ezek a tanulmányok tartalmazzák Fényes termodinamika értelmezésének, irreverzibilis termodinamikájának alapeszméit. A mechanikai és termodinamikai elvek hasznos összehasonlítása folyamatában Fényes deklarálja egy általánosított – irreverzibilis – termodinamika alapjait, s bemutatja konstrukciójának néhány meglepő következményét. A dolgozat rendkívül tömény gondolatmenet – az érvelések erejét a szóban forgó diszciplínák elvi teljességének bemutatása adja. A *Kiegészítések a termodinamika axiomatikus megalapozásához. 1. Az „intenzitásparaméter” fogalmának axiomatikus értelmezése* dolgozat a hőmérsékletre és hőhatásra vonatkozó Carathéodory és Ehrenfest-Afanassjewa-axiómák általánosításával az intenzitásparaméterre alapozva bemutatja az irreverzibilis termodinamika egy új axiomatikus felépítését.

E cikkek után következik a termodinamika blokk legfontosabb darabja: az 1952-es, *A termodinamika alapjai* című megsemmisített könyv néhány jellemző fejezetének reprodukciója. A publikálást a bezúzott könyv egyes fennmaradt, lappangó példányairól készült esetlegesen hozzáférhető elektronikus

³⁹Ezeknek a gondolatmeneteknek egy változata „A mozgás és az idő a fizikában” címmel megjelent Balázs Béla–Fényes Imre–Géczy Barnabás–Horváth József: *Mi az idő?* c. cikkgyűjteményében (Gondolat Kiadó, Budapest, 1980. 87–109.).

másolatok tették lehetővé. Ezeken kívül a könyv egyetlen nyilvánosan hozzáférhető eredeti nyomtatott példánya (akkori szerkesztője Horváth János fizikus hagyatékaként) megtalálható a Szegedi Egyetem könyvtárában.

Fényes könyvei elvi okokból önreflexívek: mindig tartalmazzák a mondanivaló történeti és logikai kontextusaira vonatkozó reflexiókat, annak bemutatását is, hogy hogyan és milyen összefüggésben jelentős vagy érdekes a kifejtett téma. Ilyen esetekben általában a bevezető fejezetek árulják el legtöbbet szerzőjük tudományos és világnézeti szemléletmódjáról.

Ilyenformán felvettük kötetünkbe *A termodinamika alapjai* előszavát, tartalomjegyzékét, bevezető fejezeteit, valamint az egyensúlyt és az első főtétele megalapozó és meghatározó gondolatmeneteket – abban a reményben, hogy ezek reprodukciójával kielégítően jellemezhetjük Fényes elveszett, nagyszerű művének termodinamika felfogását. Remélhetőleg láthatóvá válik, hogy a korábbi cikkek deklarációiból, ötleteiből és javaslataiból miként építi fel komplett termodinamikai elméletét. Nemegyszer lenyűgöző az alkalmazott axiomatikus módszer nagyszerűsége és ereje – és Fényesnek még arra is kiterjed a figyelme, hogy visszautasítsa az axiomatikus módszerben esetenként idealizmust szimatoló dogmatikus filozófiai kritikákat.

Fényes termodinamikája a könyv megsemmisítése ellenére is figyelmet keltett világszerte. Az irreverzibilis termodinamika úttörői közé tartozott, de világsikerének gátat szabtak a honi kedvezőtlen adminisztratív viszonyok. A Fényes elképzeléseihez közelálló népszerű felfogásokat sokan inkább Herbert Callen vagy Tisza László elméleteiben tisztelik.

Az axiomatikus módszert mindazonáltal esetenként nehézkes és célszerűtlen követni. Emiatt Fényes termodinamikai gondolkodásának útja is más irányt vett. Kiderült, hogy ha a hő nem alapfogalom a termodinamikában (ennek az elfogadására egyébként is minden okunk megvan), valamint hogy ha a vizsgált rendszer állapotait a kölcsönhatásokra jellemző extenzív és intenzív mennyiségekkel értelmezzük, akkor a termodinamika kézenfekvő és világos leírásához juthatunk. Ezt a változatot publikálta Fényes 1968-as *Termosztatika és termodinamika* című könyvében.⁴⁰

⁴⁰Fényes Imre: *Termosztatika és termodinamika*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.

Kötetünkben ebből a műből reprodukálunk néhány – ugyancsak – bevezető részt: az előszót, a bevezető fejezeteket, valamint a kölcsönhatások leírásának alapvető eljárásait. Ezek a részletek hordozzák lényegében Fényes termodinamikai elméletének végső változatát. Ugyanakkor tanulságos összevetni őket a *Modern fizikai kisenciklopédia*, valamint a kötetünk első blokkjában is megtalálható hasonló témákat tárgyaló késői Fényes-szövegekkel.

A termodinamikai blokk két rövid írással zárul. Előbb beiktattuk Fényesnek a hőhalálméletről szóló, a *Világosság* című folyóiratban publikált szövegét.⁴¹ A téma világnézeti jelentősége miatt Fényes többször is állást foglalt a hőhalál-hipotézis tudománytalanságával kapcsolatban. Végül jónak láttuk a termodinamikai és a kvantummechanikai gondolkodásmódok közötti közvetítés érzékeltetésével egy olyan könyvrészletet is beilleszteni a kötetbe, amelyik termodinamikai és kvantumfizikai szempontból egyaránt releváns.⁴²

E kötet harmadik blokkja a *kvantummechanika alapjairól és filozófiájáról* szóló Fényes-írásokból válogat. A kvantummechanika matematikai formalizmusát kezdettől fogva többféleképpen értelmezték. A különböző interpretációk, sőt interpretációs irányzatok kialakításában magyar fizikusok is jelentős szerepet vállaltak. Neumann János mellett ebben a vonatkozásban a leggyakrabban hivatkozott honfitársunk volt Fényes Imre. Nevéhez fűződik a huszadik század végén az egyik leginkább sokat ígérő iskolának, az ún. sztochasztikus értelmezésnek – ha nem is felfedezése, de mindenképpen – a megalapozása.

Ennek az interpretációnak a kialakításában az első lépést talán a kvantummechanika egyik atyja, Erwin Schrödinger tette meg, aki az 1925–27-es első értelmezési vitáknak a koppenhágai interpretáció győzelmével történő lezárulása után még mindig kételkedett. Ő 1931-ben ismerte fel a róla elnevezett hullámegyenlet és a hővezetési egyenlet, illetve egy évvel később a részecskék koncentrációját vagy valószínűség-sűrűségét leíró diffúziós egyenlet hasonlóságát. A fennálló különbségek miatt azonban egy sztochasztikus kvantummechanika-interpretáció kidolgozására nem gondolt.⁴³ Ezen a vonalon Fényes másik elődje – az általa gyakran hivatkozott – prágai Reinhold

⁴¹Fényes Imre: Még egyszer a hőhalálról. *Világosság* 1964/2, 116–118.

⁴²Statisztikus ingadozások. In: Fényes Imre: *Entrópia*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1962. 116–121.

⁴³Ld. J. C. Zambrini: Stochastic mechanics according to Schrödinger. *Physical Review* 33A (1986), 1532–1548.

Fürth volt, aki megmutatta az erőmentes térben egyenes mentén történő Brown-mozgásra vonatkozó Smoluchowski-egyenlet és Fokker–Planck-egyenlet hasonlóságát a Schrödinger-egyenlettel.⁴⁴ Fényes őket követve indította el a kvantummechanika sztochasztikus interpretációját. Már az említett doktori értekezésében – főleg Gombás eredményeit felhasználva – összekapcsolta az atom hullámmechanikai és statisztikus elméletét. Nyilván ez a munka vezette el őt a kvantummechanika sajátos értelmezéséhez.

Ebből a szempontból fontos az 1946-ban megjelent, kevésbé ismert közleménye, amelynek magyar fordítását első helyre tettük a kvantummechanika-blokkban. Ebben a cikkben egy olyan változóhelyettesítéssel, amely lényegében megfelel de Broglie korábbi más jellegű próbálkozásaiban szereplő vezetési formulájának (amit ekkorra már elfelejtettek), illetve Bohm 6 évvel későbbi képleteinek, a stacionárius állapotokra levezeti a Schrödinger-egyenletet, megelőzve a kvantummechanika interpretációjával foglalkozó második hullámot, amely inkább már az ötvenes évek elején jelentkezik, és amelyben a következő cikke játszik nagy szerepet.

Ez a híressé váló cikke 1952-ben jelenik meg, magyar fordítása kötetünkben először olvasható. Bevezetőjében megemlíti a mások által korábban kimutatott analógiákat a kvantummechanika és a klasszikus fizika különböző statisztikus elméletei között. Míg azonban e szerzők mély szakadékot látnak a két rendszer között, ő kijelenti: „a mélyebb vizsgálat megmutatja, hogy a klasszikus fizika és a hullámmechanika statisztikus apparátusa között nincsen semmilyen különbség. *Látni fogjuk, hogy a kvantummechanika minden sajátossága, amely megkülönbözteti a klasszikus fizikától, kizárólag a statisztikus vizsgálati módszer következménye, és erre vezethető vissza minden lényeges különbség a klasszikus és a kvantumfizika között.*” A bizonyítás során Fényes a megfelelő általánosítások, definíciók és operátor-hozzárendelések segítségével nem-kommutatív mennyiségekhez, vagyis határozatlansági típusú relációkhoz jut. Innen a továbbiakban át tud térni komplex függvényekre, a kvantummechanika Born-féle statisztikus interpretációjára stb. Végül Fényes kifejti, hogy a rejtett paraméterek lehetetlenségére vonatkozó Neumann-féle bizonyítás szintén csak a tárgyalási módszerből adódik, és bár elvileg Neumann ismeretelméleti megfontolásai szerint a tárgyalt folyamatok akauzálisak, ez azonban nem lehet igaz, hiszen a levezetést meg lehet adni a diffü-

⁴⁴ *Zeitschrift für Physik* 81 (1933), 143–162.

ziós folyamatokra is, ahol pedig tudjuk, hogy léteznek rejtett paraméterek. Neumann gondolatmenetében tehát valami lényeges problémának kell lennie. Cikke végén arra utal, hogy a rejtett paraméterek Neumann-féle definícióját kellene megváltoztatni.

Fényes arra is rámutat, hogy a határozatlansági relációk nem a méréssel kapcsolatosak, hanem ugyancsak a statisztikus módszerből következnek, és ezáltal semmilyen módon nem zárják ki egy részecske helyének és sebességének egyidejű elegendően pontos mérését (erre válaszolja Heisenberg, hogy Fényes nem tud pontosabb méréseket javasolni, mint amit a határozatlansági reláció megenged⁴⁵). Ugyancsak kifogásolja azt a felfogást, hogy az elektron hullámfüggvénye a helymérés során egyetlen pontba ugrik össze, mert ez tökéletesen ellentmond a valószínűség fogalmának. Azzal érvel, hogy a pénzdobáláskor a fej dobásának 1/2-es valószínűsége sem függ a dobás tényleges eredményétől, nem válik nullává vagy eggyé, csak azért, mert írás, illetve fej jött ki, hanem mindig ugyanaz az 1/2 marad.

Fényes munkáját külföldön sokan revelációként élték meg, és bizonyos értelemben – a sztochasztikus interpretáció területén – tovább is fejlesztették. Természetesen szakmai és interpretációs kritikák is érték. Utóbbiak közül Heisenbergé a legfontosabb, mert ezt még itthon is dicsőségként értékelték. Pauli szerkesztésében 1955-ben jelent meg egy tanulmánygyűjtemény⁴⁶ Bohr 70. születésnapjára, amelyben publikálták Heisenbergnek *A kvantummechanika értelmezésének fejlődése*⁴⁷ c. cikkét. Ennek második részében a kvantummechanika német atyja sorra veszi a koppenhágai interpretáció legfontosabb ellenfeleit, és azok között tárgyalja Fényest, akik nem akarják megváltoztatni a kvantummechanikát, de más filozófiát tesznek mögé.⁴⁸ (Heisenberg kifogását már említettük a *Fizika és filozófia* c. könyvének⁴⁹ magyar fordítása alapján.)

⁴⁵Heisenberg: *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1967. 145.

⁴⁶W. Pauli (ed.): *Niels Bohr and the Development of Physics*. Pergamon, London, 1955.

⁴⁷*The Development of the Interpretation of the Quantum Theory*. Uo. 12–29.

⁴⁸Egy másik csoportba sorolva, de az ellenfelek között szerepel Jánossy Lajos is, akinek ez irányú munkássága ugyancsak alig volt ismert Magyarországon.

⁴⁹Werner Heisenberg: *Physik und Philosophie*. Verlag Ullstein, Frankfurt 1958. Ezt a könyvet számos (világ)nyelvre lefordították, így – ha máshonnan nem – Fényes nevét mindenhol megismerhették.

A cikket nemcsak a fizikusok olvasták, hanem néhány tudományfilozófus is. Így Karl Popper – aki persze fizikát tanult a bécsi egyetemen – is hivatkozik rá. Azt említi, hogy Fényes a legegánsabb gondolatmenetét az átmeneti valószínűségekkel kapcsolatban a Markov-láncokra alapozza, és külön felhívja a figyelmet a cikk utolsó részére, ahol Fényes variációs elvet alkalmaz.⁵⁰

Többek között Fényes munkássága alapján az amerikai matematikus, Edward Nelson 1966-ban levezette a Schrödinger-egyenletet a newtoni mechanikából. Nelson – Fényest utánozva – a következőképpen indítja cikkét: „Meg akarjuk mutatni ebben a tanulmányban, hogy az a gyökeres eltávolodás a klaszikus fizikától, amelyet a kvantummechanika bevezetése okozott negyven évvel ezelőtt, szükségtelen volt.”⁵¹

Nelson szerint a részecskék egy súrlódás nélküli diffúziós folyamatnak vannak alávetve. A helyzetmérés példáján bebizonyítja, hogy elmélete gyakorlatilag a szokásos kvantummechanikával azonos eredményeket ad. Másokhoz hasonlóan ő is leírja, hogy a Neumann-féle rejtett paraméterek elleni bizonyításban lévő konvenciót a nem felcserélhető operátorokhoz tartozó fizikai mennyiségek összeadásáról elmélete nem tartalmazza. Innen kezdve a koncepciót gyakran Fényes–Nelson-modellként emlegetik, és a Nelson-cikk még a magyar statisztikus fizikusok figyelmét is felkelti.

E modell fejlődésének egyik következő lépcsőfoka az ún. sztochasztikus (vagy véletlen) elektrodinamika volt. Az irányzat továbbfejlődésének egyik központi alakjává a mexikói Luis de la Peña-Auerbach vált. Ő Mexikó mellett Moszkvában is járt egyetemre, talán itt olvasta Fényes cikkének orosz nyelvű fordítását. Fényes és Nelson nyomdokain haladva minimális feltevés segítségével vezette le a Schrödinger-egyenletet.⁵² A de la Peña-féle sztochasztikus elektrodinamika szerint az elektronok sztochasztikus viselkedése egy sztochasztikus sugárzási tér létének következménye, ez a tér pedig az elektronok mozgásának eredménye. A szóban forgó sugárzási tér nem más, mint a szoká-

⁵⁰K. Popper: *Quantum Theory and the Schism in Physics*. Hutchinson, London, 1982. 134 (l.).

⁵¹E. Nelson: Derivation of the Schrödinger Equation from Newtonian Mechanics. *Phys. Rev.* 150 (1966), 1079.

⁵²De la Peña, L.: A simple derivation of the Schrödinger equation from the theory of Markov processes. *Physics Letters A* 24 (1967), 603–604.

sos kvantumelektrodinamikából ismert vákuumfluktuáció, amelynek ez az elmélet fizikai realitást ad, szemben az eddigi formális státusszal.

E rengeteg és állandóan meg-megújuló munka ellenére pillanatnyilag is igen nehéz elképzelni olyan kísérletet, ami lehetővé tenné a választást a sztochasztikus értelmezés valamelyik válfaja és a hagyományos kvantummechanika között. Ettől függetlenül a Fényes által elindított iskola sok tanulsággal járt, és eredményei hasznosultak a kvantummechanika alapjain kívül is. A cikk standard hivatkozássá vált a sztochasztikus fizikában, a Google Scholar még 2024-ben is 10 hivatkozó tanulmányt vagy könyvet talált, amelyek tematikája a Brown-mozgástól a kvantummechanikán és a valószínűségszámításon át az akusztikáig és az optimális vezérlésig terjed.

Mindezek ellenére Fényes az 50-es években nem igazán lehetett elégedett elméletének fogadtatásával, különösen a hazai reakciókkal. Talán ez is az oka, hogy később bizonyos mértékig visszalépett, mert 1955-ben ugyan még igen,⁵³ de 1959-ben a harmadik kvantummechanikai fejezetünkben közölt *Mikrofizika*-részletben – elvi álláspontja fenntartása mellett – konkrét próbálkozásait már nem említi. A könyvből *A modern kvantumelmélet elvi alapjai és ismeretelméleti problémái* c. résznek körülbelül a felét válogattuk bele kötetünkbe.

Könyvének ez a része a kvantumelmélet létrejöttében szerepet játszó filozófiai nézetek ismertetésével indul, lényegében Heisenberg idealizmusával. Előtte azonban Leninre hivatkozik, aki szerint „minden idealista felfogásnak megvannak a maga helyes ismeretelméleti gyökerei”, tehát nekünk is a bírálókat előtte rá kell mutatnunk arra, mi a helyes az adott eljárásban. Vagyis ez a „vörös fark”⁵⁴ (Fényes is ezt az általánosan ismert gúnynevet használta) ebben az esetben arra szolgál, hogy megvédje Heisenberget, hiszen „az adott helyzetben erre a munkamódszerre feltétlenül szükség volt”. Heisenberg megítélése

⁵³I. Fényes: Über das Divergenzproblem der W. K. B. Methode. *Acta Physica Hungarica* 4 (1955), 133–147.

⁵⁴A marxizmus klasszikusaira való olyan hivatkozást nevezték így, amely védelmet próbált nyújtani a politikai-ideológiai támadások ellen. Legtöbbször az írások végére tették őket (ezért „fark”), de akárhol előfordulhattak. Eléggé szokásos volt még olyan, akkoriban általánosan használt – egyébként nagyjából Machot követő – fizika tankönyvekben is, mint Budó Ágoston: *Mechanika* (Tankönyvkiadó, Budapest, 1965. 43.) vagy *Kísérleti fizika I.* (Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. 26., 438.).

Magyarországon (és feltehetőleg a többi szocialista országban is) meglehetősen érdekes volt. Míg a fizikusok feltétel nélkül tisztelték és nézeteit is elfogadták, addig a marxista filozófusok ellenségnek tekintették. Ezért kellett őt Fényesnek megvédenie, holott ő a fizikusok véleményének inkább az elszenvédője volt.

A továbbiakban a kvantumelméleten belül megpróbál két részt megkülönböztetni. A matematikai és sikeres rész az „absztrakt” kvantummechanika, míg a „szemléletes” kvantummechanika (amely például a komplementaritási elvet és a Heisenberg-relációk értelmezését tartalmazza) uralkodó filozófiája szerinte a fizikai idealizmus.⁵⁵ Ez megint egyfajta védelmi stratégia, amely elválasztja a logikailag tiszta matematikai-fizikai elméletet az interpretációtól. Az előbbi szerinte önmagában nem ad alapot semmilyen filozófiai felfogásra, az ideológiai felépítmény (tehát a koppenhágai iskola elfogadott értelmezése) nem az egzakt elméletre épül. Ekkor is fenntartja, hogy a határozatlansági relációk nem jelentik a mérhetőség elvi korlátait. Végül az ismeretelméleti problémák materialista szemléletű megoldására irányuló próbálkozások kapcsán idézi Heisenbergnek az ellenfeleiről – köztük magáról Fényesről – szóló írását, amelyet már említettünk.

Az 1966-ban megjelent *Fizika és világnézet* utolsó részében – amelyet majdnem teljes egészében újraközlünk – Fényes lényegében elfogadja a Neumann-bizonyítás relevanciáját, de továbbra is fenntartja, hogy „a bizonytalansági reláció és a komplementaritási elv nem az egzakt kvantummechanika törvényei, hanem azt tükrözik, hogy a klasszikus részecske- és hullám-fogalom milyen mértékben elégtelenek a tulajdonságok egzakt jellemzésére”. Itt is megkülönbözteti tehát az egzakt, ill. szemléletes kvantumelméleteket, de már határozottan állítja a rejtett paraméterek lehetetlenségét. Ennek oka – a magyar fizikustársadalom nyomásán kívül – valószínűleg abban az általa is hangsúlyozott körülményben van, hogy „az elmélet igen nagyszámú alkalmazása, az

⁵⁵Megjegyezzük, hogy kissé hasonló gondolatmenetet követnek manapság az ún. sokvilág-interpretáció hívei, amely talán már sokkal divatosabb a sztochasztikus interpretációknál. Ők is leválasztják a különböző interpretációs kérdéseket egyfajta kvantummechanikai axiómarendszerrel, de arra hivatkoznak, hogy ennek természetes – vagyis tulajdonképpen interpretáció nélküli – interpretációja éppen a sokvilág. Ld. például Sean Carroll: *A mélyen elrejtett valóság*. Typotex Kiadó, Budapest, 2023.

elméletnek a gyakorlattal való egyezése az idők folyamán igen nagymértékben növelte elgondolásainak megbízhatóságát”.

Kötetünket *A fizika eredeté*-ből vett szöveggel indítottuk, és azzal is fejezzük be. Annak is az utolsó részével, amely a kvantumelmélettel foglalkozik. Ez tulajdonképpen egy rövid elvi/elméleti – azaz gyakorlati számításokhoz alkalmatlan – bevezetés a kvantummechanikába. A rövid történeti ismertető után egy hálóelméleti bevezető után tér rá arra, hogyan feleltethető meg a fizika ennek a matematikai struktúrájának. Vagyis ekkor már – szemben a kötetünk előző fejeztében közölt szöveggel, amely korábban született – alkalmazza azokat a kutatási eredményeket, amelyeket a kvantumlogika vizsgálatakor nyertek. A mérésrel kapcsolatban Fényes utolsó álláspontja is az, hogy a határozatlansági relációk nem a mérési pontatlanságról szólnak, hanem az egyes méréseik inkompatibilitásáról. Amit mérési pontatlanságnak gondolunk, az valójában a lokalizáltság mértékére utal. Ugyanis a mérést már egyfajta objektív szóródási folyamatnak tartja. E szerint a kvantummechanika véletlenszerűsége – amit mindig is egyik alapvető tulajdonságának tartott – objektív és kiküszöbölhető. Ezzel összefüggésben a rejtett paraméterek pláne nem létezhetnek, mert azt a hálóelméleti megfontolások is kizárják. Fényes tehát utolsó munkáiban ezzel kapcsolatban már más állásponton van, mint a legkorábbiakban, de ez nem azt jelenti, hogy – mint ebben a könyvben is láthatjuk – lemondana például a valószínűség szubjektív felfogásának vagy a pszichofizikai paralelizmusnak a bírálatairól, és ne állna ki a megismerés objektivitása mellett.

Fényes Imre közel 50 éve halott. Esméi azonban elevenek és aktuálisak. Napjainkban, amikor a tudományos gondolkodásból kiszorulni látszik a filozófiai, természetfilozófiai komponens, különösen nagy szükség van rá, hogy Fényes írásait a fizika kutatói, oktatói és tanulói, valamint a filozófia, a tudomány- és kultúrtörténet, a tudományfilozófia iránt elkötelezettek kézbe vegyék, tanulmányozzák, megismerkedjenek szemléletével. Egy olyan nagy fizikus gondolataival, aki még tudta, hogy mi a fizika, és ezt a tudást élvezetes és vonzó formában ki is tudta fejezni.

Ropolyi László, Szegedi Péter