

*A tudománytörténet természetfilozófiai dimenziója*  
Szakmai zárójelentés

Mint azt kutatási tervünk előzményeiben kifejtettük, a természettudományok és a matematika kialakulásában és fejlődésében meghatározó szerepet játszottak a különféle filozófiai rendszerek, tradíciók, iskolák és gondolatmenetek. A tudományos gondolkodás történetében világosan megmutatkozik ez az összefüggés. Így például jól ismert, hogy a fizika legalább a XVII. századig valójában olyan tudományos tevékenységet jelentett, amit ma sokkal inkább természetfilozófiának mondanánk. Illusztrációként talán elég *Arisztotelész* – sok évszázadon keresztül meghatározó – művére, a *Fizikára*, vagy a XVII. században a helyébe lépő *newtoni Principia*-ra utalni. Más tudományterületek történetét végiggondolva ugyancsak hasonló eredményt kapunk.

Mondhatjuk tehát, hogy e széles körben ismert és elfogadott álláspont szerint a természettudományos diszciplínák történetileg a filozófiából fejlődtek ki, manapság mégis gyakran úgy tekintenek erre a kapcsolatra, mint aminek már nincsen jelentősége. Úgy tűnhet, hogy a modern természettudományos diszciplínák gondolkodásmódja már eltávolodott a filozófiai gondolkodástól, és a mai tudományos gyakorlat tevékenységformái, a fejlett technikai eszközök által támogatott kifinomult kísérleti eljárások és az önálló fogalmi apparátusra támaszkodó elméleti konstrukciók fejlesztésének metodológiai immár teljesen megállnak a maguk lábán. Köszönik, de nem szorulnak rá, hogy filozófiai gondolatmenetek támogassák őket. Úgy tűnhet, sem az egyes tudományos eredmények megértéséhez, sem a tudományos gyakorlat folytatásához, sem a természet egyes szféráinak jellemzéséhez nem szükséges filozófiai összefüggésekre támaszkodni. Mi amellet érvelünk, hogy ez nem így van.

A különböző tudományterületeknek a filozófiáról való leválásával a korábbi kapcsolat egy pillanatra sem szakadt meg. Ez még akkor is igaz, ha a XIX. század harmadától a pozitivista felfogás különböző válfajai kifejezetten harcoltak e kapcsolat fenntartása ellen. Ez az irányzat kétségkívül fel tudott mutatni eredményeket, és maga mellé állította a természettudósok jelentős részét. Minden ellenkező híreszteléssel szemben azonban az önállóvá vált tudományterületek és a filozófia (különösen az egyébként halottnak nyilvánított, de továbbra is élő természetfilozófia) kapcsolatát a kölcsönös egymásrataltság jellemzi. Ez az összefüggés nagyon is jól ismert a nagy teljesítményeket felmutató természettudósok számára, még akkor is, ha gondolkodásukat komolyan befolyásolta a pozitívizmus. Sokan érezték szükségét annak, hogy – világgraszoló tudományos eredményeiket (esetenként kudarcaikat) valamilyen tágabb intellektuális környezetbe illesztve – bemutassák saját tevékenységük általánosabb kulturális vonatkozásait is, hogy világossá tegyék saját munkájuk filozófiai előfeltevéseit és következményeit, hogy értelmezzék és magyarázzák tudományterületük világnézeti problémáit és összefüggéseit is. Többek között ezt használtuk fel arra, hogy kimutassuk a jelzett kapcsolat létezését.

Más szempontból a tudomány történetének jelentős eredményein és a hozzájuk kapcsolódó filozófiai megjegyzéseken, elmélkedéseken, elemzéseken való tűnődés talán ahhoz is hozzájárulhat, hogy jobban megértsük a tudomány szerkezetének és működés módjának általános jellegzetességeit és törvényszerűségeit.

Ezt a munkát, a „bizonyítási eljárást” nem ennek a projektnek a keretében kezdtük. 2003-ban indítottuk el a Typotex Kiadónál a *Principia Philosophiae Naturalis* c. könyvsorozatunkat, melynek sorozatcímét az elsőként megjelent válogatott írások szerzője, Isaac Newton fő művének címéből „ferdítettük”. A sorozat mintáját elsősorban a valaha volt Gondolat Kiadó *Válogatott tanulmányok* c. kötetei képezték. Célunk azonban az volt, hogy – felhasználva a korábban magyarul megjelent válogatásokat, azok esetlegességeit leküzdve – az egyes szerzőknek kifejezetten a természetfilozófia szempontjából fontos írásait gyűjtsük

össze, mellőzve az e szempontból lényegteleneket, viszont új fordításokkal pótolva az alapvető hiányokat. Ugyancsak elhatároztuk, hogy a szokásos életrajzokon túlmenően, olyan bevezető tanulmányokat (előszavakat) írunk az egyes kötetekhez, amelyek feltárják az adott tudós munkásságának és a kötetben szereplő írásoknak a természetfilozófiai relevanciáját. Kutatási tervünk beadása előtt ezeknek a célkitűzéseknek megfelelően a következő köteteket jelentettük meg (több kiadásban, de természetesen nem túl magas példányszámban):

Szegedi P. (vál. és szerk.): *Newton válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2003. (A *Principia*, az *Optika* természetfilozófiai szempontból fontos – magyarul már korábban is megjelent – részletei és más cikkek mellett, először közöltük le magyarul a híres *Gondolkodási szabályok a filozófiában*-t és néhány levélrészletet.)

Szegedi P. (vál. és szerk.): *Planck válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2003. (A Gondolat válogatásából átvett cikkeken kívül, elsőként közöltük magyarul a szerző első és legfontosabb természetfilozófiai előadását, *A fizikai világtkép egységé*-t.)

Ropolyi L. (vál. és szerk.): *Neumann János válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2003. (A szerző születésének 100. évfordulója alkalmából, előadásainak-cikkeinek egy olyan újszerű gyűjteményét állítottuk össze, amely tükrözi sokoldalú munkásságát.)

Székely L. (vál. és szerk.): *Albert Einstein válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2005. (A speciális relativitás elmélete megszületésének 100. évfordulójára megjelentetett válogatás öt újonnan lefordított cikket tartalmaz.)

A kutatási terv beadása után jelent meg:

Ropolyi L. (vál. és szerk.): *Wigner Jenő válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2005. (A *Szimmetriák és reflexiók* c. Gondolat-válogatásra épül, de más cikkeket is közöl, közülük *A kvantummechanika értelmezése* c. alapos tanulmány itt jelenik meg először magyarul.)

Kutatási projektünk lényege ennek a sorozatnak a folytatását célozta: a tudománytörténet további neves alakjainak munkásságát tanulmányoztuk filozófus szemmel nézve, azzal a szándékkal, hogy kiderítsük, melyek a természetfilozófiai szempontból legfontosabb írásaik, ezek az írások milyen szemléletet tükröznek, milyen összefüggések fedezhetők fel e szemlélet és a természettudományos tartalmak között.

A projekt kivitelezése során több – elsősorban technikainak, vagy még inkább financiálisnak nevezhető – nehézséggel talákoztunk. A 2006-os indulási évben az OTKA a finanszírozás 50%-át visszatartotta, emiatt programunknak alig mertünk nekikezdeni. A Typotextől ajánlatot kaptunk Alfred North Whitehead: *A természet fogalma* c. művének – más forrásokból történő – kiadására. Bár itt nem válogatott írások megjelentetéséről volt szó, és a szerzővel is csak a későbbiekben (e projekt megvalósulása után) kívántunk foglalkozni, megindítottuk az ez irányú kutatást. A Kiadó később visszalépett, és nem a mi sorozatunkban jelentette meg a könyvet, ennek ellenére – egy színvonalas magyar folyóiratban megjelent recenzió révén – ez a munkánk sem minősíthető eredménytelennek. Whitehead egyébként abban különbözik a vizsgálódásaink tárgyait képező többi kutatótól, hogy – bár matematikusként indult – igazi filozófussá vált. Természetfilozófiával (a modern elméleti fizika filozófiai megalapozásával) részben valószínűleg az Einstein-féle relativitáselméletek létrejöttének hatására kezdett foglalkozni. Célja – megint csak szemben a többiekkel, akik általában valamilyen már meglévő filozófiai eszmét vagy ilyenek keverékét próbálták alkalmazni – egy teljesen új természetfilozófiai megközelítés kifejtése. Az egyik legalapvetőbb problémája – a természet és a tudat viszonya, elválasztása – azonban kétségtelenül valamilyen formában felmerül a többieknél is (a korábban megjelent Planck, Neumann, Wigner kötetekben, vagy a mostaniak közül Bohrnál, Schrödingernél, Turingnál). A tér és az idő – Whitehead számára központi – kérdéskörében elsősorban Einsteinnel szemben lép fel. A meglehetősen bonyolult természetfilozófiai elmélet azonban szerintünk alig használható a tudományban. Mindenesetre Whitehead azon az úton halad, amelynek létezését bizonyítani kívántuk – természetfilozófiai nézeteket alkalmaz a tudományra és a

természetre –, de az általa így létrehozott elméleti rendszer nem vezet sikerre a relativitáselmélet tárgykörében, a kvantummechanikára pedig a nehézkes fogalmi apparátus miatt később meg sem próbálják alkalmazni.

A második évtől kezdve a munkálatokkal folyamatos késésben voltunk, amelyet végül csak úgy tudtunk kezelni, hogy lemondtunk a Haecckel kutatásról (nem véglegesen, de a projekten belül mindenképpen). A vállalt szerzők tehát „darabszámra” megvannak, de a feldolgozott tudományterületeket így egyelőre nem terjesztettük ki a biológiára. A kutatási tervnek megfelelően párhuzamosan dolgoztunk több természettudós munkásságán. Először a Schrödinger-kötettel készültünk el, majd elkezdtük Boltzmann és Fényes munkásságának feldolgozását. Az egyes szerzőkkel való megismerkedés után kiválasztottuk a természetfilozófiai szempontból legfontosabb cikkeket, ha szükséges volt, és akadt kapacitásunk, magunk is lefordítottunk egyet-egyét. Bohr és de Broglie tanulmányozása után előrehoztuk Jánossy feldolgozását. Súlyos problémáink támadtak azonban a kötetek tényleges megjelentetésével kapcsolatban, mert a kiadási körülmények lényegesen megváltoztak, a publikálás a korábban számítottnál jelentősen többbe került volna. A Schrödinger-kötettel kapcsolatos munkálatokra (szkenelés, fordíttatás, egyéb kiadói munka, a nyomdaköltségekhez való hozzájárulás) kétszer annyi pénzt költöttünk, mint terveztük, és a Kiadó még így sem tudta idejében megjelentetni. A puhafedélű könyv (a sorozat eddigi köteteinek első kiadásai kemény fedéllel jelentek meg) formájában való kiadás erre az évre húzódott. Megpróbáltunk más forrásokra is pályázni (Boltzmann és Fényes esetében NKA), de nem voltunk eredményesek. Emiatt egy év halasztást kértünk a pályázati munka befejezésére. Végül sor került Turing munkásságának feldolgozására, valamint egyes fordítások elvégeztetésére is, a kötetek tényleges megjelentetésére azonban nem találtunk más megoldást, mint az elektronikus kiadást. A jelenlegi viszonyok között az eredetileg a kiadásra tervezett összegek erre éppen hogy elegendőek. A kötetek a Schrödinger-könyv megjelenése után ütemezett módon ebben az évben lesznek publikálva a sorozat eredeti stílusában, de a Typotex Interkönyv portálján (a könyvek tehát szabályos forgalomba kerülnek, megvehetőek, de a vevőnek magának kell kinyomtatnia).

A projekt keretében tanulmányozott tudósok mind a XX. században működtek, kivéve Ludwig Boltzmann, akinek fő eredményei még a XIX. században megszülettek. A fizikusok többsége ma is úgy véli, hogy a klasszikus mechanika szintén klasszikus determinizmus-felfogása – amely tagadja a véletlen és a valószínűség valódi jelentőségét – csak a kvantummechanikával dőlt meg. Valójában ezt a fordulatot Boltzmann (és Maxwell) már fél évszázaddal korábban végrehajtotta. Az osztrák fizikus egy olyan időszakban volt tántoríthatatlan atomista, amikor például kollégája (és elődje a bécsi egyetem egyik tanszékének vezetésében) Ernst Mach (pozitivist) filozófiai okokból tagadta a láthatatlan részecskék létezését. Boltzmann innen jutott el – a kinetikus gázelméleten és a termodinamikán keresztül – a statisztikus szemléletmódig, sőt egészen odáig, hogy a törvényeket (pl. a termodinamika második törvényét, az entrópia törvényt) is statisztikusként értelmezze. Ami további természetfilozófiai nézeteit illeti, (a fizikára vonatkozóan is) darwiniánus és ellentétben kollégái többségével, realista (materialista) volt. Felfogását életében - de halála után is - éles harcban próbálta - illetve hívei próbálták - érvényesíteni a machiánusokkal szemben. Bár kívül állt korának fizikai és filozófiai fő áramlatán, hatása a szintén „main stream”-en kívüli fizikusokra (sőt, filozófusokra, mint pl. Wittgenstein) igen jelentős volt, ezáltal pedig lényegesen befolyásolta a természettudomány fejlődését. Planck számára Boltzmann felfogása alapvetően idegenként jelent meg, de tudományos lelkiismeretének eleget téve, mégis átvette eredményeit, és ezáltal vált képessé a hőmérsékleti sugárzás problémájának megoldására (I. a sorozat Planck-kötetének előszavát). Ez a megoldás vezetett azután a mikrovilág kvantumtermészetének felismeréséhez (amelyhez Boltzmann tanítványai is hozzájárultak). Schrödinger ugyan nem igazán volt realista, de determinizmus-

felfogásában mindvégig Boltzmann nyomdokain haladt (annak ellenére, hogy ő már csak a nagy példakép tanítványaival találkozhatott a Bécsi Egyetemen). A Boltzmann által megalapozott statisztikus fizika pedig még a XX. század második felében is olyan tudományágaknak vált a kiindulópontjává, mint a fázisátalakulások elmélete vagy a káosz-elmélet, amelyek újabb – részleteiben még nem is tárgyalt – természetfilozófiai problémákat vetettek fel. Boltzmann kötetünk kizárólag frissen fordított írásokból áll, és a következőképpen néz ki (itt és a következőkben idegen nyelven azokat a címeket adjuk meg, amelyek a mi köteteinkben jelennek meg először magyarul):

Ropolyi L. (vál. és szerk.): *Boltzmann válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Ropolyi L.: L. Boltzmann munkássága (életrajzi, kulturális, tudományos és természetfilozófiai kontextus)

2. Fizikai munkái

Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen, *Wiener Berichte*, 66: 275–370 Részletek. (Ebben az 1872-es cikkében fejti ki talán legalapvetőbb elgondolásait, mutatja be az ún. Boltzmann-egyenletet és híres H-tételét.)

Bemerkungen über einige Probleme der mechanische Wärmetheorie, *Wiener Berichte*, 75: 62–100 Részletek. (A Loschmidt-tel folytatott vitájának fontos dokumentuma 1877-ből.)

Über die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung resp. den Sätzen über das Wärmegleichgewicht, *Wiener Berichte*, 76: 373–435 Részletek. (Ebben a híres 1877-es dolgozatában fejti ki az entrópia statisztikus értelmezését.)

On Certain Questions in the Theory of Gases. *Nature*, 51: 413–415 (A nézeteivel kapcsolatos *Nature*-beli vitához való hozzászólása 1895-ben.)

3. Természetfilozófiai munkái

*Vorlesungen über die Principe der Mechanik*. - Leipzig 1. - 1897. - 241 p (Nagyszerű illusztráló részletek a fizikai, filozófiai és természetfilozófiai gondolatok összekapcsolódásáról.)

*Populäre Schriften*. Leipzig: J. A. Barth, 1905.; újra kiadva Braunschweig: F. Vieweg, 1979. (Részletek a Boltzmann által összegyűjtött jellemző és fontos tanulmányokból.)

*Principien der Naturphilosophie*. (*Lectures on Natural Philosophy 1903-1906*). Berlin: Springer, 1990. (Részletek Boltzmann újabban előkerült, természetfilozófiai előadásaihoz készített jegyzeteiből.)

*Model*. Encyclopaedia Britannica. London: "The Times" Printing House 10th Edition, volume XXX, 1902, 788-791 (Tudományfilozófiai jellegű címszó.)

Erwin Schrödingert tehát már az egyetemen megragadta Boltzmann gondolkodásmódja. Itt ismerkedett meg az indeterminizmussal (akauzalizmussal), a statisztikus folyamatoknak azon a szemléletén át, amelyet elsősorban Franz Exner közvetített felé. Tanúja volt a boltzmannisták és a machisták összecsapásainak. A maga részéről cikkeiben a Boltzmann-féle atomizmusból indult ki, az azonban nem jelentette azt, hogy – akárcsak kollégái többsége – ne tudta volna valamilyen mértékben elfogadni Mach módszertani nézeteit. Érettebb korára azután – Planckhoz és Einsteinhez hasonlóan – eltávolodott a machi tudományfelfogástól. Machon és Avenariuson kívül már viszonylag fiatalon is érdeklődött olyan filozófusok iránt, mint Spinoza és Schopenhauer – utóbbin

keresztül jutott el aztán az Upanisádok egységre vonatkozó tanaihoz is. A statisztikus felfogáson kívül, Boltzmanntól talán ragadt rá valami a realizmusból is, amit motiválhatta arra, hogy – már a hullámmechanika megalkotása előtt – is szembeszállt Bohr-ral, és a sugárzást is valóságosnak (nem pedig virtuálisnak) tekintette. Ez a szemlélet érvényesült azután a kvantummechanika (hullámmechanika) sajátosan rá jellemző értelmezésében is. Bár az elképzelés realista, objektív és viszonylag szemléletes lehetett volna, súlyos problémákkal kellett szembenéznie: több részecske esetén az anyaghullám dimenzióinak száma meghaladja a szokásos 3 dimenziót; az anyag hullámtulajdonságait jól megragadja, de a részecsketulajdonságokat nehezen stb. Követői így nem nagyon akadtak a fizikusok között, de maga az osztrák fizikus a kvantummechanika koppenhágai interpretációját sosem fogadta el, gyakran kritizálta. A pozitívizmus és a realizmus mellett Schrödinger természet- (és még inkább tudat-) felfogásában érvényesült egyfajta védikus hatás is. Az egymásnak ellentmondó megoldások miatt időnként Poincaré konvencionalista álláspontjára helyezkedett: egy adott kérdésben több felfogás is lehetséges, ha nincs lehetőség a kísérleti döntésre. Kötetünkbe Schrödinger számos előadása, cikke közül azokat válogattuk be, amelyek leginkább tükrözik természetfilozófiai nézeteit. Ezek majdnem felét a Gondolat Könyvkiadónál két kiadásban is megjelent *Válogatott tanulmányok*ból vettük át. Néhány más forrásból (pl. *Fizikai Szemle*) származó magyar fordítást is újraközlünk. Végül az írások harmada olyan új fordítás, amellyel természetfilozófiai szempontból feltétlenül kiegészítendőnek tartottuk az eddig a magyar közönség elé került Schrödinger-cikkek sorát. A kötet annotált tartalomjegyzéke:

Szegedi P. (vál. és szerk.): *Schrödinger válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Szegedi P.: Előszó Schrödinger természetfilozófiai írásaihoz (tanulmány az osztrák fizikus életéről, munkásságáról, természetfilozófiájáról, a beválogatott cikkekről)
2. Was ist ein Naturgesetz? *Die Naturwissenschaften*, 17, (1929), 9-11 (Eredetileg 1922-ben tartott előadás, amelyben Exner – és a saját – indeterminizmus-felfogását ismerteti.)
3. Über Metaphysik im Allgemeinen. *Meine Weltansicht*, Zsolnay, Hamburg 1961. első fejezet (1925 őszeről származó rövid írás arról, hogy a filozófiát ugyan vissza kell szorítani a természettudományban, de közben – Mach nézeteivel ellentétben – meg is kell tartani.)
4. Levelezés Einsteinnel és Jánossyval (1928 és 1958 között keletkezett levelek, amelyekben a levelezőpartnerek pl. az általánosan elfogadott nézetekkel való szembenállásukat fejezik ki.)
5. A Heisenberg-Born-Jordan féle kvantummechanika viszonya az enyémhez. 1.§. és 5.§. In: szerk.: Jánossy Lajos-Györgyi Géza: *Kvantummechanika. Cikkgyűjtemény*. Akadémiai 1971. 143-144. és 155-158. o. (Az egyik 1926-os cikk elvi részletei.)
6. A hullámmechanika alapgondolata. *Schrödinger válogatott tanulmányok*, Gondolat 1985. 13-29. o. (Az 1933-as Nobel-előadás).
7. Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. *Naturwissenschaften* 23: pp. 807-812; 823-823, 844-849. (A híres 1935-ös cikk, amelyben egyrészt a később Schrödinger macskájának nevezett paradoxon révén bírálja a kvantummechanika alapjait, másrészt bevezeti az összefonódott állapotok fogalmát, amely ma a kvantuminformatikai kutatások középpontjában áll.)
8. Mi az élet? *Schrödinger válogatott tanulmányok*, Gondolat 1985. 117-217. o. (Legismertebb cikke egy 1943-as előadássorozata alapján, amely sajátosan – és igen vitatott módon – próbálta megvilágítani az élet lényegét, sok fiatal irányítva a molekuláris biológiai kutatások felé. Utószava a determinizmus és

szabad akarat kapcsán a védikus megközelítés mellett érvel. Terjedelmi okokból a nyomtatott változathoz e hosszú tanulmány kimarad, csak elektronikusan lesz hozzáférhető.)

9. Mit nevezünk elemi részecskének? *Schrödinger válogatott tanulmányok*, Gondolat 1985. 93-114. o. (Az 1946-os tanulmányban ismerteti és bírálja a szokásos részecske- és hullámfelfogást, de főként a mikrofizikai individualitás fogalmát elemzi.)

10. A 2400 éves kvantumelmélet. *Fizikai Szemle* 1961/4 (1948-as cikkében antik filozófiai műveltségére támaszkodva elemzi röviden a modern kor fizikájával kapcsolatos természetfilozófiai problémákat.)

11. A természettudományos világkép sajátosságai. *Schrödinger válogatott tanulmányok*, Gondolat 1985. 221-279. o. (E szintén 1948-as írásában az előző gondolatokat kiterjeszti az egész természet- és tudattudományra.)

12. The Meaning of Wave Mechanics. In: *Louis de Broglie, Physicien et Penseur*, 16-32, Paris: Michel. angol-francia kiadás (1953-as cikk de Broglie tiszteletére, amelyben az ortodox kvantummechanika-értelmezést bírálja.)

13. Mi a reális? *Schrödinger válogatott tanulmányok*, Gondolat 1985. 281-326. o. (1960-ból származó – tehát végsőnek tekinthető – álláspont a természetfilozófia legalapvetőbb kérdéskörében.)

Schrödinger nemcsak Boltzmannra támaszkodott munkásságában, hanem a hullámmechanika megalkotásakor konkrétan a szintén nem fősodorbéli Louis de Broglie elméletére is. A francia fizikus külön útját az I. Világháború után a német fizikától való elszigetelődés, másrészt az határozta meg, hogy viszont érdekes módon a vezető francia fizikusok korán elfogadták az Einstein-féle fénykvantum hipotézist. Ezt fordította meg de Broglie, tehát a korpuszukuláknál is hullámtulajdonságokat feltételezett. Valójában mindig is szintézist szándékozott teremteni pl. a hullám és részecske sajátosságok között. Ennek különböző formáit próbálgatta élete során. A fizikusi pályán való elindulását motiváló Poincaré-olvasmányaiból tanulta meg, hogy az analógiák nagy szerepet játszanak a tudományban – ezeket maga is előszeretettel alkalmazta. Ami korai természetfilozófiai nézeteit illeti, őt egyáltalán nem érintette meg a pozitivizmus machi formája, de még Poincaré konvencionálisusa sem érvényesült gondolkodásában. Fizikai olvasmányai (Boltzmann, Lorentz, Langevin) a materialista és determinista (kauzális) felfogást közvetítették számára. A realizmus, a tudomány „magyarozó” szerepébe vetett hit évekre meghatározta kutatási törekvéseit. Nem fogadta el a kvantummechanika valószínűségi értelmezését, azt gondolta, hogy a statisztikák mögött egyedi okoknak is lenniük kell. Ez és annak kizárólagos hullámfelfogása állítja szembe Schrödingerrel, akivel pedig sok mindenben egyetértének. A koppenhágai iskola győzelme után azonban de Broglie nagymértékben elfogadja a pozitivisták álláspontját, bár nézetei nem tekinthetők igazán következetesnek. Negyedszázad múltán, alternatív kvantummechanika-értelmezéseket kereső ifjak hatására, felülvizsgálja szakmai és természetfilozófiai felfogását, és ismét eltávolodik a pozitivizmustól. Több kísérletet is tesz a kvantummechanika kauzális interpretációinak kidolgozására. Kétségeit fejezi ki a komplementaritási elvvel kapcsolatban, bírálja a machi és rokon nézeteket, támogatja a realizmust, a determinizmust. Kutatásainak ezek az elvek adják meg a hátterét, amelyeket megpróbál nem metafizikai (dogmatikus) alapon elfogadni. Amellett, hogy pályája elején döntően hozzájárult a kvantummechanika kialakulásához, de Broglie késő nézetei is számos követőre akadtak, az általa kijelölt úton ma is halad néhány – a kvantummechanika alapjaival foglalkozó – kutató. Az általunk összeállított kötet lényegében a Gondolat által kiadott Válogatott tanulmányokra támaszkodik, de majdnem harmadában magyarul még meg nem jelent írásokat tartalmaz. A cikkek:

Szegedi P. (vál. és szerk.): *Louis de Broglie válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Szegedi P.: Előszó de Broglie természetfilozófiai írásaihoz (tanulmány a francia fizikus életéről, munkásságáról, természetfilozófiájáról, a beválogatott cikkekről)
2. Rayonnement noir et quanta de lumière, *Le Journal de Physique et le Radium* 3 422-428. o. (1922-es cikke bizonyíték a fénykvantumok elfogadására, egyben a szintézisre törekvés első dokumentuma.)
3. Recherches sur l'interprétation physique de la Mécanique ondulatoire. In: *Louis de Broglie, Physicien et penseur*. Albin Michel, Paris, 1953. 464-471. (Részlet a Vue d'ensemble sur mes travaux scientifiques c. önéletrajzi írásból, 1952 márciusából. Visszaemlékezés a Nobel-díjas ötletre.)
4. Sur le parallélisme entre la dynamique du point matériel et l'optique géométrique, *Journal de Physique* 7 1-6. o. (A hullámmechanikához vezető analógia, valamint a szintézis körvonalazása 1926-ból.)
5. Személyes emlékeim a hullámmechanika kezdetéről. In: *Válogatott tanulmányok* 7-34. (Visszaemlékezés a hullám-részecske kettősség korai értelmezésére, és annak elvi-filozófiai alapjaira.)
6. The Beginnings of Wave Mechanics. in: *Wave Mechanics. The First Fifty Years*. Ed. by W. L. Price, S. S. Chissick, T. Ravensdale. Butterworths, London 1973. 12-18. o. (Visszaemlékezés a hullám és részecske kép realista alapú egyesítésére.)
7. A mikrofizikai felfedezések. In: *Válogatott tanulmányok* 123-162. (A pozitivista korszak egyik dokumentuma, elzárkózás a filozófiától.)
8. Véletlen és esetlegesség a kvantumfizikában. In: *Válogatott tanulmányok* 180-193. (A pozitivista korszak egy másik dokumentuma, az okság és determinizmus megkülönböztetése.)
9. Megmarad-e a kvantumfizika indeterminista jellege? In: *Válogatott tanulmányok* 194-222. (25 év után visszatérés az eredeti elképzelésekhez 1952-ben.)
10. A tudományos kutatás különböző irányzatai. In: *Válogatott tanulmányok* 378-384. (Önvédelmi harc a különböző felfogások lehetségeségéért 1953-ból.)
11. Lehetséges-e a hullámmechanika új értelmezése? In: *Válogatott tanulmányok* 274-294. (A koppenhágai interpretáció kritikája 1954-ből.)
12. A fotonok és hullámok együttes létezése az elektromágneses sugárzásokban és a kettős megoldás elmélete. In: *Válogatott tanulmányok* 257-273. (Visszatekintés a kettős megoldás elméletére; a valószínűség determinista értelmezése.)
13. Aggodalmain a kvantumok problémája kapcsán. In: *Válogatott tanulmányok* 225-234. (Szemben a fő áramlattal még 1961-ben is.)
14. Konkrét leírásmódok a mikrofizikában. In: *Válogatott tanulmányok* 235-256. (Klasszikus és modern fizikai valóság.)
15. Kutatásaim vezető szempontjai. In: *Válogatott tanulmányok* 295-316. (Az életmű rövid áttekintése 1965-ben az elvi alapok szempontjából.)
16. Sur le sentiers de la science. In: *Sur le sentiers de la science*, Albin Michel, Paris 1960. (Természetfilozófiai gondolatainak részletesebb kifejtése filozófiatörténeti kontextusba helyezve 1955-ből.)

Filozófiai szempontból a kollégák közül Schrödinger és de Broglie legkomolyabb ellenfele Niels Bohr volt, aki a kvantummechanika keletkezésének időszakában a főáramlat vezéralakjaként szerepelt. A dán fizikus tekintélyét 1913-as atomelméletével (Bohr-féle atommodell) szerezte. Ez a modell – bár kiválóan alkalmazható volt, sőt még ma is az, ha pl. szemléletességre törekszünk – kezdettől fogva alapvető ellentmondást hordozott, és ez az ellentmondásosság Bohr munkásságának más területein is megmutatkozott. Az atom esetében a kiindulópontja teljesen klasszikus mechanikai, majd a probléma megoldása érdekében egy totálisan nem-klasszikus feltételrendszert vezet be. Az így kapott modell ellentmondásba került a klasszikus elektrodinamikával, így mindenki – maga Bohr – számára is nyilvánvalóvá vált, hogy az elméleten előbb-utóbb túl kell lépni. Ehhez ő adja meg a heurisztikus elvet is a korrespondencia-elmélet formájában. Ez egy konzervatív elv, amelyet követve ő és csapata egy forradalmi változást készítenek elő. Amikor Heisenberg előáll a kvantummechanikával (a mátrixmechanika formájában), Bohr egyszerre hirdeti a modern fizikának a klasszikustól való radikális különbözőségét, és a korrespondencia-elv révén a két elméleti rendszer folytonosságát. A klasszikus képekhez való ragaszkodását leginkább az Einstein-féle fénykvantum hipotézishez való viszonya mutatja: jó ideig inkább feladja az energia- és impulzus-megmaradás valamint az okság elvét, mintsem hogy elfogadja a fotonok lehetőségességét. Végül kitalálja a klasszikus és modern világgépet összekötő komplementaritási elvet, amely a pozitivizmus és a Kierkegaard-féle „minőségi dialektika” (vagy-vagy) érdekes ötvözete. Ezt a magyarázó elvet az egymásnak ellentmondónak látszó fizikai fogalmakra és leírásmódokra alkalmazza, majd kiterjeszti az élet, a pszichológia és a társadalomtudomány területeire is. Minden esetleges vita ellenére a fizikus elit máig hatóan magáévá tette a „radikális konzervatív” Bohrnak ezt a felfogását, és ezzel a múlthoz való ambivalens viszonyt. A kötet nagyjából új fordításokat tartalmaz, de természetesen támaszkodik a Gondolat által annak idején megjelentetett *Atomfizika és emberi megismerés* c. könyvre is. A tartalomjegyzék:

Szegedi P. (vál. és szerk.): *Bohr válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Szegedi P.: Előszó Bohr természetfilozófiai írásaihoz (tanulmány a dán fizikus életéről, munkásságáról, természetfilozófiájáról, a beválogatott cikkekről)

2. A korrespondencia-elv 1918-21

On the Quantum Theory of Line-Spectra. 1918. Bevezetés. Általános elvek. *Bohr: Collected Works* 3. köt. 69-75. o. (1916-tól írt átfogó tanulmány, amelyet a kvantumelmélet és a klasszikus elektrodinamika „analógiájára”, azaz a korrespondencia-elv csírájára alapoz.)

The Theory of Spectra and Atomic Constitution. 1924 [1921]. Előszó. Korrespondencia elv. *Collected Works* 4. köt. 259-262. o., 283-287. (A korrespondencia és korrespondencia elv kifejezések első használata.)

On the Application of the Quantum Theory to Atomic Problems. 1921. A sugárzási probléma a kvantumelméletben. Az elmélet alkalmazása az atom szerkezetére. *Collected Works* 3. köt. 372-380. o. (A korrespondencia-elv konkrét felhasználása a nagy kvantumszámokra vonatkozó formában.)

3. A fény természete 1923-25

On the Application of the Quantum Theory to Atomic Structure. 1923. Bevezetés. A fény-kvantum hipotézis. *Collected Works* 3. köt. 458-459. o., 491-492. o. (Kiállítás a klasszikus elmélet mellett, a komplementaritás előrevetítése.)

Levél Rutherfordnak 1924. január 9-én. *Collected Works* 5. köt. 486-487. o. (Konzervatív és „elborzasztó” nézetek.)



-H. A. Kramers-J. C. Slater: The Quantum Theory of Radiation. Sugárzási és átmeneti folyamatok. 1924. *Collected Works* 5. köt. 106-110. o. (Lemondás a kauzális kapcsolatokról, az energia- és impulzus-megmaradási elvekről.)

Levél Heisenbergnek és Geigernek 1925. április 18-án ill. 25-én. *Collected Works* 5. köt. 361. o. ill. 79. o. (Nehéz barátkozás „a természet miszticizmusával”, azaz a sugárzás részecsketermészetével.)

#### 4. A komplementaritási elv 1927-55

Levél Einsteinnek 1927. április 13-án. *Collected Works* 6. köt. 21-24. o. (Pozitivizmus és kettős leírás a klasszikus fogalmak segítségével.)

A comoi előadás második vázlatja 1927. július 10-én. *Collected Works* 6. köt. 61-62. o. (A komplementaritás szó első használata.)

A comoi előadás második kézírata 1927. szeptember 13-án. *Collected Works* 6. köt. 75-80. o. (A komplementaritás kiterjesztése a leírásmódokra.)

The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. 1928. *Collected Works* 6. köt. 148-158. o. (A mérőeszközzel való el nem hanyagolható kölcsönhatás és az akauzalitás.)

Ismeretelméleti kérdések a fizikában és az emberi kultúrák. 1938. Bohr: *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 42-55. o. (Antropológusoknak tartott előadás, amelyben a komplementaritást kiterjeszti a pszichikumra is.)

Vita Einsteinnel az atomfizika ismeretelméleti problémáiról. 1949. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 56-107. o. (Visszaemlékezések az 1927 és 1936 között Einsteinnel folytatott beszélgetésekre a kvantummechanikáról.)

A tudás egysége. 1954. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 108-131. o. (A komplementaritás kiterjesztése a biológiára és az öntudat területére.)

Az atomok és az emberi megismerés. 1955. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 132-148. o. (Történeti bevezetés a kvantummechanikába és a komplementaritási elvbe.)

#### 5. Fizika és biológia 1932-57

Fény és élet. 1932. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 11-26. o. (Fényterapeuták előtt tartott előadás a fényről és biológiai hatásairól.)

Biológia és atomfizika. 1937. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 27-41. o. (A biológia és fizika érintkezési pontjai Galvani kapcsán.)

A fizika és az élet problémája. 1949-57. *Atomfizika és emberi megismerés Gondolat* 149-161. o. (Orvosok előtt tartott előadás a tudomány törekvéseiről.)

Korábban is súlyt fektettünk arra, hogy sorozatunkban magyar (származású) szerzők is helyt kapjanak, ebbe a szériába is betettünk két olyan tudóst, akik – akárcsak a fentebb tárgyaltak – részben a kvantummechanikához kapcsolódnak. Fényes Imre és Jánossy Lajos azonban nem a tudományos forradalom idején működtek, hanem a következő generációban, és konkrét fizikai problémákon kívül elsősorban értelmezési kérdések izgatták őket. Fényes a termodinamikán keresztül jutott el a kvantummechanikához, Jánossy viszont az utóbbiból indult ki, és érkezett el a relativitáselmülethez. Mindketten – de egymástól függetlenül – a szocializmus Magyarországon fejtették ki tevékenységük javát. Függetlenül attól, hogy rákényszerültek-e „vörös farkak” aggatására, vagy sem, mindketten szívesen foglalkoztak természetfilozófiai kérdésekkel. Fényes – miközben munkásságának zömét később az (irreverzibilis) termodinamika területén fejtette ki – pályafutását a statisztikus fizika és a

kvantummechanika viszonyának vizsgálatával kezdte, összekapcsolta az atom hullámmechanikai és statisztikus elméletét. A kvantummechanikai értelmezések második hullámához illeszkedően (l. fentebb de Broglie újrakezdését), de lényegében teljesen önállóan kezdett el a kvantummechanika valószínűségi megalapozásával foglalkozni, és indította így el 1952-es – általa híres/hírhedtnek nevezett – cikkével a kvantummechanika máig élő sztochasztikus interpretációját. Ennek segítségével a határozatlansági relációt, a hullámfüggvény kollapszusát stb. teljesen realista módon próbálta meg értelmezni. A hazai kedvezőtlen fogadtatás miatt később bizonyos mértékig visszalépett, és megpróbálta szétválasztani az „absztrakt” és „szemléletes” elméletet, amelyek közül az utóbbi hordozza a filozófiai vonatkozásokat. A külföldi reakciók némileg pozitívabbak, különböző szerzők évtizedeken át fejlesztik tovább elméletét, amely végül a sztochasztikus elektrodinamikába torkollik. Maga Fényes a későbbiekben tanítványaival a kvantummechanika hálóméleti megfogalmazása (kvantumlogika) felé fordult. Ez látszólag eltávolodást jelent a természetfilozófiai kérdésektől, valójában azonban – a szakmai cikkektől elkülönülten – Fényes számos természetfilozófiával (is) foglalkozó könyvet, cikket jelentetett meg. Sajátos szemléletmódja azonban szakmai és filozófiai munkáiban egyaránt érvényesült. Nem csupán arra hívta fel a figyelmet, hogy a természetfilozófia hasznos lehet a tudományban, hanem az ellenkezőjére is: a természetfilozófiának tanulnia is kell a tudománytól. Tulajdonképpen azt is mondhatjuk, hogy Fényes a fizika szükségszerű részeként gondolt természetfilozófiai elvekre, eszmékre. Mindezt jól illusztrálja a „Fizika eredete” című kötete (ennek több részét is beválogattuk gyűjteményünkbe). Ez a szemléletmódja segítette hozzá ahhoz is, hogy kialakítson egy olyan nagyhatású termodinamikai elméletet, amely sikeresen elhelyezi ezt a gyakran félreértett diszciplínát a fizikai (sőt az általában vett) tudományok rendszerében. Az általa alkalmazott természetfilozófiai elvek egyaránt megoldást kínálnak a termikus jelenségek természete, az egyensúlyi és nem-egyensúlyi termodinamika, valamint a termodinamika és a mechanika közötti fogalmi kapcsolat nehezen átlátható elvi jelentőségű problémáira. Kötetünkben Fényes különböző helyeken magyarul megjelent cikkeiből válogattunk, de leközlünk néhány magyarul eddig meg nem jelent cikket is, köztük az őt a fizikában híressé tevő kvantummechanikai tanulmányát.

Ropolyi L.-Szegedi P. (vál. és szerk.): *Fényes Imre válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Ropolyi L.-Szegedi P.: Előszó Fényes természetfilozófiai írásaihoz (Tanulmány a magyar fizikus életéről, munkásságáról, természetfilozófiájáról, a beválogatott cikkekről.)

2. A fizika története és filozófiája

A fizika evolúciója. Részletek a fejezetből, in: Fényes Imre: *A fizika eredete* 93-186. o. Kossuth, 1980. (A klasszikus fizika történeti fejlődésének filozófiai elemzése.)

A mozgás és az idő a fizikában. In: Balázs B.-Fényes I.-Géczy B.-Horváth J.: *Mi az idő?* 87-109. o. Gondolat, 1980. (Egy fizikus sajátos gondolatai az időről.)

Materializmusra nevel-e a fizika? *Világosság* 508-511 o. 1976. (A fizika világnézeti kérdéseinek és jelentőségüknek népszerű összefoglalása.)

Fizika és rendszerelmélet. *Világosság*, 184-187 o. 1971. (Lehet-e általánosítani a fizika szemléletmódját, s ha igen, milyen szerepet játszhatnak ebben a filozófiai előfeltevések?)

A veszélyes ugrás kockázata. Werner Heisenberg emlékezete. *Élet és irodalom* 20/7, 6-7 o. 1976. (Egy jellegzetes Heisenberg nekrológ.)

Megjegyzések a mechanika elveinek Farkas Gyula-féle tárgyalásmódjához. *Fizikai Szemle*, 99-102. old. 1954. (A kolozsvári elméleti fizikai iskola hatása Fényes munkásságára.)

### 3. Termodinamika

Die Anwendung der mathematischen Prinzipien der Mechanik in der Thermodynamik. *Zeitschrift für Physik* 132, 140-145. o. 1952. (A mechanika és termodinamika elveinek összehasonlító elemzése.)

Ergänzungen zur axiomatischen Begründung der Thermodynamik. *Zeitschrift für Physik*, 134, 95-100. o. 1952. (A termodinamika axiomatikus kifejtésének tömör foglalata.)

Bevezetés, Kölcsönhatások, Alapvető sztatikai és dinamikai törvények. Részletek Fényes: *Termosztatika és termodinamika* c. könyvéből, 9-33. o. Műszaki, 1968. (A Fényes-féle termodinamika elvi alapjai.)

Fényes Imre: *A termodinamika alapjai*, Akadémiai, 1952. Részletek. (A nem-egyensúlyi termodinamika világviszonylatban is úttörőnek tekinthető, jószerivel teljesen ismeretlen kidolgozása.)

Az entrópiamaximum és a minimális entrópiatermelés elve. *Fizikai Szemle*, 78-82. o. 1964. (A nem-egyensúlyi termodinamika alapelveiről.)

Hőelmélet és információelmélet. In: Fényes Imre: *Entrópia*, 105-112. o. Gondolat, 1962. (Hozzászólás az entrópia és az információ kapcsolatának népszerű témájához.)

A Maxwell démon. In: *Entrópia*, 112-116. o. (Az irreverzibilitás értelmezéséhez.)

Statisztikus ingadozások és a határozatlansági reláció. In: *Entrópia*, 116-121. o. (A termodinamika és a kvantumfizika kapcsolatáról.)

A hőhalálmélet kritikája. In: *Entrópia*, 122-140. o. (A hőhalálmélet filozófiai előfeltevései és tarthatatlanságuk.)

Még egyszer a hőhalálról. *Világosság*, 116-118. old. 1964. (Újabb érvek a hőhalál hipotézis ellen.)

### 4. Kvantummechanika

A Deduction of Schrödinger Equation. *Acta Bolyaiana* 1, 5-7. o. 1946. (E rövid közleményben először vezeti le a kvantummechanikát statisztikus fizikai eszközökkel.)

Eine wahrscheinlichkeitstheoretische Begründung und Interpretation der Quantenmechanik. *Zeitschrift für Physik* 132, 81-106. o. 1952. (Világhírű cikk, amelyet még ma is idéznek; az ún. sztochasztikus értelmezési iskola elindítója.)

A modern kvantumelmélet elvi alapjai és ismeretelméleti problémái. In: -Nagy Miklós: *Mikrofizika* 275-319. o. Gondolat, 1959. (Az „absztrakt” és „szemléletes” kvantummechanika megkülönböztetése.)

Kvantumelmélet. (Az anyag kimeríthetlensége. Az okság elve). In: Fényes Imre: *Fizika és világnézet* 194-218. o. Kossuth, 1966. (A kvantummechanika értelmezésének újabb fejlődési állomása.)

Kvantumelmélet. In: *A fizika eredete* 267-319. o. (Az utolsó álláspontok a kvantummechanika filozófiai problémáival kapcsolatban.)

Jánossy Berlinben Schrödinger tanítványa, később Dublinban kollégája volt, valószínűleg tőle ered érdeklődése a hullám-részecske kettősség iránt, amely azután elvezette először a kvantummechanika alapkérdéseire, majd ezen keresztül a relativitáselmélet filozófiai problémáira. Filozófiai indíttatását pedig feltehetően nevelőapjától, Lukács

Györgytől kapta. Az 50-es évek elejétől – amikor világszerte újra elkezdtek foglalkozni a kvantummechanika értelmezésével – azt vizsgálta, hogy mennyire szükségszerű az összefüggés a rendelkezésre álló kísérleti adatok és az elfogadott elméletek között. Úgy vélte, hogy egyrészt az adatok legalábbis elvileg lehetővé tesznek más – a klasszikushoz közelebb álló – elméleteket is, másrészt szükséges újabb alapkísérleteket elvégezni. Elméletalkotási kísérleteihez a fénynél gyorsabb hatásokra lett volna szüksége, ezért kezdett hasonló értelemben – a realitásokhoz szerinte közelebb álló – relativitáselméleti variánst keresni. Ennek lényege talán úgy fogalmazható meg röviden, hogy ami az Einstein-féle elméletben csupán koordináta-transzformáció, az a magyar fizikusnál valóságos fizikai változás. A 60-as években Jánossy munkatársaival a kvantummechanika hidrodinamikai interpretációjával foglalkozott. Ezt a megközelítést nem ő találta ki (még közvetlenül a kvantummechanika keletkezése után Madelung kezdeményezte), de ő jutott benne a legtovább, ő állította fel a lefejlettebb modellt, bár végül kénytelen volt elismerni, hogy ennek segítségével sem tud beszámolni minden mikrofizikai jelenségről. Jánossy fizikusi munkásságának motivációi között megtaláljuk éles pozitívizmus (Mach) ellenességét, meggyőződéses realizmusát, valamint a természet világos, intuitív és szemléletes leírásának igényét. Ez vonzotta a fél-klasszikus modellekhez és a realista interpretációkhoz. Fizikai elméleteinek negatív fogadtatása csak megerősítette a filozófiai kérdések iránti érdeklődését. Jánossy relativitáselméleti munkái a 60-70-es években ismertek voltak itthon, így könnyen találtunk újraközölhető cikkeket, kvantumelmélettel kapcsolatos írásait azonban külföldön többre becsülték, ezekből három olyat közlünk, amely még nem jelent meg magyarul. A kötet szerkesztésében a projekten kívülről közreműködött Székely László is.

Szegedi P.-Székely L. (vál. és szerk.): *Jánossy Lajos válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Szegedi P.-Székely L.: Előszó Jánossy természetfilozófiai írásaihoz (tanulmány a magyar fizikus életéről, munkásságáról, természetfilozófiájáról, a beválogatott cikkekről)

2. Kvantummechanika

The Physical Aspects of the Wave-Particle problem I-III. fejezet, *Acta Physica Hungarica* 1 (1952) 423-433. o. (A hullám-részecske dualizmus vizsgálata a kísérlet és elmélet viszonyának szempontjából.)

Dekadikus fénycsökkentő berendezés, *Magyar Fizikai Folyóirat* 3 (1955) 171-181. o. (A híres Jánossy-kísérlethez szükséges alapvető eszköz.)

Az interferenciajelenség vizsgálata kis fényintenzitásoknál egy 14 méteres kartávolságú Michelson-interferométerben, *KFKI Közlemények* 6 (1958) 287-300. o. (Az értelmezési szempontból kiemelkedően fontos Jánossy-kísérlet.)

The Hydrodynamical Model of Wave Mechanics I. I. fejezet, *Acta Physica Hungarica* 16 (1963) 37-39. o. (Az első cikk a kvantummechanika hidrodinamikai értelmezéséhez.)

Wave Mechanics and Physical Reality. III. The Many-Body Problem. 7. Classical and Quantum Mechanical Description of a System, *Foundations of Physics* 6 (3) 1976 pp. 348-350. o. (A hidrodinamikai értelmezés utolsó cikkéből.)

3. Fizika és filozófia

A modern fizika filozófiai problémáiról. *MTA II. Oszt. Közl.* 4 1954 169- . o (A problémák áttekintése.)

A filozófia jelentősége a fizikai kutatásban. *Magyar Tudomány* 1956/1-3 15-30. o. (Személyes vallomás a témáról.)

#### 4. Relativitáselmélet

Filozófiai megjegyzések a speciális relativitáselmületről, *Központi Fizikai Kutatóintézet*, 1960. 1-62. o. (A téma első átfogóbb feldolgozása.)

A speciális relativitáselmélet filozófiai problémái, *Magyar Filozófiai Szemle*, 1962/2 (Kifejezetten filozófusok számára.)

*Relativitáselmélet a fizikai valóság alapján*, Budapest, Akadémiai, 1973. Bevezetés, 13-17. o.; II. A) Az éter kérdése, 45-48. o., C) 4. A Michelson-Morley-kísérlet negatív eredményének értelmezése, 5. A kontrakciós hipotézissel kapcsolatos megfontolások, 58-61. o.; III. A) A mértékek problémája, 69-76. o.; V. A Lorentz-elv, 111-127. o.; X. A gravitáció elmélete A), B) 1., 2., 209-214. o. (A szakmailag legfontosabb könyv, természetfilozófiai relevanciájú részletei.)

Relativitáselmélet a fizikai valóság alapján, *Magyar Filozófiai Szemle*, 1976/1 1-10. o. (Az utolsó álláspont megfogalmazása.)

A huszadik század első felének meghatározó tudományos változásai mindazonáltal nem korlátozódnak a fizikára, hanem részben az átalakuló fizika hatására, részben pedig ettől lényegében függetlenül számos fontos folyamat indul el a tudományokban, közöttük olyanok is, amelyekben meghatározó szerepet játszottak természetfilozófiai, illetve filozófiai komponenseknek. Így például a fentebb említett statisztikai szemléletmód megjelenése és elterjedése a fizikában és a biológiában, vagy a természetes és mesterséges összetett rendszerek közös törvényszerűségeinek vizsgálata is sok új probléma, illetve tudományos diszciplína kialakulásához vezetett. Ezek között talán a legjelentősebb a matematika, a fizika, a biológia, az elektronika és egyes társadalomtudományok közös komponenseiből kibontakozó *kibernetika*, vagy számítástudomány, számítógép-tudomány. Ebben a gondolkörben konfrontálódtak talán kutatók a megértés reményével először a természetes és mesterséges folyamatok előreláthatóságának, kiszámíthatóságának, ellenőrizhetőségének, irányíthatóságának, illetve magának az előrelátásnak, a komputációs és nem-komputációs gondolkodásnak a dilemmáival. Mindehhez jó alapot szolgáltattak a statisztikus fizika, illetve a kvantumfizika alapkérdéseinek elemzése, és az elemzésükhöz igénybe vett filozófiai és matematikai fogalmak és módszerek. Ugyanakkor fontos lett az is, amivel túl lehetett ezeken lépni, s a fizika jelentősen idealizált objektumai után olyan komplex rendszerek megismerésében is eredményeket felmutatni, mint például a földi légkör, egy élő sejt, az emberi agy, a társas viselkedés, vagy akár csak szabályos mintázatokat produkáló kémiai, vagy biokémiai mechanizmusok. Alighanem Neumann, Wiener, és Alan Turing voltak a kibontakozó kibernetikai szemléletmód legfontosabb szereplői, talán az ő filozófiai nézeteik és tudományos tevékenységük alakította leginkább a huszadik század közepén felemelkedő komputációs forradalom világgképét.

Neumann tanulmányait kiadtuk már sorozatunk egyik korábbi köteteként, ezúttal Turing releváns munkáit gyűjtöttük össze, s tesszük közzé a sorozatban. Turing az angol tudományosság kiemelkedő alakja – a szigetországban rendszerint közvetlenül Newton után említik a tudományos tevékenységük miatt tisztelendő rangsorában – leginkább matematikusként ismert, bár ő maga sosem tartotta tiszteletben a „tisztá” és az „alkalmazott” matematika közötti határvonalat, s zsenialitását számos területen kamatoztatta. Tevékenysége ilyenformán Newtonnal és Neumannal is rokonítja: a matematika alapjaihoz való fontos hozzájárulása (ld. például a kiszámíthatóságra vonatkozó Church-Turing tézist) mellett Turing is megépíti a kutatásait támogató korszerű berendezést, nevezetesen a számítógépet. Ezt a munkáját (is) megalapozza a számítások elvégzésének lehetőségét absztrakt módon tárgyaló gondolatmenete az ún. „Turing gép” nagyhatású fogalmának bevezetése és alkalmazása. A második világháború zajlása, és az azt követő hidegháborús légkör körülményei között

számítógépének felépítése és használata meglehetősen korlátozott és nagymértékben titkos jelleget öltött. A vonatkozó tanulmányok és dokumentumok csak évtizedekkel később váltak nyilvánossá, Gyűjteményünkben ezekből is közlünk néhány releváns részletet. Részben ezzel van összefüggésben az is, hogy a háború során Turing meghatározó szerepet játszott az Enigma révén kódolt német üzenetek megfejtésében, így személyesen is hozzá tudott járulni hazája háborús sikereihez. Mindezek mellett iskolás korától foglalkoztatta a biológiai és más természetes formák kialakulásának, szerveződésének témája. Ez irányú munkái is máig hasznosulnak. Leghíresebb elgondolása azonban a gépi gondolkodás lehetőségeinek elemzése, a vonatkozó természetfilozófiai kérdések felvetése, s ezekhez kapcsolódóan az ún. Turing-teszt megfogalmazása, amelynek különféle változatai nélkül elképzelhetetlen volna a mesterséges intelligencia problémáinak valaminő megértése.

Ropolyi L. (vál. és szerk.): *Alan Turing válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2011.

1. Ropolyi L.: Turing munkássága (életrajzi, kulturális, tudományos és természetfilozófiai kontextus)
2. Turing alapvető hozzájárulásai a kibontakozó számítási világhoz  
 On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, ser. 2, 42, 230-265, és Corrections. *Ibid.*, 43, 544-546, 1936-1937. (A Turing gép fogalmának bevezetése.)  
 Számológépek és gondolkodás. 120 - 160 old. In: A kibernetika klasszikusai. vál.: Szalai Sándor (Gondolat, 1965) (A Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, 59 (236): 433-60 (1950) című, a mesterséges intelligencia kutatásában alapvető jelentőségű cikk fordítása.)  
 Solvable and unsolvable problems. *Science News* 31 (1954) pp. 7-23 (A témakör népszerű és könnyen érthető összefoglalása.)
3. Turing és a számítógép  
*Proposed Electronic Calculator*, by Alan Turing (48 pp.) undated (c. 1945) (Részletek Turing javaslatából)  
 Lecture to the London Mathematical Society on 20 February 1947. pp. 87-106, in: *Collected Works of A. M. Turing, Mechanical intelligence*, Amsterdam: North\_Holland, 1992.  
*Intelligent Machinery: A Report* by A. M. Turing (22 pp.) July 1948 (Részletek Turing jelentéséből.)  
*Programmers' Handbook for Manchester Electronic Computer*, by Alan Turing (119 pp.) (c. 1950) (Részletek Turing kézikönyvéből.)
4. Turing és az Enigma  
*Treatise on the Enigma*, by A. M. Turing (152 pp.) undated (c. 1940) (Részletek a háborús kódfejtés egyik titkos dokumentumából.)
5. Morfogenézis  
 'The chemical basis of morphogenesis.' *Phil. Trans. R. Soc. London B* 237 (1952) pp. 37-72 (Részletek Turing nagyhatású szerveződéseméleti dolgozatából.)  
 Outline of development of the daisy. pp. 119-123, in: *Collected Works of A. M. Turing, Morphogenesis*, Amsterdam: North\_Holland, 1992 (Turing befejezetlen dolgozata a százszorszépekről.)

A kutatómunka révén bizonyítottuk, hogy a természettudományok fejlődésében meghatározó szerepet játszottak a filozófiai rendszerek, tradíciók, iskolák és gondolatmenetek.

Az általunk tárgyalt – nagy szakmai teljesítményeket felmutató – tudósok szükségét érezték annak, hogy tudományos eredményeiket (esetenként kudarcaikat) valamilyen tágabb intellektuális környezetbe illesztve is bemutassák, illetve, hogy saját tevékenységük filozófiai előfeltevéseit és következményeit is számba vegyék, hogy értelmezzék és magyarázzák tudományterületük világnézeti problémáit és összefüggéseit. A kutatás folyamán áttekintettük ezeknek a tudósoknak az ilyen irányú munkásságát, feltártuk természetfilozófiai előfeltevéseiket és azoknak a tudomány történetében betöltött szerepét, ezáltal bemutattuk a tudománytörténet természetfilozófiai dimenzióját.

Amennyiben jelen zárójelentés – az ígért kötetek későbbi megjelenése miatt – nem lenne kielégítő, kérem hogy a jelentésben foglaltak alapján született minősítést az OTKA kiegészítő eljárásban 1 év múlva módosítsa, hogy figyelembe vehesse a későbbi közleményeket.