

WIGNER JENŐ, A 20. SZÁZAD EUKLIDESE

Marx György

akadémikus, ELTE Atomfizikai Tanszék

Mint a többi gyerek, én is saját engedélyem nélkül születtem meg. Milyen kár, hogy nem emlékezhetünk születésünk napjára. Milyen érdekes emlék volna! De amint realizáltam, hogy élek, kíváncsi lettem a világra és boldog voltam benne. Köszöntem szüleimnek, hogy élettel ajándékoztak meg – emlékezett vissza Wigner Jenő Pál, aki Budapesten született 1902. november 17-én.

Édesapja, Wigner Antal, egy bőrgyár igazgatója volt Újpesten. Édesanyja, Einhorn Erzsébet. Édesapja 85, édesanyja 87 évet élt, Amerikában haltak meg. Az öröklött jó gének magyarázhatják Jenő hosszú életét, 93 évet élt. (Jenő nővérét, Birit Lantos Ernő vette feleségül, utódaik Amerikában élnek. Jenő húga, Mancsi a Nobel-díjas Paul Dirac felesége lett. Mancsi 2002-ben halt meg Floridában.)

Hadd szólják pár szót arról, mennyi hálával tartozunk tanárainknak. Saját történetem a budapesti gimnáziumban kezdődik. Az evangélikus gimnázium az ország legjobb iskolája volt, talán a legragyogóbb az egész világon.

A fasori evangélikus gimnáziumba járt Wigner Jenő (a szimmetriaelvűk szerepének felismeréséért a kvantummechanikában kapott Nobel-díjat), Neumann János (USA Szabadság Érdemrend az elektronikus számítógép megalkotásáért), Harsányi János (Nobel-díj a játékelméletért), Andy Grove (az INTEL vezetője, 1997-ben „az Év Embere” a Pentium mikroprocesszor kifejlesztéséért). Az evangélikus gimnázium titka ki-váló és haladó tanáraiban rejtett. Nobel-előadásában Wigner Jenő felidézi matematika-

tanára, Rátz László nevét, aki nekik már az 1910-es években differenciálszámítást tanított. (Hála erőfeszítéseinek, a differenciális és integrálszámítás 1925-ben a hivatalos magyar tanterv része lett. Ma már, sajnos, nem az...) Rátz hangsúlyozta, hogy a matematikai nevelésnek a *függvényfogalomra* kell koncentrálnia, ezzel együtt a *matematikai mennyiségek* és a kísérletileg *mért mennyiségek* kapcsolatára. Legjobb diákjait, köztük Wigner Jenőt lakására is meghívta. A diákok szombat délutánonként eljártak a tanárok kávéházi beszélgetéseire. Rátz László adta ki a Középiskolai Matematikai Lapokat, ez a folyóirat – több mint száz év óta – ma is eljut a problémák megoldását kedvelő diákok tízezreihez. Wigner Jenő a Princetoni Egyetemen dolgozószobájában falán őrizte Rátz tanár úr képét. Néha idős korában is elővette Rátz László matematikai feladatgyűjteményét, hogy kikapcsolódásként példákat oldjon meg belőle. Ma a Rátz László utca őrizi a tanár úr nevét Budapesten. Évente Rátz László-díjat kapnak a legkiválóbb matematika-, fizika- és kémiatanárok.

Fizikatanára, Mikola Sándor az elektréteknek (tartós elektromos polarizációt mutató szilárd anyagoknak) egyik korai kutatója volt. Kutatási eredményeiért a Magyar Tudományos Akadémia levelező, majd rendes tagjává választotta. Ő azonban ezután is a gimnáziumban tanított, ami manapság nem mindennapos jelenség. Wigner elmesélte, hogy Mikola tanár úr óra előtt fizikai eszközöket tett ki a padokra. Amikor becsengettek, a diákok bejöttek, és elkezdték próbálgatni, mit lehet tenni, mérni, kísérletezni ezekkel

az eszközökkel. Így megtehették önálló felfedezéseiket. Ezenközben Mikola tanár úr a tanterem nyitott ajtajában ült, szivarozott – és figyelt. Ma a Mikola-díj az ország legkiválóbb kísérletező fizikatanárainak elismerése.

Az önképzőkörben Wigner Jenő a relativitáselméletről tartott előadást már 1919. február 8-án. Az I. világháború végén érettségizett. Viharos évek jártak ekkor ezen a tájon. Magyarországon császár, király, parlamentáris köztársaság, kommunista rezsim, idegen megszállás, szélsőjobboldali katonai rendszer követte egymást szédítő tempóban egyetlen év alatt. Wigner soha nem volt vallásos, de származása miatt mégis megverték az utcán. Szülei példáját követve ő is ki-keresztelkedett, evangélikus lett.

Apja befolyásának engedve Jenő vegyészmérnöki tanulmányokat kezdett a budapesti Műegyetemen (1920). Édesapja azt remélte, hogy fia egyszer majd követi őt a bőrgyár főmérnökeként. Ezért a következő nyáron elvitte Jenőt Charlottenburgba, hogy megmutassa neki a Berlini Műegyetemet, amely gyakorlatiasabb képzést adott. Wigner másodévtől a Berlini Műegyetemre járt. Erre így gondolt vissza:

Mikola Sándor gimnáziumi fizikaórái után a budapesti és berlini egyetem nem sok új tudást adott. – Nem is nagyon járt be a kötelező előadásokra. Emiatt bajba is került: egyszer kollokválni ment, és nem tudta, hogy a tanteremben várakozók közül melyik a professzor. Elsőként egy hallgatót üdvözölt tiszteletteljesen. Hiszen a vizsgán találkoztak először.

1925-ben, abban az évben, amikor Wigner megkapta az egyetemi diplomát, megszületett a kvantummechanika.

Szemtanúja voltam, ahogy a kvantummechanika átforgatta a fizikát. A kvantummechanika felfedezése szinte teljes meglepetés volt. Csodának láttuk – mondta.

A klasszikus fizika a 19. század végén teljes determinista világmagyarázatot kínált.

Amikor a századfordulón furcsa „kvantumjelenségeket” észleltek, azokat *Niels Bohr* az atomban ellipszispályákon keringő elektronokra kirótt járulékos „kvantumfeltételekkel” próbálta kibeszélni. *Erwin Schrödinger* viszont a hullámképtől indult el, de bevalóította, hogy hullámai nem lehetnek anyag-hullámok, csak valószínűségek eloszlását jelzik. *Max Planck*, *Albert Einstein*, *Max Born* is a klasszikus fizika „foltozásával” akarta letudni a kísérletek által prezentált kihívást. Ők még a 19. század gyermekei voltak, akik „túl jól” megtanulták a klasszikus fizikát.

Wigner Jenő egyetemi doktori disszertációját *Polányi Mihály* vegyészprofesszornál írta Berlinben. (Polányi Budapesten született, Berlinben a kémiai reakciókat kutatta, később az Angol Királyi Akadémia rendes tagja, valamint az Amerikai Művészeti és Tudományos Akadémia rendes tagja lett.) A doktori értekezés témája: két hidrogénatomból hogyan képződik egy hidrogénmolekula? Wigner azt kérdezte: ha a molekula-végállapotban élesen előírt diszkrét energiaszintek és diszkrét perdületértékek (a Planck-állandó egész számú többszörösei) vannak, miként lehetséges, hogy két egymáshoz közeledő és ütköző hidrogénatom beletalál éppen e kvantumos értékek valamelyikébe? Felismerte, hogy az energia megmaradása és a perdület megmaradása ilyenkor nem teljesülhet tökéletesen: meg kell engedni bizonyos mértékű határozatlanságot. De tiltakozott, amikor azzal „vádolták”, hogy a határozatlansági összefüggéseket már két évvel *Werner Heisenberg* előtt felfedezte.

Heisenberg (ő már 1901-ben született) 1925-ben vezette be a teljesen újszerű mátrixmechanikát. Az 1902-ben született *Paul Dirac* tíz napig gondolkodott ezen, majd a világot állapotvektorok sokaságaként értelmezte: a kvantumállapotok halmaza végtelen dimenziós állapottér. Neumann János (1903-ban született) nemsokára axiomatikusán megalapozta a kvantummechanikát a

végteles dimenziós matematikai Hilbert-térben. De Wigner (ő is 1902-ben született) ismét feltett egy nagyon lényeges és nagyon merész kérdést. Ha az ember a jelenségek leírására *háromdimenziós* koordináta-rendszert használ, és annak kezdőpontját néhány centiméterrel eltoljuk, az új vonatkoztatási rendszerben ugyanazok a matematikai és fizikai képletek használhatók. Érzékeink eltolási szimmetriát, forgásszimmetriát, translációs szimmetriát, időeltolási szimmetriát észlelnek, emiatt agyunk egy (fiktív?) 3+1 dimenziós tér-időben történő tájékozódást szokta meg. Akkor hogyan lehet, hogy az atomok és az elektronok valódi világa végteles dimenziós sokaságot alkot? Wigner arra a következtetésre jutott, hogy Dirac, Heisenberg és Neumann *végteles dimenziós állapotterében* szigorúan (egzaktul) érvényes szimmetriák mutatkoznak, nevezetesen:

- *háromdimenziós koordináta-rendszerünk kezdőpontjának áthelyezése;*
- *a koordináta-tengelyek elforgatása három dimenzióban három irányba;*
- *áttérés másik koordináta-rendszerre, amely állandó sebességgel úszik a 3-dimenziós térben;*
- *az időkezdőpont tetszőleges megválasztása.*

A természeti állapotok eme *végteles dimenziós állapotterében* érvényes szimmetriáit *három+egy dimenziós tér-időben* képzeljük magunk elé. Belőlük 10 szigorú megmaradási törvény következik: a *lendületvektor*, a *perdlendületvektor*, a *tömegközéppont sebesség-vektor* és az *energia megmaradása*. Az emberi érzékelés és az emberi gondolkodás viszont lassú az atomi jelenségekhez képest. Mi a világban történő eligazodáshoz ezekre a nem hirtelen változó (*megmaradó*) mennyiségekre figyelünk, ezért fejlesztette ki az emberi agy (amely végteles dimenziót amúgy sem tudna elképzelni) a *háromdimenziós tér* koncepcióját. Hogy agyunk valahogy összefüggé-

seket találjon a tapasztalatok között, megalakította még az (időtlenül távolba ható) erő és a gyorsulás fogalmát. Ma ezeknek csupán közelítőlegesen tájékoztató értékük van az atomhoz képest nagy és lomha jelenségek körében. A valóságot jelentő *végteles dimenziós állapotter* és az agyunkban elképzelt előre-hátra, jobbra-balra, fel-le mutató *háromdimenziós koordináta-rendszer* (pszichológiai) kapcsolatának kiderítése legfőképp Wigner Jenő érdeme. Erre utal írásunk címe is.

A berlini egyetemi tanulmányok befejeztével (1925) édesapja kívánsága szerint Wigner visszatért Budapestre, hogy apja újpesti börgyárában dolgozzék mérnökként. De még ide is megrendelte az avantgárd német szakfolyóiratot; a *Zeitschrift für Physik* rendszeres esti olvasmánya lett. A kvantummechanika alakulását figyelve nem tudott ellenállni a csábításnak, visszatért Németországba. A Göttingai Egyetem tanára (később professzora) lett. Ezt az egyetemet a matematikus David Hilbert és a fizikus Max Born a modern tudomány központjává tette, ott dolgozott régi pesti barátja, Neumann János is.

Egy vasárnapi sétájukon Wigner megta-nulta Neumanntól a csoportelméletet, és felismerte annak jelentőségét a természet szimmetriáinak leírásában. Az 1920-as években Wigner Neumann-nal együtt hat tanulmányt írt a kvantumelmélet szimmetria-elveiről. A fentebb említett szimmetria-transzformációk matematikai csoportot alkotnak, mert két szimmetria-transzformáció egymás után végrehajtva ismét szimmetria-transzformációt ad. A csoportok szabatos algebrát követnek. Ez a felismerés képessé tette Wigner Jenőt, hogy nem csupán atomi és molekuláris energiaszintekre, hanem a közöttük bekövetkező kvantumátmenetek kiválasztási szabályaira is pontosan (számszerűen) érvényes képleteket adjon meg.

Nem mindenki nézte jó szemmel az absztrakt matematika betörését a tapasztalati természettudományba. *Wolfgang Pauli*

Gruppenpest (csoportpestis) névvel illetve Wigner módszerét (amiben volt egy halvány célzás Neumann és Wigner szülővárosára, *Pestre* is). Einstein és Schrödinger sem rejtették véka alá ellenérzésüket. De Neumann Jancsi bátorította Jenőt:

Meglátod, hogy a jövőben egyetemi hallgatók is tanulják és használni fogják!

1930-ban Wigner megírta *Csoportelmélet és annak alkalmazása az atomszínképek kvantummechanikájára* című könyvét, amit sok nyelven kiadtak, ma is kedvelt egyetemi tankönyv. Wigner a Nobel-díjat „az atommag és az elemi részecskék elméletéhez való hozzájárulásáért kapta, különösen az alapvető szimmetriaelvek felfedezése és alkalmazása révén.”

1930-ban Németország már nem tűnt ígéretes helynek. A látóhatáron megjelent Hitler árnyéka. Neumann és Wigner amerikai meghívást kaptak: vállaltak félállást a Princetoni Egyetemen, hogy az *Újvilágot* megtanítsák az *Új Fizikára*. Ők pedig boldogan elfogadták a hívást. 1931 és 1933 között idejüket részben Princetonban, részben Berlinben, részben Budapesten töltötték. Budapesttel a fő kapcsolatot Ortvy Rudolf, az elméleti fizika professzora jelentette, aki rendszeresen meghívta Wignert, tartson előadást a kvantummechanikáról. Gyakran leveleztek egymással – magyarul.

Princetonban történt, hogy Wigner meghívta jóbarátját, az angol Paul Diracot vendég-előadónak. Dirac ott ismerte meg Jenő húgát, Mancit. E találkozás után Dirac arra is kész volt, hogy eljöjjön Budapestre, előadni az Ortvy-kollokviumon. Második pesti látogatása házassággal végződött.

1933-ban Hitler átvette a hatalmat Németországban, és nem titkolta ambícióját, hogy egész Európa ura legyen. Wigner eldöntötte, hogy végleg az Egyesült Államokban marad, ezzel életének új szakasza kezdődött, figyelme ettől kezdve az új tudományra, az *atommagfizikára* összpontosult.

Az 1930-as években Wigner lett a magfizika előfutára: felismerte a magerők rövid hatótávolságát (1933), a magerők töltésfüggetlen voltát (1937), a neutronok rezonáns befogódását az atommagok energiaszintjein és az atommagok héjszerkezetéről áruklódó mágikus számokat. Amikor az 1940-es években a II. világháború elérte Amerikát is, ő lett az atomreaktor-technika vezéralakja. Szerepe volt abban, hogy az amerikai nukleáris programot elindító Szilárd-Wigner-Teller-levél eljusson Roosevelt elnökhöz (1939). Ő volt a világ első atomreaktorának elméleti számítója és tervezője (1941), és ő tervezte és építette az első vízhűtéses atomreaktorokat, majd a reaktorok biztonsága érdekében ő ajánlotta, hogy a neutronok lassítására szintén vizet alkalmazzanak. Ma ezen az elven működik a világ atomerőműveinek 90 %-a. De ez már egy másik történet. A II. világháború idején politikailag igaz amerikai vált belőle, aki mindent megtett Amerika háborús erőfeszítéseinek segítéseért. De hallgassuk meg azt is, mit mondott 90 évesen New Yorkban életrajzírójának, *Andrew Szantonnak* – erősen idegenszerű kiejtésű angolságával:

Egyszerű magyar versek és dalok, amiket még 1910 előtt tanultam, ma is gond nélkül előjönnek gondolataimban. Az Amerikában eltöltött 60 esztendő után még mindig inkább magyar vagyok, mint amerikai. Az amerikai kultúra sok vonása idegen maradt számomra. Az igazat megvallva az amerikai kultúra kicsit gyerekesnek találom az európai kultúrához képest. Igaz, hogy Mark Twain amerikai író volt, de hőse, Huckleberry Finn mégiscsak gyerek. És kevés más írójuk van. A beszélgetést sem veszik olyan komolyan, mint Európában. Mióta elhagytam Magyarországot, sehol nem tapasztaltam a tréfák olyan szeretetét, mint otthon. A viccek egyetemlegesek, de egy ország sem kedveli azokat annyira, mint Magyarország. Budapesten sok kávéház van. Ezeken a helyeken feltételezik a vendégek-

ről, hogy hosszan időzzenek kávé mellett, intelligensen beszélgessenek tudományról, művészetről, irodalomról. Magyarországon sok szó esik kultúráról. Talán a magyar költészet a legfinomabb Európában.

Kedvenc költője Vörösmarty Mihály volt, akinek sorait 90 évesen is szívesen idézte. A háború alatt is szeretett magyarul beszélni magyar-amerikai barátaival, Kármán Tóddal, Neumann Jánossal, Szilárd Leóval, Teller Edével. A hidegháború enyhültével ismét írt leveleket Budapestre – többek közt a szerzőnek.

A hidegháború végével, fél évszázados távollét után Wigner négyszer látogatta meg szülőhazáját. Először 1976 augusztusában jött haza az Eötvös Loránd Fizikai Társulat meghívására. Hogy ne felejtse el látogatását, Balatonfüreden a tóparton emlékfát ültetett. Az Eötvös Társulatban *A szimmetriaelvek ötven esztendeje*, az ELTE-n *A kvantummechanika értelmezési problémái* témáról tartott előadást népes hallgatóság előtt. Ekkor már nagyon foglalkoztatta a kvantummechanikai mérés valószínűségi értelmezése, vagyis az emberi értelem és a valóság összjátéka.

Következő látogatása alkalmával, 1977-ben tiszteleti tagjává választotta az Eötvös Társulat, ekkor előadása ismét filozofikus hangulatú volt: *Természettörvények és kezdőállapotok*.

1983-ban hazalátogatva felkereste a Paksi Atomerőművet is, ahol mély benyomást gyakorolt rá a kezelő operátorok teljes áttekintése és értelmes tájékozottsága, amit a reaktorbiztonság fontos elemének tekintett.

1987-ben megkapta az ELTE tiszteletbeli doktori címét, és a Parlamentben átvette Magyar Népköztársaság Zászlórendjét. A fogadáson megkérte a cigánybandát, játsszák el kedvenc nótáját: *Ritka búza, ritka árpa, ritka rozs*. Még csárdást is táncolt a zenére. Szép emlékeket őrzött a magyar iskoláról, minden hazalátogatásakor szívesen elment magyar gimnáziumba is. 75. születésnapja

előestéjén magyar gimnazistákkal beszélgett. Amikor az emberiség jövőjéről, a földön kívüli intelligenciával történő kapcsolatteremtés lehetőségéről kérdezték, ezt felelte:

Mélyen zavar engem, hogy még nem kaptunk üzenetet idegen civilizációktól. Valószínű, hogy vannak lakható bolygók, azon népek vagy más hasonló teremtmények élnek. Az is valószínű, hogy némelyik korábban indult civilizáció már több tudásra tett szert, mint mi. Ezért meglep, hogy még nem léptek velünk kapcsolatba. Nem közvetlen látogatásra gondolok, hiszen óriásiak a távolságok, hanem távközlésre. Meg vagyok lepve, ha csak egyetlen Föld van és egyetlen faj, amelyik kíváncsi. A probléma két megoldására tudok gondolni. Egyik lehetőség, hogy a múltban ők is kifejlesztették a civilizációt, tudományt, technikát, de fegyverkezési versenybe kezdtek, majd megsemmisítették önmagukat és egész bolygójukat. Ha ez törvényszerű jelenség egy civilizáció fejlődésében, megmagyarázhatja a csendet. Egy másik lehetőség, hogy kifejlesztették a tudományt, ami fölemelte életszínvonalukat. De a luxus lustává tette őket, abbahagyták a könyvek olvasását, csak a televíziót bámulják. Lehet, hogy a fizika túlságosan komplikálttá vált számukra, unalmasnak ítélték, elvesztették kíváncsiságukat, abbahagyták a tudományt. Talán ezért nem érdeklődnek a velünk létesítendő kapcsolat iránt olyan népek, amelyek már 50-100 esztendővel „előttünk” járnak. Mégis remélem, hogy a történet végére vonatkozó félelmem tévedés.

Ez volt Wigner Jenő búcsúüzenete a magyar diákoknak. Negyedik budapesti látogatása után erőnléte megromlott, nem vállalkozhatott további utazásokra az óceánon át. Amikor 1988-ban a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagjává választotta, már nem tudta személyesen megtartani székfoglaló előadását. Az 1990-es évek elején leánya, Márta megkért, segítsen valakit találni Princetonban,

aki apjával magyarul beszélgethet, mert a papa számára egyre nehezebben érthető az angol beszéd. (Szerencsére Frei Zsolt, aki nálam végzett az ELTE-n, éppen Princetonban volt doktorandusz.) Az angol anyanyelvű, csak angolul értő Wigner Márta és leányai rendszeresen „hazalátogatnak” Budapestre.

Wigner Jenő professzor 1995. újév napján halt meg. A New York Times gyászjelentése ezt írta: *Wigner azoknak a Budapesten született és a jövőbe hatékonyan látó fizikusoknak egyike volt, akik Nyugatra jöttek, és alakították a modern világot.*

2000-ben a Magyar Tudományos Akadémia (a Paksi Atomerőművel együttműködve) *Wigner-díjat* alapított a nukleáris tudomány és technika terén kiemelkedőt alkotók jutalmazására. Most, 2002-ben, születése centenáriumán az Amerikai Fizikai Társaság (április 21-én), az Európai Fizikai Társaság (augusztus 27-én) és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (november 8-án – a Magyar Tudományos Akadémiával együtt) ünnepi ülésszakot tartott, hogy kifejezzük tiszteletünket Wigner Jenő alkotásai iránt, amelyek a 20. századot formálták.

