

valamit, ami azt fejezi ki, hogy idővel a sűrűségmátrix információtartalma csökken. Ez úgy valósul meg, hogy az egymástól térbelileg távoleső részeket összekötő nemdiagonális mátrixelemek értéke (ami úgyszólván nehezen mérhető) idővel csökken, ezért a kezdetben hullámfüggvénnyel leírható rendszer idővel makroszkopikusan megkülönböztethető állapotok vegyes sokaságába megy át. Ha pl. a hullámfüggvény a súlypontkoordinátának két távoli púpot mutató függvénye, akkor a két púp interferenciaképes koherenciája fokozatosan eltűnik. — Hazamehetünk?

Köszönjük ezt az előadást, amely a jövőbe utat mutatott a kutatásnak. Egyikünk sem méltó, hogy Wigner Jenőnek érmet adjon át. De ezzel az éremmel az Eötvös Társulat, a Magyarországon fizikát tanulók, művelők és tanítók egyesülete fejezi ki kollektív tiszteletét Wigner Jenő, a Társulat tiszteleti tagja iránt. (Wigner Jenő átveszi az Eötvös Társulat érmét és tiszteleti tagsági oklevelét. Nagy taps.)

Nem, ezt nem érdemlem meg.

Marx György

EZ PERSZE NEHÉZ KÉRDÉS...

Wigner Jenő budapesti előadása előtt megkért: úgy mutassuk be, mint a Fasori Gimnázium egykori diákját. Mi lehet az, ami miatt még ma is hálás egykori iskolájának?

A tanárok nagyon figyeltek az érdeklődő diákokra. Segíteni akartak, jól tanítottak. Különösen fontos volt az érdeklődés felkeltése. Ez vezetett sikerre.

Tudjuk, hogy Mikola Sándor tanított fizikára, akinek a neve ismert és becsült az egész országban...

Ezt nem tudtam.

Mégis Rácz Lászlóra gondolsz legnagyobb hálával, aki matematikára tanított. Nyilván volt valami egyéni módszere, ami megfogta a fiatal embereket.

Beszélgetés Wigner Jenővel, az Eötvös Társulat tiszteletbeli tagjával Budapesten, 1983. szeptember 1-én.

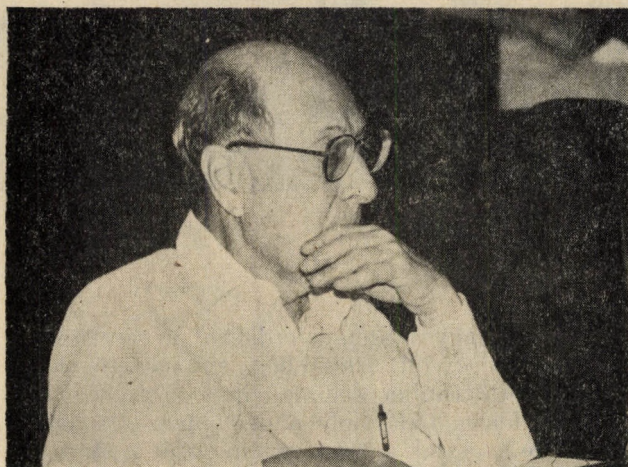
Szeretett tanítani, értett is hozzá. Ő alapította a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapokat. Külön órákon foglalkozott Neumann Jánossal. Figyelte a diákokat: értjük-e, amit mond. Jól ismerte azokat a tanítványait, akik jobban érdeklődtek a matematika iránt. Többször adott nekem kölcsön könyvet, amiket nagy örömmel olvastam és megértettem őket. Ez nagyon inspirált.

Volt köztük fizika is, vagy mind matematikával foglalkozott?

Matematika könyvek voltak.

Miért kezdted mégis fizika iránt érdeklődni?

Engem a fizika nagyon érdekelt kezdettől fogva. Nagyon szerettem a matematikát is, és az elméleti fizikában sok matematika van. De ahogy most erre visszagondolok, az is nagy hatással volt rám, hogy a fizika akkor közel volt a kémiához, és fizikai



Wigner Jenő előad az ELTE Eötvös termében

kémia lett doktori disszertációm tárgya. A fizikai kémia nagyot fejlődött, amikor a matematikát kezdte alkalmazni. Amikor megtudtam, hogy találtak megoldást a mikrofizika leírására, ez roppant hatással volt rám. Korábban nem csak én, mások is attól tartottak, hogy az ember nem elég okos a mikrovilág megértésére. Az első fizikakönyv, amit olvastam, azt írta: atomok és molekulák talán léteznek, de ez lényegtelen a fizika szempontjából. Hát ez persze azóta ugyancsak megváltozott.

De mégis vegyészmérnöknek iratkoztál az egyetemre.

Igen. Ennek furcsa a története. Édesapám egyszer megkérdezett: „Mondd, fiam, mi akarsz lenni?” Kis gondolkodás után így feleltem: „Édesapám, ha őszinte lehetek, tudós szeretnék lenni, lehetőleg fizikus.” Apám várta ezt a választ, és ezt mondta: „Mondd, fiam, hány állás van fizikus számára az országunkban?” Gondolkoztam, és némi túlzással így válaszoltam: „Négy.” Mire édesapám: „És, fiam, azt hiszed, hogy Te elég okos vagy, hogy megkapd annak a négy állásnak az egyikét?” Így közösen azt határoztuk el, hogy ha az egyetemre megyek, kémikus tanár leszek. De miközben a kémiát tanultam, minden csütörtökön elmentem a tudományegyetemen a fizikai kollok-

viumra. Doktori munkám még a fizikai kémia területére esett. Nem emlékszem pontosan a doktori értekezésem címére, noha tudnom kellene ezt, de az értekezés a molekulák képződéséről szólt. Azzal foglalkozott, hogy atomok összeütközve molekulákká ragadnak össze. Több gondolkodás után ezt csodának éreztem. Hiszen a molekulának elkülönült energianívói vannak. Hogy tudják az atomok, hogy épp ekkora energiával ütközzenek össze? Hogy a molekula forgási momentuma épp a Planck-állandó egész számú többszöröse legyen? Azt proponáltam (ezt Polányival közösen közöltük, nagyon sokat tanultam tőle): a nívók energiája nincs élesen meghatározva. Hiszen a molekulák megint széteshetnek, ami azt jelenti, hogy a molekulánívók szélessége véges! Ami a forgási momentumot érinti, úgy gondoltuk, hogy a forgási momentum megmaradása nem mindig érvényes. Ütközéskor a forgási momentum a Planck-állandó legközelebbi egész számú többszörösére ugrik be. Ezek miatt később többen azzal vádoltak, hogy én ismertem fel a Heisenberg-féle bizonytalansági relációt, ami persze nem igaz. De a számításom végeredményei lényegében helyesek voltak.

Mindez még a kvantummechanika előtt történt?

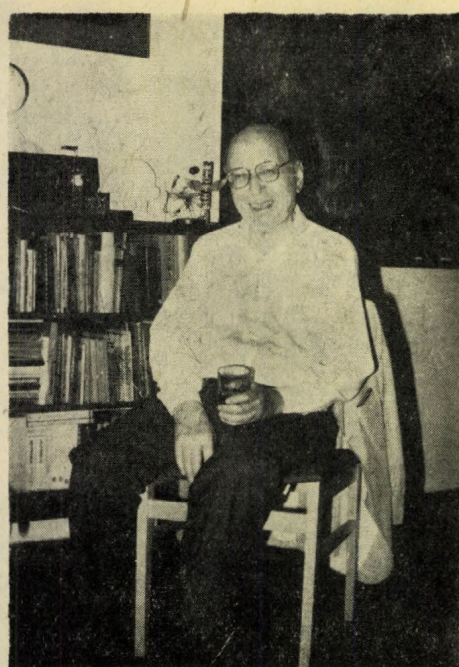
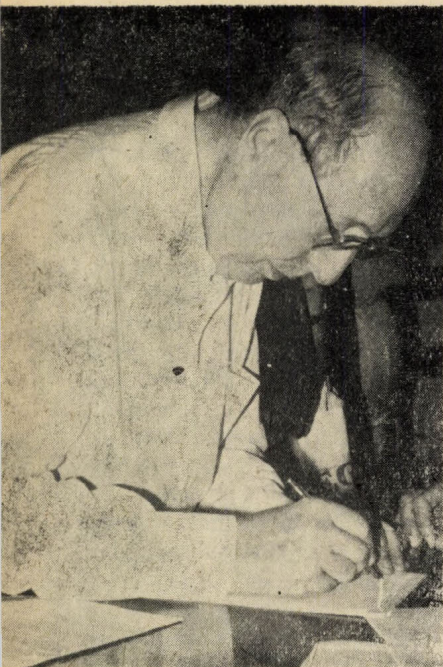
Ó igen, sokkal előtte.

Hogyan találkozott a kvantummechanikával?

Amikor vegyészmérnök voltam egy újpesti bőrgyárban, titokban előfizettem a német fizikai folyóiratra, a Zeitschrift für Physikre. Ebben elkezdte a figyelmemet Heisenberg cikke, de elolvastam Born és Jordan cikkét, amiben kifejtik a kvantummechanika alapvető eredményeit. Igazán el voltam tőle ragadtatva. Talán két héttel később kaptam egy levelet Berlinből, amelyben felajánlottak egy állást a műegyetemen. Így aszisztens lettem az újonnan kinevezett elméleti fizika professzor, Becker Richárd mellett. Fizetésem nagyon-nagyon rossz volt: 135 márka és 71 pfenig. De megéltem belőle, és hamarosan megjavult a helyzetem. Meghívtak Göttingába, hogy Hilbert aszisztense legyek. Ott már jobb volt a fizetésem. Mikor visszamentem Berlinbe, magántanári állást kaptam. Akkor sem volt nagyon komoly a fizetésem, de azért több volt 135 márka 71 pfennignél. Jóval több.

Mindig csodálkoztam azon, saját professzoraimat is megkérdeztem: miként lehet, hogy a húszas évek közepén pár hét, pár hónap alatt mindenki felismerte: az atomszerkezet problémáinak a kvantummechanika adja az igazi megoldását.

A kvantummechanika — különösen Heisenberg első írása, de a Born-Jordan és Born-Heisenberg cikk is — pozitivista filozófián alapult, és ez akkor tetszett az embereknek. Hiszen a speciális relativitáselmélet is ennek köszönhetette létrejöttét! Nemrég írtam valamit, most kellene kijavítanom a korrektúráit, amiben én is nagyon pozitivista, nagyon vad gondolatot közlök.



Wigner Jenő az ELTE Atomfizikai Tanszékén

Elárulnád, hogy mit?

Azt a gondolatot, hogy egy makroszkopikus testre nem lehet érvényes a determinizmus. A test viselkedése mikroszkopikusan vizsgálva némileg bizonytalan, mégpedig azért, mert egy test sem különíthető el a környezet kölcsönhatásaitól. Kiszámítottam, hogy egy köbcentiméteres wolfram-kristály – minden csillagtól távol – meddig marad izolált (kvantum-)állapotban? Mennyi időn belül fogja azt a környezete megváltoztatni, mégpedig a kozmikus rádiósugárzás által? Azt találtam, hogy a kristály legfeljebb egy ezred másodpercig maradhat izolált. Hogy tökéletes izoláció nem lehetséges, az nem az én ötletem. Zeh publikálta 1970-ben. De én az ő írását sokkal később olvastam.

Az a meglátásod, hogy a szimmetriák a kvantummechanikában sokkal erőteljesebb szerepet játszanak, mint a klasszikus fizikában, hogyan támadt?

Mikor visszatértem Berlinbe, egy kitűnő kristallografus, Weissenberg kérte: vizsgáljuk meg, miért van az, hogy az atom egy kristályban igen sokszor egy szimmetriasíkban ül vagy szimmetriatengelyen fekszik. Nagyon rövid gondolkozás után rájöttem: ennek az az oka, hogy a szimmetriatengelyben levő elhelyezkedés biztosítja azt, hogy a szimmetriatengelyre merőleges két irányban a potenciál deriváltja nulla. Ezáltal a három közül két mozgásegyenlet meg van oldva. (A síkban csak egy mozgásegyenlet van megoldva, ott két koordináta szabad marad.) Így kezdtem el érdeklődni a szimmetriák iránt. Mikor Heisenberg cikkét olvastam a Bose- és Fermi-statisztika szerepéről a kvantummechanikában, láttam, hogy a szimmetriáknak a jövőben nagy lesz a jelentősége.

Ez a cikk nagyon szép és érdekes, de részleteiben teljesen téves volt. Heisenberg azt mondta, hogy a Fermi-statisztika szimmetrikus állapotfüggvényekkel fejezhető ki, noha ennek épp az ellenkezője igaz. De ő összekötötte a szimmetriát a statisztikával, és ez volt a fontos.

Nekem a csoportelméleti módszer, Wigner Jenő könyve segített megérteni a kvantummechanikát. Addig zavart, hogy a kvantummechanika egész sor képletet átvesz a klasszikus mechanikából, noha tudjuk, hogy a klasszikus fizika a mikrofizikában nem érvényes. Nem tudtam elképzelni, hogyan lehet mindezt tisztábban, magasabb szempontból megfogalmazni.

Volt sok más jó könyv is, de örülök, hogy ez a könyv segített. A szünidőket mindig Magyarországon töltöttem, karácsonykor Budapesten, nyáron Alsógödön, ott írtam ezt a könyvet is.

Ugorjunk egyet! Hogy ért el hozzád a gondolat, hogy az atommagból makroszkopikus mennyiségű energia szabadítható ki.

Erre én magam nem gondoltam. Rutherford mondta, hogy az atommagban nagy energiák vannak, de ezeket nem lehet felszabadítani. Ezt nagyon hangsúlyozta! Mikor a maghasadásról hallottunk, egyszerre meglátták, hogy ez a helyzet megváltozott.

Többen egymástól függetlenül?

Én magamtól nem gondoltam erre, mert beteg voltam, és kórházban voltam, amikor Bohr (Amerikában, 1939 tavaszán) a maghasadásról előadást tartott. Barátom, Szilárd Leó látogatott meg, és elmesélte, amit Bohrtól a maghasadásról hallott.

Azt is hozzátette: ez arra fog vezetni, hogy energiát fogunk nyerni az atommagokból.

Ezt Szilárd mint saját gondolatát mondta . . .

Igen. Igen.

Ő már régóta spekulált ezen.

Igen. Sőt már volt egy szabadalma is erről, ami nem volt megvalósítható. . .

A berilliumra alapozva.

Igen, az a láncreakció nem volt megvalósítható, de ez a láncreakció az uránnal igen, és meg is valósult.

Nem sokon múltott, hogy az a berillium-reakció ($n + {}^{10}\text{Be} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^4\text{He} + 3n$), amire Szilárd gondolt, nem pozitív energiamérlegű.

És talán bőven akadnak pozitív energiamérlegű reakciók is. De az még nem jelenti azt, hogy lehet őket használni, mert a hatáskeresztmetszetek nem megfelelőek. Most indult egy új projektum Amerikában, amelyet Maglič javasolt. Ez is magreakción alapul, lítiumból kiindulva. Reméljük, hogy ez megvalósítható lesz.

A magyar közönség azt a mozzanatot ismeri legjobban életemből, amikor Einstein Roosevelthez küldött levele megszületett, és elindította a Manhattan-projektumot. Ennek történetét különböző könyvek eltérő módon írják le.

Ugy van. Szilárd Leó és én meglátogattuk Einsteint nyári lakhelyén abból a célból, hogy tájékoztassuk őt a kérdésről, és rávegyük: írjon egy levelet Roosevelthez. Elmagyaráztuk neki a problémát! Ő azt 15 perc alatt megértette. Diktált egy levelet németül, én leírtam, hazavitem, lefordítottam angolra és legépeltettem.

Ezt a levelet Szilárd vitte ki Tellerrel Einsteinhez.

Igen, azt hiszem, így volt. Einstein ezt a levelet aláírta. Roosevelt ezután egy konferenciát javasolt a Bureau of Standardben (Szabványügyi Hivatalban). Nagyon jó konferencia volt. Két jelenlevő fizikus ellenezte, hogy csináljunk valamit. Egy ezredes azt mondta: nem fontos az ilyen kutatás. A háborút nem jobb fegyverek nyerik meg, hanem a polgárság jóakarata. Erre azt mondtam: „Kérem, akkor oszlassuk fel a hadsereget, és terjesszünk el megértést a nép között, akkor minden jó lesz.” Ez már nem tetszett az ezredesnek, meg a jelenlevő admirálisnak sem. Az admirális ezt kérdezte: „Mennyi pénzre van szükségük?” Azt mondtam: „5000 dollárra.” És ő azt mondta: „Megkapták.” Valóban a dolog sokkal többbe került.

Akkor már lehetett tudni, mennyi neutron keletkezik egy maghasadásban?

Igen. Azt tudtuk, hogy több mint egy. Ekkor már biztosra vettük, hogy az energiafelszabadítás

reális lehetőség. Volt egy nyilvánosság előtt lezajlott vitám Bohrral, aki azt mondta, hogy a berendezés nem fog működni. Nem tudom, ki mellett volt a hallgatóság többsége, de nem egyezett a véleményünk. Bohr azt mondta, hogy az egészről nem lesz semmi. De ebben az esetben furcsa módon nekem volt igazam.

Amikor 1942-ben megindult Chicagóban az első reaktor, mennyire voltak biztosak?

Én egészen biztos voltam a sikerben. Mi 1942 áprilisában költöztünk Chicagóba, a láncreakció decemberben indult meg. Egészen világos volt minden. Előreláttam a sikert, és azt is, hogy Fermi fogja létrehozni. A sikert majd jó volna valamivel megünnepelni. Ezért Princetonban már 1942 márciusában vásároltam egy üveg Chiantit, amit decemberben át is adtam neki. Sokan mondták: Könnyebb volt előre látni, hogy a láncreakció létre fog jönni, mint azt, hogy a Chianti decemberben már nem lesz kapható az üzletekben.

Felhasználták a Te vegyész képesítésedet is . . .

Igen, annak idők folyamán nagy haszna volt. Amikor terveztük a nagy reaktort (a plutonium-előállító nagy reaktort Hanfordban), akkor sok probléma merült fel: a hőkisugárzás, a korrózió (nem csak a neutronok, hanem a víz hatására alumíniumban). Előreláttuk, hogy a neutronok szétverik a kristályszerkezetet. Egyidőben ezt így hívták: Wigner-effektus, de nem én vagyok hibás, hogy ez az effektus létezik. Nem voltunk biztosak, hogy a reaktor mennyi ideig lesz képes működni. A benne levő alumíniumcsövek erősebben is korrodálhattak volna, de nem korrodálódtak olyan nagyon. A Du Pont mérnökei, akik a mi terveinket átnézték, szintén félték a korróziótól. Azt proponálták, hogy korrózió ellen a hűtővízbe tegyünk egy kis káliumbikromátot. Ekkor jó volt, hogy én vegyész is voltam, mert tudtam, hogy a vízben keletkező hidrogén-peroxid redukálná a káliumbikromátot. Egy zöld csapadék keletkezne, ami gátolta volna a hűtővíz áramlását. Egyébként is világos volt, hogy mi, fizikusok jobban értjük a dolgot, mint a mérnökök. A Du Pont mérnökei az általunk ajánlott (neutron és gamma ellen védő) árnyékoló fal helyett egy ketrecbe akarták tenni a reaktort. A ketrec rácsa olyan szoros volt, hogy egy bárány nem fért volna ki rajta, egy mókus vagy egér viszont könnyen. De úgy gondolom, hogy a neutron ezeknél is kisebb! (Ezóta Fermi mindig így kezdte a mérnököknek tartott előadásait: „A neutron nagyon-nagyon kicsi. . .”)

Szilárdnak is volt része a láncreakció megvalósításában.

Sok mindent előrelátott. Nagyon szerette másoknak mondani, mint csináljanak, ezért Chicagóban úgy hívták: a Generális. (Ez nem csak dicsérő jelző volt.) Különösen az első fázisokban volt nagyon hasznos szerepe. És azt hiszem, az Einstein-

levél létrejöttében neki nagyobb szerepe volt, mint nekem, és annak a levélnek igen nagy hatása volt...

Később Neumann János is bekapcsolódott a munkába.

Igen, sokkal később. Neumann János igen fontos volt. Ő proponálta, hogy ne olyan explóziót csináljanak, amelyben két urándarabot összelőnek, hanem olyant, hogy van egy üres urángömb, amit egy (kémiai) robbanás minden oldalról összesajtol egy kis golyóvá. Ez az ötlet sokakat meglepett, engem is, amikor megtudtam. Az szükséges, hogy nagyon pontosan kell egyszerre felrobbantani sok töltetet. Ha az egyik század másodperccel előbb robbanna, az elrontaná az egészet. Ő ezt látta, mi nem. Sokat dolgozott egy osztályunkban, nem messze Baltimortól.

És Teller?

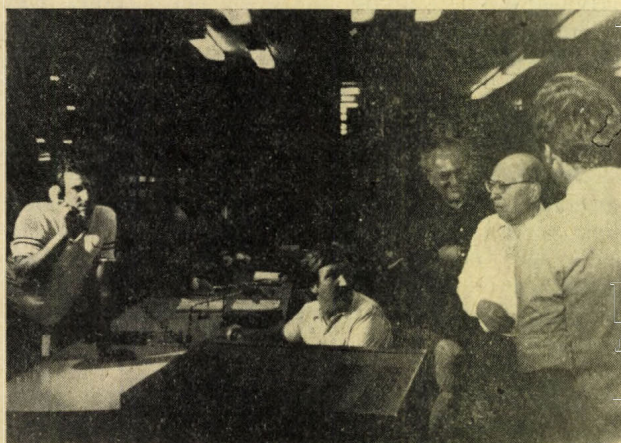
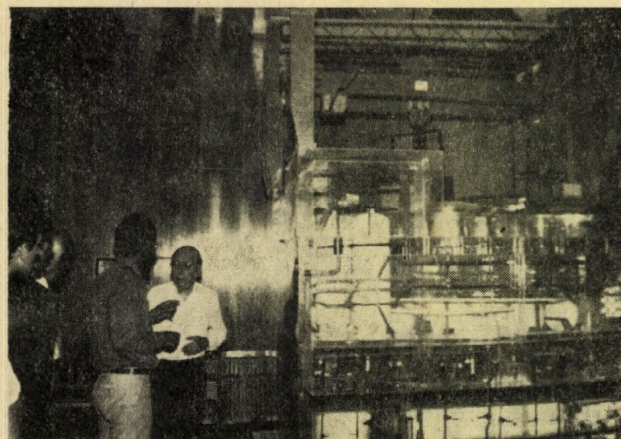
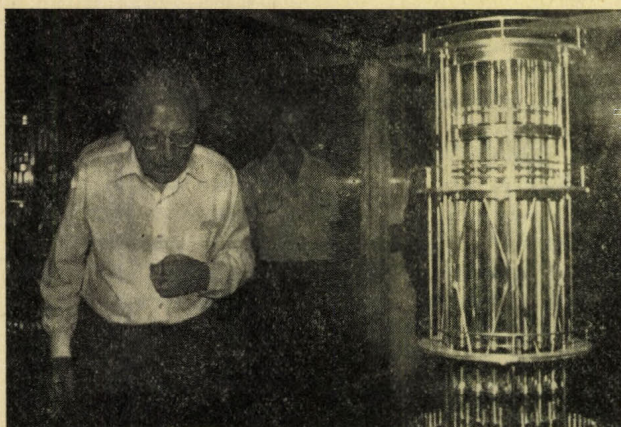
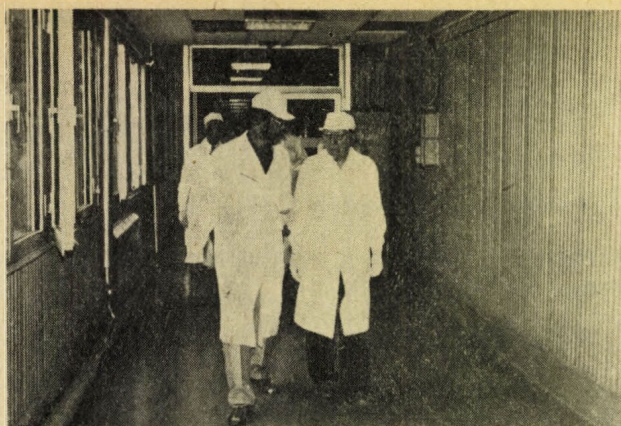
Teller Ede nem maradt Chicagóban, ott keveset láttam, de Los Alamosban nagyon aktív részt vett. Teller azután mindig az eltitkolás ellen volt. Ő azt hitte és azt hiszi, hogy a titkolódzás céltalan.

Amikor az atombomba elkészült, több fizikus azt javasolta, ne dobják le japán városra, hanem egy lakatlan szigeten mutassák be hatását a japán vezérkar szakértőinek.

Igen, így gondoltuk. Sokan hozzájárultunk egy felhívás létrejöttéhez, de azt hiszem, azt véglegesen Franck fogalmazta meg. Amikor Oakridge-be bevitettem az ennek érdekében aláírást gyűjtő kérdőívet, a katonák nagyon összeszidtak e miatt: „Most elárulta, hogy a robbanás lehetséges!” Azt mondtam: „Hát azt mindenki tudja!” De ők: „Nem tudja senki!” Amikor visszamentem a barátaimhoz, nagyon meg voltam rökönyödve. Ekkor Alvin Weinberg barátom ezt mondta: „De hiszen Grooth tábornok beszédet tartott nekünk, hogy felrobbantjuk a bombát Japán fölött”. Így azután mikor megint össze akartak szidni, ezt mondtam: „Kellott volna valamit tenni, hogy ezt titokban tartsuk!” Megkérdezték: „Hát ki árulta el ezt a titkot?” „Grooth generális!” — feleltem. Mindnyájan elsodálkoztak. Ezóta olvastam egy könyvet, hogy a bomba felrobbantása tette lehetővé a japán császárnak, hogy kapituláljon. Ezáltal kétféle japán és több mint kétszáz ezer amerikai élet volt megmenthető. Megkérdeztem japán barátaimat, nem lett volna-e elég, ha a bombát egy lakatlan terület felett robbantják fel, ahová meghívtak volna japán szakértőket is. Azt mondták, az nem hatotta volna meg a császárt...

Ebben az időben a japán városra való ledobás mellett kevés fizikus volt.

Nagyon-nagyon meglepett és leverít, hogy négyen mellette voltak: Bush, Colman, Oppenheimer és Compton. Őket Grooth megkérte, hogy tartsanak egy konferenciát. Azon azt javasolták, hogy Japán felett robbantsák fel a bombát.



Wigner Jenő látogatása a működő paksi atomerőműben, ahol a Wigner Jenő brigád vendége volt

Ha az atombomba nem emberek fölött robbant volna, az atomenergia nem rögzült volna az emberek tudatában ördögi találmányként.

Igen. De sok minden ördögi van a világon. A tűz sok bajt okozhat, de ez nem akadályoz meg abban, hogy tűzzel fűtsük házainkat. Sok mindent félreértének az emberek. A vasút bevezetését is nagyon ellenezték, mert a vonatban mindenki meg fog bolondulni. . . Nagyon nehéznek látják ezeket a kérdéseket a mai fiatalok, akik tüntetni szeretnek. Emlékszem, amikor 15 éves voltam, gondolkodtam, minek élünk? Mi a célja az életnek? Nagyon hamar rájöttem, van egy cél: megszerezni a kenyeret és lakást nemcsak magamnak, hanem azoknak is, akiket szeretek. De ez ma már túl könnyű és nem látszik elegendő célnak. Túl nagy a jólét, és ez megnehezíti a fiatalok berendezkedését az életre. És ez persze nehéz kérdés. . .

Marx György

ÉV SZÁMOK WIGNER JENŐ ÉLETÉBŐL

Született Budapesten,	1902. szeptember 17
Fasori gimnázium	1912–1920
Budapesti Műegyetem	1920–1921
Berlini Műegyetem	1921–1924
Doktorátus, Berlin	1925
Mauthner Bórgyár, Újpest	1925–1926
Berlini Műegyetem tanárségéd	1926–1927
Göttinga tanárségéd	1927–1928
Berlin magántanár	1928–1933
Csoportelmélet a kv. m.-ban	1931
Princeton	1931–1971
Chicago	1942–1945
Fermi-díj, USA, AEC	1958
Nobel-díj	1963
Nyugalombavonul	1971
Magyarországi látogatás	1976
Eötvös Társulat tiszteleti tag	1977
Magyarországi látogatás	1983

A fényképeket készítette Jávor Márta, Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskola. — A paksi felvételeket Deák Hunor készítette.

A SEMLEGES ÁRAMOKTÓL A VEKTOR-BOZONOKIG

Nagy Elemér

Központi Fizikai Kutató Intézet

1983 elején szenzációs bejelentést tettek a genfi Nyugateurópai Magfizikai Kutató Központban (közismert nevén a CERN-ben): két egyidőben végzett kísérletben is megtalálták a közbenső vektorbozonok töltött változatait, a W^+ és W^- részecskéket. A kísérletet tovább folytatva, néhány hónappal később kimutatták a semleges vektorbozont, a Z^0 -ként emlegetett részecskét is. A szenzáció oka az, hogy ez a felfedezés kétségbevonhatatlanná tette, sikerült a természetben lezajló alapvető folyamatokat egy mélyebb szinten megérteni.

A vektorbozonokat még a 60-as évek közepén megjósolták egy olyan elmélet felállítása útján, amely első ízben volt képes ellentmondás mentesen leírni az egyik elemi folyamatot, az ún. gyenge kölcsönhatást. Ennél azonban még lényegesebb, hogy megalkotói az elektromágneses és gyenge kölcsönhatást egyetlen egységes elméletbe foglalták.

Ilyen helyzet, amikor két viszonylag távoli jelenség közös eredetét sikerül bizonyítani, csak ritkán adódott eddig a fizika történetében. Egy hasonló eset megközelítőleg száz évvel ezelőtt fordult elő. 1862-ben a rendelkezésre álló tapasztalatok alapján Maxwell elméleti egységbe foglalta az elektromosságot és mágnességet. Ennek alapján, hasonlóan ahhoz, ami a vektorbozonok esetében történt, megjósolta az elektromágneses hullámokat, amelyeket 1866-ban Hertz kimutatott. Ez egy érdekes és messzemenően nem véletlen analó-

gia, ugyanis mint az alábbiakban látni fogjuk, tulajdonképpen ezen a ponton kezdődött el a vektorbozonok története.

Az elektromágneses hullámok és a vektorbozonok kapcsolata

A híres Maxwell egyenletek az E és B térerőségeknek és a ρ töltésnek valamint j áramnak a kapcsolatát adják meg:

$$\begin{aligned} \text{Div } \mathbf{E} &= \rho/\epsilon_0 \\ \text{Div } \mathbf{B} &= 0 \\ \text{Rot } \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ c^2 \text{Rot } \mathbf{B} &= \mathbf{j}/\epsilon_0 + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{aligned} \quad (1)$$

A félkövér betűkkel leírt rész az addig ismert kísérleti tapasztalatokat fordította le a differenciál-egyenletek nyelvére. Maxwell azonban ennél sokkal messzebbre ment: a negyedik egyenletet ki egészítette a vastagon szedett taggal, amelyet akkor még semmilyen ismert tény nem tett kötelezővé, csupán az egyenletek szimmetriája illetve a töltésmegmaradás elve sugall. Ha az egyenletrendszernek ennek az új tagnak a figyelembevételével, töltés és áramoktól mentes térben oldjuk meg, a megoldás „periodikus elektromágneses zavart”, elektromágneses hullámokat ír le. Ezt maga Maxwell is felismerte, az elektromágneses hullámok kísérleti kimutatását azonban már nem érte meg. Mint említettük, ez Hertz nevéhez fűződik, aki ezzel megvetette a modern telekommunikáció alapjait.

Az ELFT 1983. évi szegedi Vándorgyűlésén elhangzott előadás. A W^\pm felfedezéséről előzetes közlemény már napvilágot látott a Fizikai Szemle 1983/7 számában, Kiss Dezső tollából.