

A SOLVAY-KONFERENCIÁK TÖRTÉNETE

Radnai Gyula

a fizikai tudomány kandidátusa,
ELTE Anyagfizikai tanszék
radnaigyula@ludens.elte.hu

Bevezetés

2011. október 19-én nyílik meg Brüsszelben a centenáriumi, sorrendben 25. fizikai Solvay-konferencia. A megvitatásra kitűzött téma – „The Theory of the Quantum World” – nem véletlenül emlékeztet a száz évvel ezelőtti, első Solvay-konferencia címére és témájára: *Radiation Theory and Quanta*. A Max Planck által 1900-ban megfogalmazott első kvantumhipotézis már negyedszázad múltán a fizika tudományának immanens részévé vált, először csak kvantummechanika néven. Az utána eltelt háromnegyed században a kvantummechanikából kvantumfizika lett, amely feltűnő módon megváltoztatta a világot, jót is (magkémia, molekuláris biológia, modern orvostudomány, anyagtudomány), rosszat is (atombomba, nukleáris balesetek) hozva magával. Mint cseppben a tenger, úgy tükröződik a fizika tudományának fejlődése a Solvay-konferenciák történetében. Különös hangsúlyt kapnak benne az emberi tényezők, kiemelke-

dik a tudomány legjobb művelőinek szerepe, fontossága.

Az eredeti ötlet, hogy nemzetközi részvételi, meghívásos konferenciát kellene rendezni a tudomány aktuális, megoldásra váró kérdéseiről, Ernest Solvay¹ ötlete volt.

Azelőtt is tartottak Európában tudományos konferenciákat, igaz, leginkább csak egy-egy országon belül. A más országokban elért eredményekről francia, német, angol nyelvű színvonalas folyóiratokból tájékozódhattak a tudósok. A tudományos közlemények azonban akkor is főleg az elért eredményekről szóltak, nem pedig a megoldatlan kérdésekről. Különböző országok tudósai közötti személyes találkozásra, a felmerült problémák egymás közti megvitatására már csak a fáradságos utazási körülmények miatt is viszonylag ritkán került sor.

1. A sugárzás és a kvantumok elmélete (1911)

Ernest Solvay úgy vállalta húsz-harminc tudós meghívását az egy hétig tartó konferen-

¹ A Solvay márkanév ma már egy multinacionális vegyi konszern jelöl, melynek központja Brüsszelben van, és negyven országban tizenhétezer embert foglalkoztat. Megalapítója Ernest Solvay (1838–1922) belga iparmágánás volt, aki az ipari méretű szódagyártás olcsó és hatékony módszerét dolgozta ki. 1872-ben szabadalmaztatta ipari szódagyártási találmányát, gyárakat létesített Németországban, Angliában, Amerikában, és viharos

gyorsasággal gazdagodott meg. Az Osztrák–Magyar Monarchiában Erdélyben, a marosújvári sóbánya közelében, 1896-ban hozta létre szódagyárát, amely csakhamar egész Magyarországot ellátó nagyvállalattá fejlődött. Ernest Solvay filantrop beállítottságú gyár-
iparos volt, a tudomány őszinte tisztelője, aki Brüsszelben szociológiai és fizikai-kémiai kutatóintézetet is alapított.

ciára, hogy a teljes ellátást és még az utazási költségeket is ő kívánta fedezni. Az első Solvay-konferencia meghívottainak listáját Hermann Nernst, Max Planck és Hendrik Lorentz állították össze. Érdekes, hogy Nernst listáján Jules Henri Poincaré még nem szerepelt, őt pótlólag hívta meg Solvay, valószínűleg Lorentz kérésére. Az elnöklő Lorentz határozta meg a konferencia formáját is: a felkért előadóknak előre el kellett készíteniük, és írásban be kellett nyújtaniuk vitaindító előadásukat, ezeket azután minden résztvevőhöz eljuttatták. Mindegyik elhangzott előadás után volt diszkusszió, amelyben minden meghívott tudós, de még a konferencia fizikus titkárai is részt vehettek. A konferencia legfiatalabb meghívottja Albert Einstein volt, itt találkozott először és utoljára Poincaréval. Ők ketten lettek a konferencia meghatározó személyiségei. Poincaré nem is tartott előadást, csak kérdéseket tett fel, majdnem minden előadás után. A lényegretörő, világosan megfogalmazott, jellegzetesen matematikus kérdések minden fizikus fejében segítettek tisztázni a homályos fogalmakat. Einstein az utolsó nap tartott előadást, utána a kérdések elhangzása előtt még egyszer összefoglalta álláspontját. Poincaré ezután így nyilatkozott róla: „Egyike a legeredetibb gondolkodóknak, akivel csak idáig találkoztam.” Pedig a relativitáselmélet nem is volt téma a konferencián, a megvitandó központi probléma a hatáskvantum fogalma, ennek a fizikában – nemcsak a sugárzáselméletben, hanem az anyag különböző tulajdonságainak kialakításában – játszott szerepe volt. Einstein például a kristályos szilárd test általa felállított modelljére alkalmazta a kvantumhipotézist, és levezette belőle a fajhő zérushoz tartását az abszolút zérus fok környezetében. Ez a Nernst és mások által kísérletileg már igazolt tény a szoká-

sos, klasszikus módon nem volt levezethető, bár a konferencián Lorentz és James Hopwood Jeans is megpróbálta megmenteni a klasszikus kinetikus elméletet.

2. Az anyag szerkezete (1913)

Az első konferencia sikerén felbuzdulva Solvay 1912-ben megalapította a Nemzetközi Solvay Fizikai Intézetet azzal a céllal, hogy „segítse azokat a kutatásokat, amelyek elmélyítik a természeti jelenségek megértését”. 1913-ban megalapította a Nemzetközi Solvay Kémiai Intézetet is, hasonló felfogásban. Nemcsak belga, de kiemelkedő külföldi kutatók is kaphattak Solvay-ösztöndíjat, dolgozhattak ezekben az intézetekben. Az intézetek feladata lett a Solvay-konferenciák szervezése is.

1913-ban már a második fizikai Solvay-konferenciát tartották (az első kémiai konferenciára csak az első világháború után kerülhetett sor). Az anyag szerkezetét megvitató tudósok nagyrészt ugyanazok voltak, mint akik részt vettek az első konferencián. Ugyanúgy Lorentz elnökölt, mint akkor, és eljött honfitársa, Heike Kamerlingh-Onnes is, akit még abban az évben Nobel-díjjal tüntettek ki a szupravezetés felfedezéséért. Itt volt Nernst, Einstein, Arnold Sommerfeld, Wilhelm Wien, de a németek közül hiányzott Planck. A franciák közül legjobban Poincaré hiányzott, aki előző évben hunyt el, de nem jött el Jean-Baptiste Perrin sem, aki kísérletileg igazolta Einstein Brown-mozgásra kidolgozott elméletét. Itt volt Paul Langevin és tanítványa, Maurice de Broglie is, a forgókristályos röntgenanalízis kidolgozója. Ők ketten állították össze az első Solvay-konferencia kiadványát, amely ma már a legnagyobb könyvtárak féltve őrzött kincse. Itt volt a német Max von Laue, a röntgendiffrakció felfedezője és következő évi Nobel-díjas, valamint a brit W.

Henry Bragg, aki három évvel később kapott Nobel-díjat fiával együtt, röntgendiffrakciós kutatásokért. Angliából újra itt volt Ernest Rutherford és Jeans, de most eljött az előadásra felkért Joseph John Thomson is, Cambridge-ből. Az első konferenciának huszonegy, ennek harminc résztvevője volt, akik között továbbra is csupán egyetlen nő akadt: Marie Skłodowska-Curie Párizsból.

3. Atomok és elektronok (1921)

A világháború a tudományban is szétzilálta a nemzetközi együttműködést, ráadásul a konferencia résztvevői sok személyes tragédiát szenvedtek el: Planck az egyik, Nernst pedig mindkét fiát elvesztette a háborúban, az osztrák Friedrich Hasenöhrl, Ludwig Boltzmann utóda az egyetemen, elesett a fronton. Nernst soha többé nem vett részt Solvay-konferencián, és Planck is már csak az 1927-es, nevezetes 5. Solvay-konferenciára jött el. W. Henry Bragg sem könnyen heverte ki másik fiának elvesztését Gallipolinál, s bár ő részt vehetett volna ezen a 3. Solvay-konferencián, nem jött el.

A német tudósokat sajnos meg se hívták, még a köztudottan pacifista Einstein sem szerepel az ott készült csoportképen. Túl közel volt még a háború, amikor a német csapatok megszállták Belgiumot, betörték Franciaországba, és csaknem Párizsig nyomultak előre. Jean Baptiste Perrin, aki a fronton harcolt a németek ellen, vagy Madame Curie, aki sebesült francia katonákat röntgenezett saját maga felállította mentőautójában, hogyan vitatkozhatott volna most atomokról és elektronokról a német tudósokkal? Hiányukat a semleges Svédországból (Manne Siegbahn) és a tengerentúlról (Albert Michelson, Robert Millikan) hívott tudósokkal igyekezett pótolni Ernest Solvay. Neki is ez volt az utolsó konferenciája, 1922-ben, 84 éves korában el-

hunyt. Az általa létrehozott Solvay Intézet azonban tovább működött, szervezte a konferenciákat.

4. A fémek elektromos vezetőképessége (1924)

1924-ben sem vett még részt németországi fizikus a konferencián, bár már ott volt az osztrák Erwin Schrödinger Zürichből, aki anyai ágon félig angolnak számított, és különben se politizált. A konferenciának olyan egzotikus résztvevői is voltak, mint a nemrég létrejött Szovjetunióból a félvezetőket kutató és Szentpétervár-Leningrádban fizikai kutatóintézetet alapító, iskolateremtő Abram Ioffe, a lengyel Witold Broniewski, vagy a magyar Hevesy György, aki megbetegedett barátját, Niels Bohrt helyettesítette Kopenhágából. Svájcban is jött egy különleges figura, a későbbi sztratoszféra- és óceánkutató gépészmérnök, Auguste Piccard, aki akkor épp Brüsszelben tartózkodott. Valószínűleg többet tudott hozzátenni a témához Zürichből Peter Debye, vagy Londonból Owen Richardson. A kísérleti fizikusok, például Percy Bridgman és Edwin Hall az Egyesült Államokból sok olyan mérésről számoltak be, melyek értelmezése a klasszikus mechanikai képpel lehetetlen volt. Az elnöklő Lorentz elektronelmélete sem bizonyult elegendőnek a magyarázathoz. Világosan látszott: egy átfogó érvényességű új elméletre van szükség, amelynek matematikai kidolgozása a fiatalokra vár.

5. Elektronok és fotonok (1927)

Az előző konferencia óta eltelt három évben megszületett a régen várt elmélet, és tökéletes pompájában virágzott a kvantummechanika. Ez volt Lorentz utolsó konferenciája, és valószínűleg az ő kívánságára hívták meg újra a témához legjobban értő fizikusokat, függetlenül azok nemzeti hovatartozásától. Az egye-

tem előtti csoportképen, amelyet 1911 óta ugyanaz a fotós készített, elől középen ül Lorentz és a megöszült Einstein. Lorentz jobbján Marie Curie, az ő jobbján Max Planck foglal helyet. Einstein másik oldalán Paul Langevin, aki kezdettől fogva részt vett minden Solvay-konferencián. Hátuk mögött a fiatal zsenik, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Paul Dirac. Fiatalabbak, mint Einstein volt az első Solvay-konferencián, még egyikük sincs harminc éves. Heisenberg mosolyog, cseppet sem látszik rajta, milyen hosszán vitatkozott a konferencián Schrödingerrel. Niels Bohr is nyugodtan néz a fényképezőgép lencséjébe, pedig Einsteinnel folytatott vitája még évekig ad témát a kvantummechanika koppenhágai értelmezését elfogadó vagy cáfolni igyekvő fizikusoknak. Szállóigévé vált Einstein itt elhangzott mondása: „Nem hiszem, hogy kockázna a Jóisten” és Bohr replikája is: „Ne mondd meg a Jóistennek, hogy mit tegyen!” Az összesen huszonkilenc résztvevő közül tizenheten voltak addigra, vagy lettek később Nobel-díjasok.

6. Mágnesség (1930)

1928-ban meghalt Hendrik Lorentz. Az egész tudományos világ meggyászolta, de az élet ment tovább, új elnök után kellett néznie a Solvay Intézetnek. Úgy döntöttek, hogy Paul Langevin legyen az új elnök, ő határozza meg a következő konferencia témáját. Langevin azt választotta, amihez a legjobban értett, és ahol a problémákat is legjobban ismerte: a mágnességet. Már az első Solvay-konferencián előadott a paramágnességről és a diamágnességről, tárgyalta az ugyancsak francia Pierre-Ernest Weiss által magnetonnak nevezett diszkrét mágneses momentum összefüggését a hatáskvantummal. Beszélt a hőmérsékleti hatásokról, a ferro-paramágneses átalakulás-

ról, ahol még rengeteg új kísérleti tapasztalat várt értelmezésre.

Langevin szívesen meghívta volna a konferenciára Leningrádból Abram Ioffét, aki azonban két tanítványát ajánlotta be maga helyett. Egyikük, Pjotr Kapica akkor már Rutherford mellett dolgozott Cambridge-ben, a másik, Jakob Dorfman is jól beszélt angolul, már Amerikában is járt. Dorfman ferroelektromos anyagokról, Kapica erős mágneses terek keltéséről, s benne az anyagok viselkedéséről adott elő.

Arnold Sommerfeld rámutatott, hogy az atomok mechanikai és mágneses momentuma az atom elektronszerkezetéből meghatározható. Enrico Fermi az atommag mágneses momentumát diszkutálta, Wolfgang Pauli pedig egész egyszerűen *A mágnesség kvantumelmélete* címmel tartott előadást.

Einstein és Bohr tovább vitatkoztak a kvantumelméletéről.

7. Az atommag szerkezete és tulajdonságai (1933)

Ez az év Hitler hatalomra kerülésének éve, nem csodálható hát, hogy Einstein már nem vett részt ezen a konferencián. A meghívottak listáját összeállító nyolctagú Tudományos Bizottság 1932-ben ült össze Brüsszelben (nem sokkal azután, hogy James Chadwick felfedezte a neutront), itt még Einstein képviselte Berlint. A többiek: Niels Bohr (Koppenhága), Blas Cabrera (Madrid), Peter Debye (Lipcse), Théophile de Donder (Brüsszel), Charles-Eugène Guye (Genf), Abram Ioffe (Leningrád), Owen Richardson (London) mind eljöttek, kivéve a hetvenéves matematikus Charles Eugène Guye-t. Megnőtt a résztvevők létszáma, tizenegy országból harminckilencen vettek részt a konferencián a Solvay Intézet hozzájárulásával.

Az a fizikus, akinek legtöbbet jelentett életében ez a konferencia, valószínűleg az orosz George Gamow (Georgij Gamov) volt. Őt ugyanis Langevin hivatalosan kikérte a Szovjetunióból, így feleségével együtt eljehetett, megtarthatta előadását nemcsak a kvantummechanikai „alagutazásról”, de ennek további alkalmazásáról és az alfa-sugárzás finomszerkezetéről is. Gamowot ugyanis 1931 óta semmilyen konferenciára sem engedték ki az országból. Brüsszelben Marie Curie támogatásával sikerült Langevinnel elintéznie, hogy ne kelljen visszamennie a Szovjetunióba, nem kevés gondot okozva ezzel Ioffenak, de még Bohrnak is, aki a többi szovjet fizikusért aggódott. Az biztos, hogy 1958-ig a Szovjetunióból senki sem vett részt Solvay-konferencián.

Gamowon kívül James Chadwick, John Cockroft, Dirac, Werner Heisenberg és a Joliot-Curie házaspár tartott még vitaindítót a konferencián, amely most kivételesen nem hétfőtől szombatig, hanem vasárnaptól vasárnapig tartott. Bevezetőjében Langevin szomorúan emlékezett meg Paul Ehrenfestről, aki néhány nappal a konferencia megkezdése előtt vetett véget életének. Érdemes megemlíteni, hogy ez volt az első Solvay-konferencia, amelyen három hölgy is részt vett: Madame Curie, Irene Curie és Lise Meitner. Madame Curie – Marie Skłodowska Curie számára, aki az összes addigi konferencián ott volt, ez lett az utolsó, 1934-ben meghalt. Az 1930-as és az 1933-as konferencián készült csoportképen végre Langevin mellé ülhetett, másik oldalán 1930-ban a német Sommerfeld, 1933-ban az orosz Ioffe foglalt helyet.

8. *Elemi részek (1948)*

Tizenöt évig nem volt újabb fizikai Solvay-konferencia. 1933-ban még 1939-re tervezték

a következőt, de a második világháború kitörése miatt erre már nem kerülhetett sor. A kémikusoknak nagyobb szerencséjük volt: a háború előtti utolsó kémiai konferenciát 1937-ben tartották, ezen még Szent-Györgyi Albert is részt vett. A háború után is a kémikusok voltak kezdeményezőbbek, már 1947-ben megtartották konferenciájukat, többek között Hevesy György részvételével.

1948-ban, Hiroshima és Nagaszaki után két évvel végre összeült a háború utáni első fizikai Solvay-konferencia. Paul Langevin se élt már, új elnököt kellett találni. W. Lawrence Braggre esett a választás, aki akkor már Rutherford utódként vezette Cambridge-ben a Cavendish Laboratóriumot, azután – akárcsak Lorentz – egymás után öt konferencián elnökölt. A résztvevők között senki se volt, aki már az első konferencián is részt vett volna, a második konferencia látogatói közül is csak a szorgalmas belga Jules-Émile Verschaffelt jelent meg 1948-ban. Összesen, minden eddiginél több, ötvenegy tudós tárgyalt az elemi részekről, közöttük két magyar származású fizikus, Teller Ede és Marton László,² akik az Egyesült Államokból látogattak el újra Európába.

A viták középpontjában a mezonok álltak, az elektron és a proton közé eső tömegükkel, valamint az angol és az amerikai nagy ciklotronok által szolgáltatott legújabb kísérleti eredmények. A kvantum-elektrodinamika szisztematikus kiépítése is megkezdődött.

² Marton László (1901–1979) Budapesten született fizikus 1928-ban Zürichben doktorált röntgenspektroszkópiából. Utána Brüsszelben kapott Solvay-ösztöndíjat Emile Henriot (1885–1961) kutatócsoportjában, ahol az elektronmikroszkóp kifejlesztésén dolgozott. 1938-ban vándorolt ki az Egyesült Államokba, itt a National Bureau of Standards alkalmazta.

9. *A szilárdtest (1951)*10. *Elektronok a fémekben (1954)*

A XX. század második felének meghatározó tudományágává vált a szilárdtestfizika. Ehhez adott lökést többek között ez a két fizikai Solvay-konferencia is. A kristályokat alkotó atomok kölcsönhatásainak kvantummechanikai tárgyalása mellett különös figyelem irányult a kristályhibákra, melyek a makroszkopikus mechanikai tulajdonságok kialakulásában játszanak fontos szerepet. E két konferencia előadói közül a szemcsehatárok diszlokációmodelljét tárgyaló William Shockley 1956-ban, a mikroszkopikus reverzibilitás fogalmával operáló Lars Onsager 1968-ban, az antiferromágnességgel foglalkozó Louis Néel 1970-ben, a diffúzió hatásmechanizmusát tárgyaló Nevil Mott 1977-ben, a neutron-diffrakciós vizsgálatainak meglepő eredményeit bemutató Clifford Shull 1994-ben kapott Nobel-díjat. De vitaindító előadást tartott Jan Burgers, James Franck, Frederick Seitz és Charles Kittel is, akiknek neve ma már jól ismert minden, a téma iránt érdeklődő egyetemista előtt. Még magyar származású fizikus is megjelent a 9. konferencián: Orován Egon, a diszlokáció fogalmának egyik szülőatyja, aki akkoriban az MIT-ben folytatott metallurgiai kutatásokat.

A továbbiakban kissé eltérünk a szorosan vett időbeli sorrendtől, helyette tematikus csoportosításban tárgyaljuk – szükségképpen korlátozott terjedelemben – az egymás utáni konferenciákat.

11. *Az Univerzum szerkezete és fejlődése (1958)*13. *A galaxisok szerkezete és fejlődése (1964)*16. *Asztrofizika és gravitáció (1973)*

A csillagászat mindig is rokon területe volt a fizikának. Az asztrofizika már a XIX. század-

ban fontos kutatási területté vált, de csak a XX. század második felében fejlődött a megfigyelési technika annyira, hogy a spektroszkópiai vizsgálatok tartományát ki lehetett terjeszteni a láthatónál sokkal hosszabb és sokkal rövidebb hullámhosszú elektromágneses sugárzásokra (rádiócsillagászat, röntgencsillagászat). 1957-ben fellőtték a Szovjetunióban az első szputnyikot: megkezdődött az űrkorszak. Jurij Gagarin első űrrepülése (1961) után még egy évtized sem telt el Neil Armstrong első Holdra lépéséig (1969). Ezekben az években váltotta fel a hétköznapi emberek fejében az asztrológiába vetett hitet az asztronómia tisztelete. (A XXI. századra ez a folyamat lelassult, olykor vissza is fordult, de erről már nem a csillagászok tehetnek.)

Negyedszázados szünet után, 1958-ban ismét volt szovjet résztvevője a Solvay-konferenciának: Viktor Ambarcumjan örmény csillagász. Érthetően kicserélődött a résztvevők névsora az előző konferenciához képest, s ez a tendencia, amely a tudomány belső differenciálódását tükrözi, a későbbiekben tovább erősödött. Az elnöklő William Lawrence Braggen kívül csak a már beteg Pauli és még három olyan fizikus jelent meg a 11. konferencián, akik a tizediken is részt vettek. (Pauli és a tudomány szerencséjére ezt a konferenciát kivételesen nyáron tartották, Pauli az év végén halt meg.)

A 11. konferencián John Wheeler általános relativitáselméleti megközelítésből tárgyalta az univerzum szerkezetét és fejlődését, s felhívta a figyelmet az ugyancsak princetoni Robert Oppenheimer 1939-es tanulmányára a fekete lyukakról.

A 13. konferencián már William Lawrence Bragg sem vett részt, átadta az elnökséget – az élet úgy hozta, hogy csupán egyetlen alkalomra – Robert Oppenheimernek. Ez a konferen-

cia lett az első, ahol már nem a francia, hanem angol volt a hivatalos nyelv, az első tizenkét konferencia kiadványai mind franciául jelentek meg. A hivatalos nyelvnek amúgy nem volt nagy jelentősége, a résztvevő tudósok általában több nyelven is megértették egymást. Fontos előadások hangzottak el rádiócsillagászati témákból, de még nem volt ismert a kozmikus háttérsugárzás, melynek 1965-ös felfedezéséért Arno Penzias és Robert Wilson 1978-ban Nobel-díjat kaptak.

A 16. konferencián az olasz Edoardo Amaldi elnökölt. A röntgencsillagászat legújabb felfedezései kerültek a középpontba, érdekes előadások hangzottak el a neutroncsillagokról, a kvazárokról és a megfigyelt gammakitörésekről.

12. *Kvantum-térelmélet (1961)*

14. *Alapvető problémák
a részecskefizikában (1967)*

15. *Az atommagok
szimmetriatulajdonságai (1970)*

1961-ben ünnepelték meg az első Solvay-konferencia 50. évfordulóját. A konferencia kor-elnöke, a hetvenhat éves Niels Bohr tartotta a nyitó előadást, melyben áttekintette, hogyan járultak hozzá az addigi Solvay-konferenciák a kvantumfizika fejlődéséhez. A valódi elnök, William Lawrence Bragg is túl volt már a hetvenen, most vállalta el utoljára az elnökséget. A résztvevők többsége viszonylag fiatal volt, már a hatvanéves Heisenberg is az idősebb generációhoz tartozott. Sok aktív fiatal kutató jött az Egyesült Államokból. Murray Gell-Mann még csak harminckét éves volt, akárcsak Einstein az első Solvay-konferencián. Az amerikai résztvevők közül sokan (a Nobel-díjas Gell-Mann és Yoichiro Nambu kivül Geoffrey Chew, Freeman Dyson, Marvin Goldberger, Charles

Kittel, Stanley Mandelstam, David Pines és Arthur Wightman) e tanulmány írásakor, ötven évvel a konferencia után is még köztünk élnek.

A 12. konferencián Abraham Pais (Princeton), Richard Feynman (CalTech) és Walter Heitler (Dublin) tartotta a legizgalmasabb előadásokat. Tündököltek a Feynman-gráfok.

A 14. konferencián a dán Christian Møller (Møller) elnökölt. Bár mindegyik Solvay-konferencia a problémákra összpontosított, ez volt az egyetlen, ahol a probléma szó a konferencia címébe is bekerült. Nem véletlenül. Megjelent a kvarkmodell, Murray Gell-Mann tartotta a legtöbb hozzászólást kiváltó előadást.

Az 1970-ben tartott 15. konferenciát az 1933-as 7. konferencia folytatásának is lehetne tekinteni, ha nem derült volna ki a közben eltelt harminchét évben, hogy milyen sok magmodell létezik, amelyek ugyan nem mondanak ellent egymásnak, de az atommag más-más tulajdonságát ragadják meg, tudják értelmezni. Talán a legtöbb szó mégis az ún. kollektív modellről esett. Az elnökölő Edoardo Amaldi a magyar származású Wigner Jenőt kérte fel a zárszóra, aki már az 1961-es kvantumtérelméleti konferencián is részt vett, és a szimmetriaelvek elismert szaktekintélye volt. Amaldi szerint a zárszó „nem volt híján a kritikai hangnak”, ami – ismerve Wigner udvarias modorát – borítékolta a témához kapcsolódó újabb Solvay-konferenciák szükségességét. Kár, hogy Wigner és Amaldi ezt már nem érthették meg.

17. *Rend és fluktuációk az egyensúlyi
és a nemegyensúlyi statisztikus
mechanikában (1978)*

18. *Nagyenergiájú fizika (1982)*

19. *A felületek tudománya* (1987)
 20. *Kvantumoptika* (1991)
 21. *Dinamikai rendszerek
 és irreverzibilitás* (1998)
 22. *A kommunikáció fizikája* (2001)

A fenti témákat Ilya Prigogine személye, személyisége kapcsolja egymáshoz. Az univerzális érdeklődésű, orosz származású kutató már az 1948-as, majd az 1954-es Solvay-konferencián is részt vett. 1949-ben kapta meg a belga állampolgárságot, előtte a brüsszeli egyetemen vegyészetet tanult, majd ugyanitt 1950-től lett professzor. Az 1960-as években amerikai egyetemeken tanított és kutatott, a Texasi Egyetemen (Austinban) saját kutatóintézetet hozott létre a komplex kvantumrendszerek vizsgálatára. Közben Brüsszelben is oktatót az egyetemen, mellette igazgatta a Solvay Intézetet. 1970-ben egyesítette a két intézetet; a létrejött Nemzetközi Fizikai-Kémiai Solvay Intézetnek továbbra is ő maradt a vezetője, egészen 2003-ban bekövetkezett haláláig. 1977-ben kémiai Nobel-díjjal tüntették ki a nemegyensúlyi, irreverzibilis folyamatok kutatásában elért eredményeiért. Ettől kezdve még nagyobb tekintélyre tett szert Belgiumban, ő volt az ország egyetlen Nobel-díjas természettudósa. Ügyesen gazdálkodott a Solvay-ösztöndíjakkal, számos amerikai, szovjet és kelet-európai tudóst (főleg matematikusokat) vont be az általa favorizált témák kutatásába.

Az 1978-as konferencia elnökségére Leon van Hove belga matematikust és fizikust kérte fel, aki akkor Genfben a CERN általános igazgatója volt. Régóta ismerték egymást: 1954-ben ő hívta fel Prigogine figyelmét az ún. master-egyenletekre, amelyek segítségével a nemegyensúlyi statisztikus mechanikában lehetett új, elegáns eredményekhez jutni.

Leon van Hove elvállalta az elnökséget, vizsgázásul a következő, 1982-es Solvay-konferenciát olyan témából kérte összehívni, amely akkor különösen fontos volt számára, mivel akkoriban tervezték már Genfben a nagyenergiájú fizikai laboratóriumot, a Large Electron-Positron (LEP) ütköztetőt, amely 1989-től 2000-ig működött. Ez volt a Nagy hadronütköztető (LHC) elődje.

1987-ben Prigogine újabb merész változtatásra szánta el magát: elvitte a 19. Solvay-konferenciát Amerikába, saját austini, a Texasi Egyetemen létrehozott intézetébe. A *surface science* lett a megvitatandó téma, és egy austini tanítvány és munkatárs, Frederic de Wette a konferencia elnöke.

1991-ben újra Brüsszelben zajlott a Solvay-konferencia, mégpedig kvantumoptikai témában. Elnöke a nemlineáris optika brüsszeli szakértője, Paul Mandel volt, aki egykor Prigogine irányításával készítette el PhD-dolgozatát nemegyensúlyi statisztikus mechanikából.

1998-ban és 2001-ben a görög Joannis Antoniou szervezte és elnökölte a 21. és 22. konferenciát. Ő is Prigogine mellett dolgozta bele magát a komplex rendszerek statisztikai analízisébe Brüsszelben. 1994-től 2003-ig a Solvay Intézet igazgatóhelyettese volt. Az 1998-as konferenciát Japánban rendeztette meg, a 2001-est pedig Görögországban. Az 1998-as konferenciáról érdemes külön is megemlékezni, mert ennek magyar meghívottja is volt: az ELTE Komplex Rendszerek Fizikája tanszékének tanára, Szépfalusy Péter. Prigogine-on kívül olyanokkal is találkozhatott és cserélhetett eszmét a több mint ötven résztvevő közül, mint Jakov G. Sinai (Jakov Grigorjevics Szinaj) orosz származású matematikus Princetontól, Radu Bälescu, román származású fizikus Brüsszeltől, Herbert Wal-

ther Münchenből, vagy Tomio Petrosky, az egyik legjobb Prigogine-tanítvány Austinból.

23. *A tér és az idő kvantumozott szerkezete (2005)*

24. *A kondenzált anyag kvantumelmélete (2008)*

Prigogine halálával nemcsak a Belga Tudományos Akadémia elnöki széke, de a Nemzetközi Fizikai-Kémiai Solvay Intézet igazgatói széke is megüresedett. Félévi interregnum után, 2004. január 1-jétől az eddigi tudományos titkár, Marc Henneaux lett az új igazgató. A mértékelméletben jártas elméleti fizikus új szint vitt az intézet életébe, bebizonyítva, hogy nemcsak a felsőbb matematikához, de a szervezéshez is kiválóan ért. Visszhozta Brüsszelbe a Solvay-konferenciákat, felelevenítette újra a hároméves ciklusokat az alábbi rend szerint: 1. év: fizikai konferencia, 2. év: nincs konferencia, 3. év: kémiai konferencia. Visszatért a Lorentz által bevezetett, jól bevált gyakorlathoz, amely szerint minden előadás után kellő időt kell biztosítani a diskusszióra, az előadások szövegét pedig a szükséges számban sokszorosítva, előre a meghívott tudósok kezébe kell adni. Így már előre be lehet jelteni az előadáshoz kapcsolódó hozzászólásokat is. Meghagyta a Prigogine idejében már felemelt, mintegy ötvenfős létszámot, de megengedte, hogy a téma iránt érdeklődő más belga kutatók is meghallgathassák az előadásokat és a vitát, anélkül, hogy felszólalnának benne. A zártkörű konferenciához kapcsolódóan, a konferenciát követő vagy megelőző napra nyilvános nagyelőadást hirdetett, amelyet televízió is követhettek az épületben azok, akik nem fértek el a mintegy hétszáz főt befogadó nagy teremben.

2005-ben Marc Henneaux a 2004. évi fizikai Nobel-díjas David Grosst kérte fel, hogy vállalja el a 23. Solvay-konferencia el-

nöki tisztét, határozza meg a kitűzendő témát, és készítse el a meghívásra javasoltak listáját. David Gross részecskefizikus, aki a Kaliforniai Egyetemen, Santa Barbarában vezette (vezeti ma is) az elméleti fizika tanszéket. A húrelmélet és a kvarkokkal foglalkozó kvantum-színdinamika szakértője a tér és az idő kvantumozott természetével olyan igényes és egyben kihívó témát tűzött ki, amely méltó volt a Solvay-konferenciák hagyományaihoz, ugyanakkor széles érdeklődésre is számot tarthatott a művelt nagyközönség körében. Ez a konferencia csak három napig tartott 2005 decemberében, de egész Európára kiterjedő visszhangja lett, mivel a Nobel-díjak átadásával párhuzamosan adott hírt róla a televízió. Még az interneten is sokáig ingyen lehetett nyomon követni az itt elhangzott előadásokat és hozzászólásokat.

2008-ban újra októberben rendezték meg a konferenciát, amellyel visszatértek a Hotel Metropole reprezentatív különtermébe. Megmaradt a felemelt létszám, de ismét csak három napig tartott a konferencia, ráadásul szombat–vasárnap–hétfőn zajlottak a tanácskozások. Az elnököt immár a Solvay Intézet Tudományos Bizottsága kérte fel a téma és a résztvevők kiválasztására. E bizottság öt főből állt, tagja volt többek között David Gross és Klaus von Klitzing is. Az elnökségre felkért Bertrand Halperin olyan, az anyagtudományban jártas elméleti fizikus volt a Harvard Egyetemen, aki a laboratóriumi munkában is otthon érezte magát. Nobel-díjat ugyan nem kapott, fizikai Wolf-díjat azonban igen. Az általa kiválasztott témát, a kondenzált anyag kvantumelméletét a konferencián öt szekcióban vitatták meg. Egyaránt szó esett a mezoszkopikus rendszerekről, a kvantumfázisátalakulásról, a kísérletileg megvalósított új anyagokról, a kvantum Hall-effektusról és

az ultrahideg atomok rendszeréről. Talán kisebb volt a felhajtás körülötte, mint 2005-ben, de ezen a konferencián is részt vett hat Nobel-díjas fizikus, és a kutatók mintegy fele most is, mint 2005-ben, az Egyesült Államokból érkezett. Halperin mintaszerű előadását még Fülöp belga koronaherceg is eljött meghallgatni, a tévések legnagyobb örömére.

25. *The Theory of the Quantum World (2011)*

Ez a mostani fizikai Solvay-konferencia. A címét nem szükséges lefordítani. Talán éppen akkor zajlik, amikor a Tisztelt Olvasó kezébe veszi ezt a folyóiratot. A kézirat leadásakor még nem tudjuk, hogy lesz-e magyar meghívottja, de a konferencia elnöke már ismert: ugyanaz a David Gross, aki a 2005-ös konferencián elnökölt. Akkor, a konferencia zárásaként, az általa is kutatott húrelméletről szóló sok-sok előadás után megengedte ma-

gának ezt a furcsa, humoros megfogalmazású mondatot: „Már csak azt nem tudjuk, hogy miről beszélünk.”

Az eltelt száz év a tanú rá, hogy a fizika így is lépkedhet előre. Abraham Pais szerint a kvantummechanika kifejlődése ehhez a Bohrral történt sztorihoz hasonló:

Bohr vidéki házának kapujára kabalából egy patkó volt felszögezve. Egyik látogatója megkérdezte tőle:

– Te hiszel ebben?

Mire Bohr így válaszolt:

– Dehogyan hiszek. De mondták, hogy annak is segít, aki nem hisz benne.

Kulcsszavak: *hatáskvantum, röntgendiffrakció, neutroindiffrakció, kvantummechanika, kvantumfizika, kvantumelmélet, diszlokáció, komplex rendszerek, nemegyensúlyi statisztikus mechanika, hírelmélet.*

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

<http://www.solvayinstitutes.be/AboutUs/OpinionBohr.html>

<http://www.solvayinstitutes.be/AboutUs/OpinionAmaldi.html>

továbbá az egyes konferenciáknak az interneten hozzáférhető részei.



KIS TUDOMÁNYBÓL NAGY TUDOMÁNY: AZ AEROSZOL-KUTATÁS TÖRTÉNETE

Mészáros Ernő

az MTA rendes tagja,
MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság
meszaroserno@invitel.hu

Aeroszolnak nevezzük a gázokban lebegő szilárd és cseppfolyós részecskék¹ együttes rendszerét. Az aeroszol részecskék jelentős része gázok (pontosabban gőzök) kondenzációjával keletkezik. Kondenzációval gömb alakú, általában 0,1 µm-nél kisebb részecskék (cseppciskék) keletkeznek. Ezeknek a kis részecskéknek jelentős a Brown-féle mozgása, így egymással ütköznek és egyesülnek, azaz koagulálnak. Ily módon nagyobb (0,1–1,0 µm átmérőjű), de kisebb koncentrációjú részecskék jönnek létre. Az 1,0 µm-nél kisebb részecskék alkotják a *finom részecskéket*. Régebben ezeket *füstnek* nevezték, mivel égéskor a füstgázok hűlése részecskék képződéséhez vezet.

A *durva részecskéket (porokat)* viszont valamilyen anyag (például a földfelszín) mechanikus aprózódása hozza létre. Ezek formája igen különböző lehet. Nagy tömegük miatt a gravitációs térben viszonylag gyorsan ülepednek, ezért általában nem képeznek stabil

aeroszolt. Kémiai összetételük annak az anyagnak a kémiai összetételét tükrözi, amelyből származnak.

Az aeroszol kifejezés a 20. század elején keletkezett a hidroszol mintájára. Először *Frederick George Donnan* (1870–1956) ír fotokémikus alkalmazta az I. világháború végén, amikor elkezdődött bizonyos hadmozdulatok köddel való álcázása, illetve toxikus anyagok levegőbe juttatása vivőrészecskék segítségével. A katonai alkalmazásokon kívül az aeroszolókat ma már számos területen alkalmazzák, így gyógyászati célokra, műtrágyák és növényvédő szerek kijuttatására, belsőégésű motorokban, hogy csak a legfontosabb példákat említsük.

Földünk légköre hatalmas aeroszolt alkot, amelyre először 1929-ben német kutatók hívták fel a figyelmet (Schmauss – Wigand, 1929). A légköri aeroszol kutatása napjainkban egyre fontosabbá válik, mivel a részecskék nagymértékben meghatározzák a belélegzett levegő minőségét, a levegő optikai tulajdonságait (például a látótávolság), a felhők keletkezését, a napsugárzás légköri útját, és végső soron az időjárást és éghajlatot. Mivel a légköri ionok és radioaktív izotópok a levegőben

¹ A „részecske” szót ebben a tanulmányban kolloidkémiailag, és nem magfizikailag értelemben használjuk. Méretük a molekulahalmazok nanométeres (10⁹m) nagyságától mintegy 10 µm-ig (1µm=10⁻⁶m) terjed. A nagyobb részecskék ugyanis ülepedéssel (szedimentációval) viszonylag hamar kihullnak a gázból.