

## I. A fizikai Nobel-díj első két évtizede

Alfred Nobel (1833–1896) igazán gyakorlati ember volt. A dinamit feltalálójának valamennyi – több mint 300 – szabadalmazott találmánya robbanóanyagok előállítására, gyártására vonatkozott. Békés célra bányászatban, útépitéséknél, alagutak fúrásakor használták ezeket a találmányokat, de ténylegesen a hadianyaggyártás volt az, amelynek Nobel óriásira nőtt vagyonát köszönhette. Ezért tartotta fontosnak, hogy neve ne csak az öldöklés, hanem valamilyen világra szóló jótett révén is őrződjön meg az utókor számára, ezt foglalta írásba 1895. november 27-i végrendeletében:

„Hagyatékom gondnokai által biztos értékpapírokban elhelyezett tőkémet alapot képvisel majd, amelynek évi kamatai azok számára osztassanak fel, akik az elmúlt esztendőben az emberiségnek a legnagyobb hasznot hajtották.”

Nagy ívű cél, amelyet rögtön követ a gyakorlati megvalósításról, a kamatok öt egyenlő részre osztásáról és az öt tárgykör felsorolásáról szóló rendelkezés. Ebből most csak a fizikát és a kémiát idézzük:

„Egy rész azé, aki a fizika terén a legfontosabb felfedezést vagy találmányt érte el; egy rész azé, aki a legfontosabb kémiai felfedezést vagy tökéletesítést érte el.”

Miről van szó? Az emberiség számára leghasznosabb és legfontosabb felfedezésről, találmányról, tökéletesítésről – ebből a megfogalmazásból világlik ki igazán Nobel praktikus gondolkodása.

Ennek szellemében mondhatta később a Svéd Királyi Tudományos Akadémia Fizikai Osztályának csillagász elnöke, amellet a fizikai Nobel-bizottság tagja, amikor a Bizottságban Einstein Nobel-díjra jelöléséről

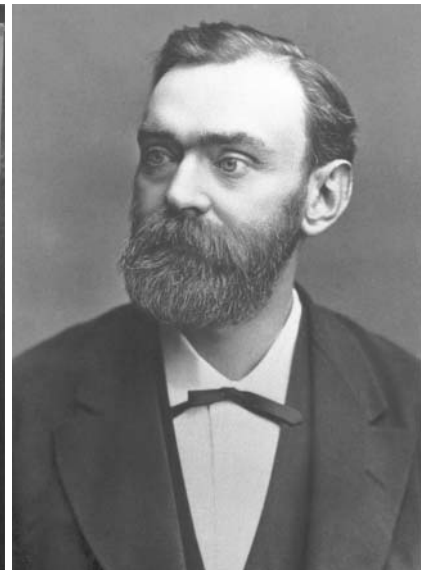
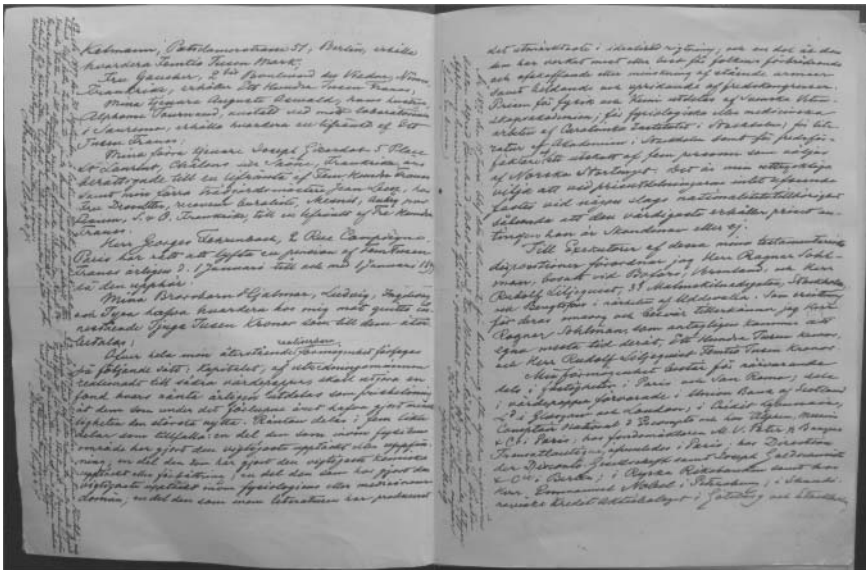
vitáztak, hogy „nem valószínű, hogy olyan spekulációkra szánta volna Nobel a díjat, mint amilyen Einstein relativitáselmélete”.

Nobel 1895-ös végrendelete 1897-ben került nyilvánosságra. Azzal okozott meglepetést, hogy a fizikai és a kémiai Nobel-díjról a döntést nem a korábban megjelölt, 1878-ban alapított stockholmi Höögskolára, az egyetem elődjére bízta, ahogy például az orvosi-fiziológiai Nobel-díjért az 1810-ben alapított stockholmi Karolinska Intézet lett a felelős, hanem az 1739-ben alapított Svéd Királyi Tudományos Akadémiára, amelynek tagjai legnagyobb részt Svédország legrégebbi egyeteme, az 1477-ben (!) alapított Uppsalai Egyetem tanárai voltak. Ezen egyetem tiszteletbeli doktora lett 1893-ban maga Alfred Nobel is.

Milyen nevezetes tanárai voltak már ennek az egyetemennek? A 18. században Uppsalában volt professzor és itt építtette meg az egyetemi obszervatóriumot *Anders Celsius* (1701–1740) csillagász, aki bevezette a ma már szinte egész Európában használatos hőmérsékleti skálát. A 19. században itt működött *Anders Jonas Ångström* (1814–1874), aki először az obszervatórium, majd a fizikai tanszék vezetője lett. (Róla nevezték el a nanométer tizedrésztét, mint a spektroszkópiában kiválóan használható hosszúságegységet.) Ő honosította meg Uppsalában azokat a spektroszkópiai kutatásokat, precíz méréseket, amelyeket azután tanítványai, majd tanítványainak tanítványai folytattak és tettek a fizika szinte kizárólagos kutatási tárgyává Uppsalában a 19. század végére.

Fontos tudni, hogy 1900-tól az akkor megalapított Nobel Alapítvány felelős a díjjal kapcsolatos ügyek intézéséért. Az Alapítvány koordinálásában mindegyik díjhoz tartozik egy-egy 5 tagú Bizottság, amely-

Alfred Nobel (1833–1896) és végrendeletének 2–3. oldala, a díj alapításáról 2. oldal utolsó bekezdésétől esik szó.



hez a díjra adott javaslatok befutnak a felkért egyetemi tanároktól, s ez a Bizottság terjeszti elő javaslatát, amelyet azután a döntéshozók majdnem mindig megszavaznak. A fizikai és a kémiai Nobel-bizottság tagjai kezdettől fogva svédországi akadémikusok, rendszerint egyetemi kutatók voltak, ez ma is így van.

Az 1900-ban alakult első fizikai Nobel-bizottság tagjai a következők voltak:

*Robert Thalén* (1827–1905), aki a ritka földfémek spektrumát mérte, kutatta Uppsalában.

*Klas Bernhard Hasselberg* (1848–1922) csillagász fizikus, Thalén tanítványa. Üstökösök, az északi fény és különböző fémgőzök spektrumait mérte és katalogizálta Uppsalában. Svédországot képviselte Párizsban, a Nemzetközi Mértékügyi Bizottságban.

*Knut Johan Ångström* (1857–1910), az idősebb Ångström fia, aki precíz műszert épített, amellyel a Nap infravörös spektrumát tudta meghatározni Uppsalában.

*Hugo Hildebrand Hildebrandsson* (1838–1925) meteorológus fizikus, az uppsalai meteorológiai obszervatórium igazgatója, a kumulusz felhők kutatója.

*Svante Arrhenius* (1859–1927) fizikai kémikus, az elektrolitos disszociáció elméletének megalapozója, 1895-től a stockholmi Högskola professzora, az 1903-as kémiai Nobel-díj kitüntetettje, 1905-től az Akadémia Nobel Intézetének igazgatója. Ő volt a legfiatalabb, egyben a legdinamikusabb személy a bizottságban. A tagok megbízatása három évre szólt, azonban meg lehetett hosszabbítani. Arrhenius ebben is csúcspont volt: húsz évnél is tovább maradt a fizikai Nobel-bizottságban.

Időközben a Bizottságból ketten is elhunytak, helyettük újak jöttek. Thalént váltotta *Gustaf Granqvist* (1866–1922) szintén uppsalai kísérleti fizikus, Ångströmöt pedig *Vilhelm Carlheim-Gyllensköld* (1859–1934) földmágnességgel foglalkozó fizikus, a Högskola tanára. Még egy változás történt az első két évtizedben: a már 72 éves Hildebrandsson helyére 1910-ben a 38 éves *Allvar Gullstrand* (1862–1930) uppsalai szemészprofesszor került, aki azután teljesen azonosulni tudott az uppsalai kísérleti fizikusok sugárzás- és méréscentrikus felfogásával.

Az első két évtizedben működő fizikai Nobel-bizottság szemléletét elég jól tükrözik azok a rövid indoklások, amelyek az átadott Nobel-díjakat kísérték:

Az első fizikai Nobel-díjat 1901-ben *Wilhelm Conrad Röntgen* (1845–1923) német fizikus kapta „a róla elnevezett sugárzás felfedezésével szerzett rendkívüli érdemeiért”. A következőt 1902-ben megosztva *Hendrik Antoon Lorentz* (1853–1928) és *Pieter Zeeman* (1865–1943) két holland fizikus „a mágnesség sugárzási jelenségekre gyakorolt hatásainak vizsgálataért”. Az 1903-as fizikai Nobel-díjat megosztva *Henri Antoine Becquerel* (1852–1908) francia fizikus kapta „a spontán radioaktivitás felfedezéséért”, valamint a *Curie-házaspár*, *Pierre* (1859–1906) és *Marie* (1867–1934), „a Becquerel által felfedezett sugárzás tanulmányozásában való nagy érdemeikért”. Sorolhatnánk tovább. 1905-ben *Philipp Lenard* (1862–1947) „a ka-

tódsugarakkal kapcsolatos munkásságáért”, 1909-ben *Guglielmo Marconi* (1874–1937) és *Ferdinand Braun* (1850–1918) „a drótnélküli távíró kifejlesztésében való érdemeik elismeréséül” kapott megosztott fizikai Nobel-díjat. Az elmélettől, a spekulációktól való idegenkedés jól látszik az első amerikai Nobel-díjas, *Albert Abraham Michelson* (1852–1931) 1907. évi kitüntetésének indokolásában: „pontos optikai berendezéseiért, és az ezekkel végzett spektroszkópiái és meteorológiai (!) kutatásaiért” részesült az elismerésben.

A kémiai Nobel-bizottságban a szerves kémikusok voltak négyen, egyetlen fizikai kémikus, a gázanalízishez értő oceanográfus, *Otto Pettersson* (1848–1941) mellett. Pettersson is a stockholmi Högskola tanára volt, annak idején az ő rektorsága kellett ahhoz, hogy 1895-ben Arrhenius megkapja itt a fizika tanszéket. Mindketten a német természettudomány nagy tisztelői voltak. Az Európában széleskörű levelezést folytató matematikus, *Magnus Gösta Mittag-Leffler* (1846–1927), ugyancsak a Högskola tanára volt, szívesen törtek borsot egymás orra alá. 1903-ban például, amikor még csak Becquerel és Pierre Curie volt a fizikai Nobel-díjra jelölve, ezt megtudván Mittag-Leffler levelet írt Pierre-nek, érdeklődve felesége szerepéről a felfedezésben. Pierre Marie szerepét az övével azonos súlyúnak ítélte, így azután Skłodowska-Curie is bekerülhetett a díjazottak közé. Mittag-Leffler egyébként különösen odafigyelt a tehetséges női tudósokra, ő támogatta a matematikai zseni *Szofja Kovalevszkaja* (1850–1891) egyetemi tanári kinevezését is. Nobelt viszont már nem sikerült rávennie arra, hogy új matematikai tanszéket alapítson Szofja Kovalevszkaja számára...

1914-ben kitört a világháború, amelyben Svédország semleges maradt. A Nobel-bizottságoknak is ügyelniük kellett az egyensúlyra, amely a fizikában érdekes módon sikerült. 1914 decemberében még a német *Max von Laue* (1879–1960) vehette át a svéd király kezéből a Nobel-díjat „a röntgensugár kristályokon létrejövő diffrakciójának felfedezéséért”, de a következő évre már az angol *Sir William Henry Bragg* (1862–1942) és fia, *Sir William Lawrence Bragg* (1890–1971) oszthatta meg egymás között a Nobel-díjat „a kristályszerkezet röntgensugarak segítségével történő meghatározásának felfedezéséért”. A témák hasonlósága sem lehet véletlen. 1916-ban senki se kapott Nobel-díjat, állt a háború, többé-kevésbé döntetlenre állt. Még 1917-ben se volt Nobel-díj kiosztás, csak 1918-ban, amikor a háború eldőlt, akkor kapta meg egy angol tudós: *Charles Glover Barkla* (1877–1944) visszamenőleg az 1917-es fizikai Nobel-díjat „az elemek karakterisztikus röntgensugárzásának felfedezéséért”. Az 1918-as fizikai Nobel-díj kiadása is késleltetve történt, az 1919-es Nobel-díjjal együtt kivételesen 1920. június 1. lett a ceremónia ideje. Az 1918-ast *Max Planck* (1858–1947) német elméleti fizikus, az 1919-est *Johannes Stark* (1874–1957), szintén német fizikus kapta. Planck esetében sikerült az elméleti fizika áttörése, hiszen ő a díjat azon érdemeinek elis-

merésével kapta, „amelyeket a fizika továbbfejlesztésében az energiakvantum felfedezésével szerzett”, Stark díja viszont beleillett az eddigi gyakorlatba, mivel ő ezt „a csőugarak Doppler-effektusának és a spektrumvonalak elektromos térben való felhasadásának felfedezéséért” kapta.

Mindenesetre úgy tűnt, hogy megnyílt a lehetőség az elméleti fizikai kutatások Nobel-díjjal történő elismerésére, és talán ez követhette ki az utat *Einstein* Nobel-díja előtt. A meccs azonban még nem dőlt el: általános meglepetésre a fizikai Nobel-bizottság senkit se javasolt a következő, 1921. évi Nobel-díjra, ennek kiadását 1922-re halasztotta.

Einstein nevét akkor már az egész világ ismerte, erős bírálatok érték a Nobel-bizottságot, magának a Nobel-díjnak a tekintélye került veszélybe. Izgatottan várta mindenki az 1922-es évet.

## II. Einstein életének második két évtizede

Természetesen most is a huszadik század első két évtizedéről lesz szó, ugyanarról, mint az előző részben. A hely kémelése végett, meg azért is, mert ezek többé-kevésbé az Einstein-életrajzokból jól ismert események, csupán időrendi felsorolására szorítkozunk, a témánkat érintő legfontosabb történések megemlékezésével.

1900: a zürichi Polytechnikumon (a későbbi Szövetségi Műszaki Főiskolán, az ETH-n) Einstein matematika-fizika szakos diplomát szerez.

1901: megkapja a svájci állampolgárságot.

1902: a berni Szövetségi Szabadalmi Hivatal ügyvivője lesz.

1903: házasságot köt volt évfolyamtársnőjével, *Mileva Marić*-tyal (1875–1948).

1904: megszületik első kisfiúk, *Hans Albert*.

1905: a csodálatos év. Sikeres doktori szigorlat Zürichben és négy fontos tanulmány megjelenése az *Annalen der Physik*ben. (Speciális relativitáselmélet, tömeg-energia egyenértékűség, Brown-mozgás statisztikus elmélete, fényelektromos hatás fotonelmélete.)

1910: megszületik második kisfiúk, *Eduard*. Az előző évben kémiai Nobel-díjat kapott *Wilhelm Ostwald* (1853–1932) most Einsteint javasolja fizikai Nobel-díjra.

1911. január: Zürichben Einstein előad a relativisztikus idődilatacióról.

1911. április – 1912. július: professzor a Prágai Német Egyetemen – ezáltal az Osztrák–Magyar Monarchia állampolgára lesz. Munkatársául szegődik *Otto Stern* (1888–1969).

1911. október 30. – november 3: Brüsszelben részt vesz az első Solvay-konferencián, ő tartja a záró előadást a szilárdtestek fajhőjéről. Jelen van *Henri Poincaré* (1854–1912) is.

1911 folyamán *Paul Langevin* (1872–1946) francia fizikus egy párizsi előadásán felveti a relativisztikus ikerparadoxont. Jelen van *Henri Bergson* (1859–1941) francia filozófus is.

1912. augusztus – 1913. november: Einstein újra Zürichben, az ETH-n már professzor.

1912. őszi: az általános relativitáselmélet kidolgozása közben felmerült matematikai problémák megoldásához volt évfolyamtársától, *Marcel Grossmann* (1878–1936) budapesti születésű svájci matematikustól kér és kap segítséget. (Grossmann akkor már az ETH-n egyetemi tanár, nagyrészt az ő hívására tért vissza Einstein Svájcba.)

1913. őszi: Bécsben részt vesz és előadást tart a Német Természetkutatók és Orvosok Társaságának ülésén. Einsteint Max Planck és *Walther Nernst* (1864–1941) hívja Berlinbe.

1913. novemberől Einstein már a Porosz Tudományos Akadémia tagja, berlini egyetemi tanár, ezáltal Németország állampolgára.

1914: Mileva a gyerekekkel visszaköltözik Svájcba. Einstein Berlinben megtartja akadémiai székfoglalóját. Kitér az első világháború.

1915. nyár: Göttingában Einstein több előadást tart az általános relativitáselmületről, kapcsolatba kerül *David Hilbert* (1862–1943) matematikussal.

1915. őszi: Einstein és Hilbert levélváltása és előadásai Berlinben és Göttingában az általános relativitáselmületről. (Lásd *Illy József* cikkét a *Magyar Tudomány* 2015. júniusi számában.)

1916: először az *Annalen der Physik* folyóiratban, azután könyv formában is megjelenik *Az általános relativitáselmélet alapjai*. Ez Einstein első könyve. Rengeteget dolgozik, hajszolja magát, ami lassan az egészsége rovására megy.

1917. őszi: Einstein egyetemi statisztikus mechanika előadása Berlinben. (Lásd *Hajdu János* cikkét a *Fizikai Szemle* 2005/12. számában.)

1918: betegeskedik, keveset publikál, a gravitációs hullámok lehetősége foglalkoztatja.

1919: Einstein válása Milevától, majd házassága *Elsa Löwenthallal* (1876–1936).

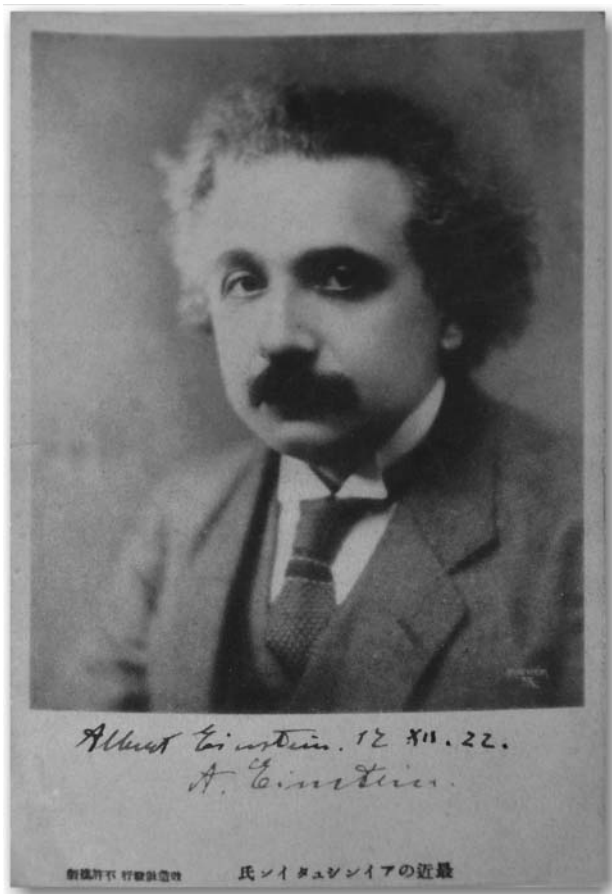
1919. május 29.: Teljes napfogyatkozás, *Arthur Eddington* (1882–1944) és *Frank Dyson* (1868–1939) brit csillagász afrikai és dél-amerikai mérései igazolni látszanak Einstein általános relativitáselmületét, amely a gravitációs fénygörbülésre a klasszikus newtoni érték kétszeresét jósolja. Ezt november 6-án *J. J. Thomson* (1856–1940) jelenti be Londonban, a Royal Society ülésén. Vezető angol és amerikai napilapok szenzációként tárlják a hírt. Einstein a sajtó érdeklődésének középpontjába kerül.

1920. szeptember 23: Konfrontáció Philipp Lenarddal Bad Nauheimben, a háború utáni első német természettudományos konferencián.

1921: előadókörút az Egyesült Államokban, az amerikai elnök is fogadja a híres tudóst.

1922. április 6. Párizsban Einstein és Bergson nyilvános vitája az idő fogalmáról.

1922. június 24: Berlinben halálos merénylet *Walther Rathenau* (1867–1922) német külügyminiszter, Einstein barátja ellen. Einstein sem érzi magát biztonságban Berlinben, októberben távol-keleti hajóra indul feleségével.



Einstein fényképe sajátkezű aláírásával, Kioto, 1922. december 12.

1922. november 17. – december 29. Elzával körutat tesz Japánban. Nemrég került elő Einstein – valószínűleg japán kísérőjének ajándékba adott – fényképe Kiotóból, Einstein sajátkezű aláírásával.<sup>1</sup> A ráírt dátum: 1922. december 12. Csupán két nap telt el azóta, hogy Stockholmban kiosztották a Nobel-díjakat...

### III. Arrhenius Einstein-laudációja

50 évig maradnak titokban a Nobel-díjra érkező javaslatok. Utána a javaslattevő személye és a javaslat tartalma is szabadon kutatható és publikálható. Innen tudjuk ma már, hogy 1910-ben még csak Ostwald javasolta Einsteint Nobel-díjra.

Nobel-díjra persze nem akárki tehet javaslatot, csak akiket a Nobel-bizottság felkér erre. Köztük vannak mindig azok, akik már részesültek Nobel-díjban. A javaslat viszont csak abban az évben érvényes, amikor benyújtják. Ha valaki a következő évben is szeretné javasolni az illetőt, mert az adott évben nem kapta meg a díjat, új javaslatot kell készítenie. Ostwald 1912-ben és 1913-ban is javasolta Einsteint, hiába. 1912-től kezdve azonban, valószínűleg a sikeres Solvay-konferencia hatására, egyre többen javasolták az

<sup>1</sup> <http://mno.hu/szinesvilag/einstein-atal-alairt-kepeslapra-bukkantak-1258399>

egyre ismertebbé váló Einsteint. Köztük volt *Wilhelm Wien* (1864–1928), *Ernst Pringsheim* (1859–1917), *Emil Warburg* (1846–1931), *Pierre Weiss* (1865–1940), Max von Laue, Max Planck.

1920-ban Hendrik Lorentz és *Niels Bohr* (1885–1962) is csatlakozott a javaslattevőkhöz. Ekkor a fizikai Nobel-bizottság felkérésére Svante Arrhenius összefoglaló értékelést állított össze Einstein általános relativitáselméletéről az utóbbi 1-2 évben megjelent szakmai cikkek, vélemények alapján. Ebben erős kritikát fogalmazott meg mind a gravitációs vöröseltolódásra, mind a fénygörbülésre nyert mérési adatok pontosságára vonatkozóan, s a Bizottság ezért úgy látta, hogy még nincs elég meggyőző tapasztalat a relativitáselméletre.

1921-ben Planck ismételten javasolta Einsteint, támogató javaslatok érkeztek többek között Arthur Edingtontól, valamint *Gunnar Nordström* (1881–1923) finn és *Carl Wilhelm Oseen* (1879–1944) svéd elméleti fizikustól. A Bizottság felkérésére ekkor Allvar Gullstrand állított össze értékelő jelentést a relativitáselméletéről, Arrhenius pedig a fotoeffektusról, miután Carl Oseen azt javasolta, hogy a fotoeffektus magyarázatáért ítéljenek Einsteinnek Nobel-díjat.

Gullstrand értékelése még negatívabb lett, mint Arrheniusé volt. A speciális relativitáselmélet jósolta effektusokat mérhetetlenül kicsiknek, hibahatáron belülieknek tartotta, az általános relativitáselmélet bizonyítékául felhozott perihéliummozgást pedig nem egészen értette meg. Arrhenius a fotoeffektus Einstein-féle kvantummagyarázatát elfogadta ugyan, de mivel kvantumelméletért nemrég kapott Planck Nobel-díjat, Arrhenius véleménye ekkor még az volt, hogy inkább a fotoeffektus kísérleti igazolásáért járna most a díj. Ezek után a Bizottság az 1921. évi fizikai Nobel-díj elhalasztására szavazott. Nem először fordult elő ilyesmi: az 1917-ben elhalasztott Nobel-díjat Barkla csak 1918-ban, az 1918-as késleltetett Nobel-díjat Planck csak 1920 nyarán vehette át, de ez a halasztás most mégis nagy meglepetést keltett a közvéleményben.

1922-ig Einsteinre összesen 63 javaslat érkezett, a legtöbb (17) éppen ebben az évben. Sokan ismételték meg előző évi javaslatukat, s az új javaslattevők közé felsorakozott *Arnold Sommerfeld* (1868–1951), *Marcel Brillouin* (1854–1948) és Paul Langevin is. A Bizottság számára szóló jelentést a relativitáselméletéről újra Gullstrand, a fotoeffektusra vonatkozó elméletéről pedig Carl Oseen készítette, aki ebben az évben lett tagja a fizikai Nobel-bizottságnak az 1922. május 23-án elhunyt Hasselberg helyett. Arrhenius ebben az évben már a Bizottság elnöke volt. Gullstrand kitartott előző évi álláspontja mellett, Oseen azonban olyan ügyesen érvelt az ensteini fotonkonceptió mellett, hogy meggyőzte a Bizottságot: Einstein fényelektromos törvénye Bohr atommodelljéhez kapcsolódik, mindkettő pedig Planck kvantumelméletéhez. Arrheniust még azzal az érveléssel is maga mellé állította, hogy Einstein díjazása nemcsak a közvélemény várakozásának felel meg, de segítene



Allvar Gullstrand (1862–1930)



Carl Wilhelm Oseen (1879–1944)



Svante Arrhenius (1859–1927)

felújítani a nemzetközi tudományos együttműködést az egymás ellen nemrég még háborút viselő országok tudósai között.

Látva a kedvező alkalmat, Carl Oseen azt javasolta, hogy az 1921-es Nobel-díjat kapja meg Einstein, az 1922-eset pedig Bohr. Ezt azután elfogadták.

A fizikai Nobel-bizottság titkára ekkor *Wilhelm Palmaer* (1868–1942), a Högskola elektrokémia-tanára volt, elnöke a már 63 éves Svante Arrhenius, tagjai pedig a szintén 63 éves Vilhelm Carlheim-Gyllensköld, a 60 éves Allvar Gullstrand és a 43 éves (Einsteinnel egyidős) Carl Oseen. (Időközben 1922. szeptember 18-án elhunyt az 56 éves Gustaf Granqvist is.) A Bizottság javaslatát a Svéd Királyi Tudományos Akadémia megszavazta.

Az Akadémia titkára – ahogy az ilyenkor lenni szokott – 1922. november 10-én táviratilag értesítette Einsteint és Bohrt a kedvező döntésről, és egyben meghívta őket a december 10-i díjátadásra. Csakhogy ezt a táviratot Einstein már nem tudta átvenni Berlinben, mert éppen a világ másik oldalán hajózott, úton volt Japánba! Az Akadémia nehéz helyzetbe került. Kinek adja át *V. Gusztáv* svéd király Einstein Nobel-díját? Ki lehet méltó azt átvenni? Úgy gondolták, hogy annak az államnak a stockholmi nagykövete, ahonnan a kitüntetett származik. Meg is hívták a német nagykövetet, de ekkor meg a svájci nagykövet kezdett tiltakozni, mondván, hogy Einstein svájci állampolgár! Izgatott telefonálgatások, egyeztetések után végül is *Rudolf Nadolny* (1873–1953) német nagykövet, tapasztalt diplomata vette át a díjat, s a díjátadást követő ünnepi banketten a következő szavakkal igyekezett feloldani a feszültséget: „Szeretném kifejezni a német nép örömét, hogy ismét közülük volt képes valaki az egész emberiség javát szolgáló értéket teremteni. Azt remélem, hogy Svájc is, ahol a tudós hosszú éveken át otthonra lett és munkára talált, osztozni fog ebben az örömben.”

Lássuk hát a laudációt, amelyet a fizikai Nobel-bizottság elnöke tartott december 10-én.

A beszéd svéd nyelven hangzott el, az angol fordítás a *Nobel Lectures, Physics 1901–1921* (Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1967) kiadványban jelent meg.

„Felség, Királyi Fenségek, Hölgyeim és Uraim!

Valószínűleg nincs ma még egy fizikus, akinek neve olyan széles körben lenne ismert, mint Albert Einsteiné. Legtöbbször Einstein relativitáselméletéről beszélnek az emberek. Ennek ugyanis szükségképpen vannak ismeretelméleti vonatkozásai, amelyek élénk vitát váltottak ki a filozófusok körében. Nem titok, hogy *Bergson*, a híres párizsi filozófus megtámadta ezt az elméletet, más filozófusok viszont teljes odaadással kiálltak mellette. A kérdéses elméletnek csillagászati vonatkozásai is vannak, ezek szigorú vizsgálata jelenleg is folyik.

Századunk első évtizedében az úgynevezett Brown-mozgás állt az érdeklődés előterében. 1905-ben Einstein egy olyan kinetikus elméletet dolgozott ki erre a mozgásra, amelynek segítségével meghatározta a szuszpenziók – szilárd részecskéket tartalmazó folyadékok – fő tulajdonságait. Ez a klasszikus mechanikán alapuló elmélet segít megmagyarázni a kolloidoldatok viselkedését, amelyet *Svedberg*, *Perin*, *Zsigmondy* és számos más tudós tanulmányozott egy új tudományág, a kolloidkémia keretében.

A tanulmányok harmadik csoportja, amelyekért Einstein a Nobel-díjat kapta, a Planck által 1900-ban megalapozott kvantumelmélet tárgykörébe esik. Ez az elmélet azt állítja, hogy a sugárzó energia „kvantumoknak” nevezett individuális részecskékből áll, nagyjából úgy, ahogyan az anyag is részecskékből, azaz atomokból épül fel. Ez a nevezetes elmélet, amelyért Planck az 1918-as fizikai Nobel-díjat kapta, sok gondot okozott, és századunk első évtizedének közepére egyfajta holtpontra jutott. Ekkor lépett elő Einstein a fajhőre és a fényelektromos hatásra vonatkozó munkáival. Ez utóbbi hatást *Hertz*, a híres fizikus fedezte fel 1887-ben. Azt találta, hogy két fém-

gömb között gyakrabban üt át elektromos szikra, ha egy másik elektromos kisülés fénye világítja meg a két gömb közötti szikra útját. *Hallwachs* alaposabban megvizsgálta ezt az érdekes jelenséget, és megmutatta, hogy adott feltételek esetén egy negatívan töltött test, például fémlemez, midőn egy bizonyos színű fényel megvilágítják – az ultrabolya adta a legerősebb hatást – elveszti negatív töltését és végül pozitív töltésűvé válik. 1899-ben Lenard tárta fel a jelenség okát azzal, hogy demonstrálta: elektronok lépnek ki bizonyos sebességgel a negatívan töltött testről. A legmeglepőbb az volt, hogy a kilépő elektron sebessége független a megvilágítás erősségétől – ezzel a kilépő elektronok száma arányos – viszont a sebesség a fény frekvenciájával együtt növekszik. Lenard hangsúlyozta, hogy ez a jelenség nem volt összhangban az akkor érvényes elképzelésekkel, fogalmakkal.

Ide csatlakoztatható jelenség a foto-lumineszcencia, vagyis a foszforeszcencia és a fluoreszcencia. Bizonyos anyagok, ha fény éri őket, maguk is világítani kezdenek. Mivel a fénykvantum energiája nő a frekvenciával, nyilvánvaló, hogy egy bizonyos frekvenciájú fénykvantum csak nála kisebb, vagy legfeljebb egyenlő frekvenciájú fénykvantum kialakulásához vezethet. Egyébként energia keletkezne. A foszforencia és a fluoreszcencia során keletkező fény így csak kisebb frekvenciájú lehet, mint az a fény, amely keltette azt. Ez a Stokes-féle szabály tehát magyarázatra talált Einstein kvantumelméletében.

Hasonlóképpen, amikor fénykvantum esik egy fémlemezre, legfeljebb a teljes energiáját tudja átadni egy ottani elektronnak. Ezen energia egy része arra használandó fel, hogy kilépjen az elektron a levegőbe, a többitől lesz az elektron kinetikus energiája. Mindez a fém felületi rétegében lévő elektronra vonatkozik. Ki lehet számítani azt a pozitív potenciált, amely-

re a fém fénybesugárzással feltölthető. Csak akkor tud kilépni az elektron a levegőbe, ha a fénykvantum elegendő energiával rendelkezik ahhoz, hogy fedezze a munkát, amellyel az elektron leválasztható a fémről. Következésképpen csak bizonyos értéknél magasabb frekvenciájú fény képes fényelektromos hatást kiváltani, akármilyen nagy is a beeső fény intenzitása. Ha viszont a frekvencia már ezt a határértéket meghaladta, akkor az állandó frekvenciájú fény intenzitásával arányosan nő a hatás. Hasonló folyamat történik a gázmolekulák ionizációjakor is, és az ionizálásra képes fény frekvenciájának ismeretében az úgynevezett ionizációs potenciál kiszámítható.

Einstein fényelektromos hatásra adott törvényét különösen szigorúan tesztelte az amerikai *Millikan* tanítványaival, s a törvény ragyogóan vizsgázott. Einstein tanulmányainak köszönhetően a kvantumelmélet nagy mértékben kiteljesedett, bőséges irodalom bontakozott ki ezen a területen, kétségtelenül bebizonyosodott az elmélet fontossága. Einstein törvénye a kvantitatív fotokémia olyan bázisává vált, mint amilyen bázisa *Faraday* törvénye az elektrokémiának.”

#### IV. Einstein Nobel-díjának utóregzései

Még vissza se ért Einstein Japánból Európába, de már megérkezett a Svéd Királyi Tudományos Akadémiához Philipp Lenard négy oldalas tiltakozó levele, amiért Einsteinnak ítelték („érdemtelenül!”) a Nobel-díjat. A levél eljutott a sajtóhoz is, amely azután örömmel csámcsogott rajta.



Márciusban már Berlinben vette át Einstein Arrhenius levelét, amelyben azt javasolta, hogy Einstein júliusban látogasson el Göteborgba, ahol a város alapításának 300. évfordulóját fogják ünnepelni, s ahol megtarthatná Nobel-előadását is, mégpedig a relativitáselméletről. (Olvashattuk a laudációban, hogy Arrhenius 1922-ben a relativitáselméletet már az egyik olyan témaként említette, amelyért Einstein a Nobel-díjat kapta.) Einstein válaszában megköszönvén a lehetőséget, előadása témájául az egyesített térelméletet ajánlotta.

Szokatlan meleg volt 1923. július 11-én Göteborgban. Einstein mégis kitett magáért: ünnepélyes fekete öltönyben jelent meg a Jubileumi Hallban, mintegy kétezer (!) meghívott vendég előtt, s így tartotta meg az előadást, amelynek címe végül is ez lett: *A relativitáselmélet alapvető fogalmai és problémái*. Vagyis eleget tett Arrhenius kérésének. A hallgatóság soraiban elől, középen ült V. Gusztáv svéd király, aki az előadás után néhány szót is váltott Einsteinnel...

Einstein előadása 2000 fős hallgatóságának 1923. július 11-én.



Magát az érmet és az okmányokat a berlini svéd nagykövet adta át Einsteinnek Berlinben, a vele járó pénzüsszeget pedig Einstein – a váláskor tett írásbeli nyilatkozatához híven – átutalta Milevának, elvált feleségének, a fiúk számára. Mileva az összeg kamataihoz férhetett hozzá, abból gazdálkodhatott.



Allvar Gullstrand, a relativitáselmélet legfőbb bírálója a Nobel-bizottságban, a következő évben, 1923-ban átvette Arrheniustól a Bizottság elnöki tisztét. A fényelektromos hatás magyarázatáért járó 1922-es Nobel-díjjal ő is egyetértett.

Amikor 1923-ban Robert Millikan (1868–1953) amerikai kísérleti fizikusnak ítelték a fizikai Nobel-díjat, Allvar Gullstrand tartotta a laudációt, s többek között ezeket mondta: „Millikan kitüntetésének indoklásakor az Akadémia nem feledkezhet meg a fényelektromos hatásra vonatkozó vizsgálatairól. Anélkül, hogy részletekbe bocsátkoznék, annyit állíthatok, hogy ha Millikannek ezek a vizsgálatai más eredményt adtak volna, Einstein törvénye értéktelenné, Bohr elmélete pedig megalapozatlanná vált volna. Millikan eredményei nyomán kaptak mindketten fizikai Nobel-díjat a múlt évben.”

Millikan Nobel-díjának hivatalos indoklásában ez állt: „az elektromosság elemi töltésére és a fényelektromos hatásra vonatkozó munkájáért”. Nem nehéz az indoklás második feléből megsejteni a Bizottság új elnökének fenti álláspontját.



Arrhenius Einstein laudációjában kiemelte Einstein Brown-mozgásra kidolgozott elméletét, s ennek kapcsán megemlítette Svedberg, Perrin és Zsigmondy nevét. Arrhenius jó jósnak bizonyult: Richard Zsigmondy (1865–1929) 1925-ben, Theodor Svedberg (1884–1971) 1926-ban kapott kémiai Nobel-díjat.

A fizikai Nobel-díjat 1926-ban Jean Baptiste Perrin (1870–1942) francia fizikus vehette át. A laudációt ekkor Carl Oseen tartotta, aki újra megtalálta az utat Einsteinhez, miközben Perrin munkáját dicsérte: „A Brown-mozgásra vonatkozó mérései megmutatták, hogy Einstein elmélete teljes egyezésben van a valósággal.”



1981-ben a lézer-spektroszkópia és az elektron-spektroszkópia kifejlesztéséért járt fizikai Nobel-díj. Így kezdte laudációját *Ingvar Lindgren* (1931–) göteborgi fizikaprofesszor:

„Mindkét módszer Albert Einstein korábbi felfedezésén alapul. A múlt század fizikusai előtt álló egyik súlyos probléma volt, hogy hogyan lehet a »klasszikus« fogalmakkal értelmezni a fényelektromos hatást, vagyis a rövid hullámhosszú fényvel megvilágított fémfelületről kilépő elektronok emisszióját. 1905-ben Einstein magyarázta meg ezt a jelenséget, egyszerű és elegáns módon, felhasználva a Max Planck által öt évvel korábban bevezetett kvantumhipotézist.”

Később még hozzátette: „1917-ben Einstein fedezte fel, hogy a fény arra tudja stimulálni az atomokat vagy a molekulákat, hogy összehangolt módon bocsássa ki fényt. Ez az alapfolyamat a lézerben.” Ha az



Olga Botner (1953–)

1917-es dátumot tekintjük, eszünkbe juthat, hogy akár ez a felfedezés is szerepelhetett volna Einstein 1921-es Nobel-díjának indokai között. De azután az is eszünkbe juthat, hogy közben sajnos háború volt, amikor köztudottan hallgatnak a műzsák, és nemigen értesülnek egymás munkáiról a tudósok...



Végül tekintsünk egy 21. századi laudációt. Nem is olyan régen, 2011-ben „a Világegyetem gyorsuló ütemű tágulásának távoli szupernóvák megfigyelésével történt felfedezéséért” adták ki a fizikai Nobel-díjat. A laudációt *Olga Botner* (1953–) dán fizikus, az uppsalai egyetem professzora, a fizikai Nobel-bizottság tagja tartotta – egyáltalán nem a régi uppsalai szellemben. Stílszerűen egy dán gyermekverssel indított és olyan természetességgel jutott el néhány mondat múlva a Nagy Bummtól a lehetséges Nagy Krachig, mintha csak az unokáinak mesélt volna. Ugyanilyen természetességgel mondta ki ezt a mondatot is: „Ha összevetjük a különböző objektumokra mért vöröseltolódásokat, és a táguló Univerzumra alkalmazzuk mindazokat a modelleket, amelyeket Einstein általános relativitáselmélete megenged, rátalálhatunk arra a modellre, amelyik valódi világunkat írja le.”

Ezt hallván, Einstein is csettintene.

Vagy már csettintett is?

#### Források

- Vészits Ferencné (szerk.): *A Nobel-díjasok kislexikona*. Gondolat, Budapest, 1974.
- Albert Einstein: *A speciális és általános relativitás elmélete*. Gondolat, Budapest, 1967.
- Elisabeth Crawford: *The Beginnings of the Nobel Institution: The Science Prizes, 1901–1915*. Cambridge Univ. Press, 1985.
- Abraham Pais: *Subtle is the Lord, The science and the life of Albert Einstein*. Oxford Univ. Press, 1982, 2005.
- Jimena Canales: *The Physicist and the Philosopher: Einstein, Bergson and the debate that changed our understanding of time*. Princeton Univ. Press, 2015.
- B. J. Hillman, B. Ertl-Wagner, B. C. Wagner: *The Man Who Stalked Einstein: How nazi scientist Philipp Lenard changed the course of history*. Rowman & Littlefield, 2015.
- Internetoldalak, például: <http://www.nobelprize.org>