

Ismeretterjesztés	76
Az I. világháború utáni forradalmak: professzori kinevezés	78
Hevesy György eltávozása Magyarországról	89
Tudományos munkásság	123
A radioaktív nyomjelzés	124
A hafnium felfedezése	163
Biokémiai, biológiai, orvostudományi kutatások	176
Irodalom helyett	197

NOBEL-DÍJ

Nem mindenki kap egykönnyen Nobel-díjat. Meglehetősen sok embernek elég volt észrevennie egy új sugárzást, és ennek néhány tulajdonságát. De Broglie még diákként, disszertációs munkája során felfedezte az anyaghullámokat, máris utazhatott Stockholmba. James Watson is huszonegy éves korában keveredett a fág-csoport közelébe, onnan a kettős spirál elgondolásához. A Svéd Akadémia mindannyiukat a nagy eredmény elérése után szinte azonnal elismerte. Hevesy György esetén azonban nem érték be egyetlen kiemelkedő felfedezéssel: a kor legnagyobb tudósainak két évtizeden keresztül kellett állandóan jelölniük, míg végre átvehette a kémiai Nobel-díjat.

Már az odaítélés eljárása sem egyszerű, ráadásul merőben konspiratív.

Az első lépésben a tudósok bizonyos csoportja jogot kap a jelöltállításra. Ezek a megfelelő indokolással megküldik írásbeli javaslatukat a személyre, és lehetőleg csatolnak egy példányt a szerintük díjazandó műből. A komolyan vehető jelölések eljutnak a Svéd Akadémia illetékes (fizikai vagy kémiai) bizottságához, mely öt tekintélyes tudós tagból áll, mindannyian svédek. A második lépésben ez a bizottság végzi el nagy titokban a javaslat érdemi vizsgálatát. Az egyik bizottsági tag önálló tanulmánynak is beillő, írásbeli értékelést készít a díjazandó munkáról, ennek tudományos jelentőségéről, múltbeli és várható jövőbeli tudományos hatásáról. Az értékelés alapján a bizottság megírja saját testületi javaslatát, és elküldi az Akadémia illetékes (esetünkben kémiai) osztályának. A harmadik lépésben az osztály – első sorban ennek titkárai – megvizsgálja, rendszerint jóváhagyja a javaslatot, majd a jegyzőkönyvben

rögzített határozatát továbbítja az Akadémia plenáris ülése számára. Az utolsó, negyedik lépés a plenáris ülés. Itt döntenek el szavazással a díj sorsát. Azonban a szavazás aránya és a vitákban marad, az ülésről nem születik jegyzőkönyv. Csak a végeredményt rögzítik: ki kapja és milyen indokkal az esedékes díjat. A közbülső lépések dokumentumait, a jelölők és jelöltek nevét, az indoklásokat, elutasításokat, jegyzőkönyveket elzárják az Akadémia levéltárába, és hétpecsétetes titokként kezelik. Ötven év múlva azonban lehullik a lepel; minden dokumentum felkerül a vasajtóval lezárt pincékből a nyitott ajtajú kutatószobákba.

Hevesy György Nobel-díjának kálváriája 1924-ben kezdődött, és minden elképzelhető bonyodalmat magában foglalt, beleértve az állandóan változó ajánlókat, az olykor merőben eltérő tudományos indoklást, sőt még a politikai fuvallatok irányváltásait is.

Először 1924-ben jelölték Nobel-díjra, mindjárt négyen, mindannyian drezdaiak, és mindannyian ugyanazon indok alapján: egy új kémiai elem, a hafnium felfedezéséért. Azonban a javaslatot nem támogatta a második lépés öttagú bizottsága. A jelölést elbíráló bizottsági tag, H. G. Söderbaum hosszú riportjának konklúziójában azt állította, „bár némely felfedezés, amilyen a hafniumé is, megérdemel bizonyos népszerűséget, magától értetődő felfedezésnek tekinthető, nem tulajdoníthatunk neki olyan értéket, mint azoknak, melyek kutatáson alapulnak és ezért Nobel-díjjal kell megkoronázni őket”. Nem tűnt fel neki, hogy valami fontosabb dologról lehet szó, hiszen mások ugyanabban az évben szintén a hafnium kutatásáért jelölték Georges Urbain francia kémikust, Hevesy nagy ellenfelét is. Holott ha a tudósok valamiért komoly jelentőséget tulajdonítanak a 72. számú elemnek, talán érdemes lett

volna megérteni, miért. (Megjegyzendő, hogy Urbain a későbbi számos jelölés ellenére, sohasem kapta meg a díjat.)

Minden esetre Hevesy nevére a következő ajánlás 1927-ben érkezett, éppenséggel egy francia, Jean Perrin írógépéből. Eszerint Hevesyt a hafnium, Urbaint a lutécium felfedezéséért kellene kitüntetni. Ez ismét jelezte, hogy Hevesy és Urbain valahogy összekötődik, amikor a hafniumot emlegetik. Ugyanez évben Le Blanc Hevesyt a hafnium kutatásában vele együttműködő holland Dirk Costerral közösen javasolta a díjra. Két évvel később Erich Tiede, Friedrich Paneth és Otto Hahn ugyancsak Costerral együtt javasolta Hevesyt. Hahn szerint vagy Hevesyt egyedül vagy Costerral közösen kellene kitüntetni. Paneth indoklásában megemlítette Hevesy hafni-umról szóló könyvét és a radioaktív indikátorokkal végzett munkáját, amely immár a második tudományos

eredmény, melyet Nobel-díjas színvonalúnak tartott a szakma. Egy további ajánló, a radiokémikus Marckwald Hevesy és Coster mellett Bohr díjazását is javasolta ugyancsak a hafnium felfedezésért. A javaslatokat ezúttal a kémiai bizottság akkori elnöke, a szakmában igen jelentős eredményt felmutatott, kitűnő The Svedberg bírálta el, de ismét nem jutottak tovább; igaz, megszűnt a korábbi merev elutasítás is. 1933-ban ugyancsak a hafniumért és ugyancsak Costerral közös díjra javasolták Hevesyt.

Az első ajánlás után éppen tíz évvel Arthur Hantzsch ismét nem csupán a hafnium felfedezésért javasolta Hevesyt, hanem radiokémiai munkáiért is. Kiemelte, hogy a hafnium kutatása nem pusztán egy új elem felfedezése, hanem a szervesetlen vegytan új irányát mutatja meg. Hangsúlyozta a vanádi-umcsoport és a kálium vizsgálatában, illetve a röntgenspektroszkópia terén elért eredményeket (ismét újabb

szempontok!), az indikátormódszer kidolgozását és alkalmazását, valamint Hevesy kitűnő könyveit. Mintha a kémikus szaktekintélyek egyre több érveléssel szeretnék megpuhítani a kemény ellenállást tanúsító Nobel-bizottságot, de, nem tudni, miért, valahogy mégsem sikerülne.

Az ezt követő jelölés, 1935-ben, Bécsből érkezett, H. Marktól, aki immár Hevesynek a radioaktív indikátorokkal kapcsolatos eredményeit helyezte első helyre. A radioaktív indikátorokat a kémiai analízisben olyképpen használják fel, mintha például valamely szín helyett a radioaktív sugárzás jeleznék, jelen van-e és milyen mennyiségben a kimutatandó anyag. Mark javaslatában egy alapvetően új kémiai trend megjelenését emelte ki: „a fizikai módszerek kémiai problémákra való alkalmazását és az így elért jelentős előrelépést”. Ezt a tendenciát „Hevesy professzor úr testesíti meg leginkább”. Mégpedig, mint írta,

nem csupán az indikátormódszer fel-találása révén, hanem ennek alkalmazása révén is, továbbá a hafnium fel-fedezésekor használt elméleti és kísér-leti módszereiben, finom röntgendiff-rakciós elemzéseiben, a radioaktivitás kutatásában, az atommag felépítésé-nek jobb megértéséhez vezető ered-ményeiben. Svedberg, a bíráló most viszonylag röviden tekintette át az érintett területeken történeteket, hiszen korábban már megadta a részletes elemzést.

Az 1936-ban született ajánlások né-hány új vonást mutattak. Mindenek-előtt azt, hogy ezúttal az atomfizika francia hírességei ajánlották Hevesyt. Igaz, nem egyedül, hanem ismét hon-fitársukkal, Urbainnel közösen. F. Jo-liot és I. Curie mindkettőjük esetén a ritkaföldek kutatásában elért eredmé-nyeket hozta föl indokként, Jean Per-rin hasonlóképpen, de ő Urbainnél ki-emelte a lutéciumot, Hevesynél a haf-niumot is. Talán arra gondolt, hogy

Hevesy az igazi hafniumszakértő, de Urbainnek, hazája nagyjának is meg kell adni az elismerést. Egy másik je-lölő, a bécsi A. von Eiselsberg három pontban foglalta össze Hevesy mellet-ti indokait: „Isotopentrennung”, a hafnium felfedezése és fontos munkák a geokémia területén. Ez utóbbi ismét új indok a korábbi ajánlásokhoz ké-pest, hiszen a geokémia eddig egyál-talán nem szerepelt a javaslatokban.

A radioaktív indikátorok módszere, vagy ahogy később hívták, a nyomjel-zés, az egyre szélesedő biokémiai al-kalmazások következtében lassanként bevonult a biológia és a medicina alapmódszerei közé. Nyilván ez az oka, hogy 1939-re már ez vált az aján-lások fő indokává. Két magyar, Széki Tibor és Gróh Gyula közös javaslatá-ban hangsúlyt helyezett a radioaktív indikátormódszer korai magyarorszá-gi alkalmazásaira, a Gróh és Zech-meister együttműködésével végzett úttörő jellegű kísérletekre. A harma-

dik jelölő, maga Niels Bohr a radioaktív indikátormódszer feltalálása mellett az élőszervezet vizsgálatát emelte ki. Ekkor a javaslatokat elbíráló The Svedberg négyoldalas beszámolóban tekintette át a szakterületet, immár a mesterséges radioaktív izotópok létezésének fényében. Leszögezte, hogy Hevesyt 1924 óta jelölték három alapvető indok alapján: a hafnium felfedezése, radiokémiai munkássága és a radioaktív indikátor módszer. Az utóbbi jelentősége több szakaszban bontakozott ki. Az első 1913–25, a második 1925–35. Ez utóbbiban Svedberg a biokémiai és orvosi alkalmazást, kivált a foszfor radioaktív izotópjával elért eredményeket tartotta figyelemreméltónak, illetőleg azt a körülményt, hogy immár nemcsak maga Hevesy, hanem sokan, köztük a szakterület kiemelkedő személyiségei (például A. Krogh) is eredményesen használják. Ennek ellenére Hevesy még mindig nem érkezett be.

Jelentős fordulatot hozott a következő év. Ekkor, 1940-ben, már maga Svedberg volt az egyik ajánló, a brit Astonnal és a svéd Palmearral közösen. Aston javaslatában megemlítette a hafniumot, de kivált az „izotópindikátorokat”, melyeket „világszerte alkalmaznak”, és hivatkozott a mesteri röntgenanalízisekre is. Ez alkalommal a bírálatot végző Svedberg teljes 14 oldalt írt az indikátormódszer kialakulásáról és kiteljesedéséről.

Talán ez az elmélyült tanulmány inspirálta a bizottságot, hogy végre javasolja Hevesyt a díjra. Tény, hogy 1940. szeptember 2-án mind az ötük aláírásával Hevesyt ajánlották a kémiai Nobel-díjra az Akadémia illetékes osztályának. Az indoklásban már csak a radioaktív izotópos nyomjelzés szerepelt, a hafnium kimutatása nem. Október 25-én az Akadémia titkársága, most már az osztály javaslatára, el is fogadta a jelölést, ám példátlan módon úgy döntött, ebben az évben nem

adja ki sem a fizikai, sem a kémiai díjat, inkább tartalékolja a pénzt az alap számára.

Hevesy tehát hiába jutott fel a hegycsúcsra, a zivatáros idő miatt nem gyönyörködhetett a látványban. Hiába jelölték tizenhat éven keresztül, az aranyplakett és az összeg át vételére még akkor sem került sor, amikor már látszólag minden akadályt legyőzött. Ráadásul hiába nyert az egyik évben, ez mit sem számított a következőben. Minden kezdődhetett előlről: ajánlások, bírálatok, szavazások.

És az abszurd meg-is-van-nincs-is-meg helyzet is folytatódott. 1941-ben H. C. Urey jelölte Hevesyt Rudolph Schönheimerrel együtt, de „pris reserveras till följande år”, azaz, mit tesz Isten, újra visszatartották a díjat. A következő évben Krogh jelölte kémiai, Ortway Rudolf fizikai díjra, ám a helyzet mit sem változott. A díjat igazából már elnyert Hevesy mindig újra kel-

lett jelölni, újra keresztül kellett mennie az értékelési eljáráson, és hiába sikerült minden, csak nem ért révbé.

Az ezt követő év azonban meghozta az újabb áttörést. Ezúttal a régi genovai barát, Luigi Rolla javasolta Hevesyt. Javaslatában visszanyúlt az 1913-as első radioaktív indikátoros vizsgálatáig, megemlítette a Gróhval közösen végzett kísérleteket, és eljuttott a kiterjedt biokémiai alkalmazásokig. A bizottság számára Svedberg készített egy újabb tizenkét oldalas mintaszerű jelentést. Ismét áttekintette a radioaktív nyomjelzés történetét, és kiegészítette a legutóbbi évek fejleményeivel. A bizottság ennek alapján javasolta az osztálynak, hogy az 1943-as díjat Hevesynek ítéljék oda olyan rivalisok előtt, mint Otto Hahn vagy G. N. Lewis. És, csodák csodája, november 11-én az Akadémia megint elfogadta a jelölést. Ezzel Hevesy már másodszor nyerte el a díjat, de még mindig nem vehette át, mert ezt sem

adták ki. Most azonban nem tartották vissza, csak annyi történt, hogy egy évvel később nyújtották át.

A nyerés, de meg nem kapás története mögött politikai okok rejlenek. A háború alatt ugyanis az egész Nobel-rendszer elbizonytalanodott. Elsősorban nyilván a sokakat felkavaró Ossietzky-ügy miatt. Carl von Ossietzky német baloldali pacifista volt, akit 1933 után internáló táborba zártak. Minden bizonnyal ez elleni tiltakozásul, 1936-ban odaítélték számára a béke Nobel-díjat. Ez Hitlert annyira felbőszítette, hogy megtiltotta a németeknek a díj esetleges átvételét, sőt azt is, hogy bárkit jelöljenek rá. A német tudósok engedelmessé váltak: Richard Kuhn 1938-ban, Adolf Butenandt 1939-ben a kémiai, Gerhard Domagk, szintén 1939-ben, az orvosi díjat nem vette át. (A háború után mégis megkapták az oklevelet és az érmet, de a pénzt nem.) A díj visszautasítása felettébb kínosan érintette a Nobel-ala-

pítványt. Úgy védekezett, hogy előbb egy évre elhalasztotta az 1940-es díjak kiadását, 1941-ben és 42-ben pedig javasolta a svéd kormányoknak (nyilván hasonló esetek elkerülése végett), hogy egyáltalán ne osszanak Nobel-díjat, 1943-ban pedig tartásuk vissza. Ez utóbbiakat egy év múlva, 1944-ben mégis kiadták. Az intézkedések mellesleg alaposan megsértették a díj deklarált politikai semlegességét, melyet még az első világháborúban is fönntartottak, amikor csak az elnapolás és nem a visszatartás mellett döntöttek. Sajátos módon, a sok tiltás és halasztás egyáltalán nem érintette a bizottságok munkáját: az egész gépezet, a jelölések, értékelések folytatódtak, mintha mi sem történt volna.

A bizonytalanság 1944-ben már csökkenni kezdett. Hevesynek ismét két ajánlója akadt, W. M. Goldsmidt és L. Mazza, mindketten alapvetően az indikátormódszert emelték ki indoklásaik között. Április 18-ra Svedberg,

sokadjára elkészítette most már eléggé rövid javaslatát, az elején megemlítve az 1940-es és 1943-es kedvező döntést, és kiegészítve az újabb pozitív javaslattal. Szeptemberben a bizottság úgy döntött, korábbi határozatára való tekintettel Hevesyt javasolja az 1943-as díjra, Hahnt, az újabb jelöltet pedig az 1944-esre. Október 18-án az Akadémia titkárai úgy foglaltak állást, hogy Hevesy díját csakugyan ki kell adni, ám Hahnét éppúgy visszatartják, mint korábban Hevesyét. Most már valóban elhárult minden akadály: 1944. november 9-én az Akadémia plénuma megszavazta Hevesy kémiai Nobel-díját „az izotópok mint nyomjelzők alkalmazásáért a kémiai folyamatokban”.

Nem sok sorstársa ünnepelte életének csúcspontját éppen 1944 végén. Hevesy Nobel-díjának története azonban nagy vonalakban magában foglalja sok nagy magyar tudós pályájának szinte minden abszurdumát: üldözte-

tést, politikai bonyodalmakat, világra szóló sikereket, a széles körű nemzetközi tudósközösség szimpátiáját és az itthonról éppen csak csordogáló elismerést. A Nobel-díj aranyérméről visszaverődő csillogás persze különös fényt vetít az életpályára és a két legnagyobb felfedezés részletes történetére is.

Család, tanulmányok

A Hevesy nevet 1906-tól viselte Hevesy György családja, mely gazdagságát és tekintélyét a 19. századi magyar liberalizmusnak köszönhette. A tipikus történet szerint az első generáció meggazdagodott. Apai ágon a gazdagodás a Bischitz nagyapja pesti kereskedői, később igen jelentékeny földbérlői tevékenységére vezetődik vissza (az egyik Eszterházy-birtokot bérelte), anyai ágon pedig a Schossberger család olaj- és dohányüzleteire. A gazdagság birtokában a korszak Magyarországon már kellő társadalmi tekintélyt is lehetett szerezni. Az apai nagymama (a Fischer-család sarja) megalapította a pesti zsidó nőegyletet és megkezdte a zsidó jótékonykodás meg-

szervezését, az anyai nagyapát pedig maga a Császár nevezte ki a pesti zsidó közösség elnökének. Mindezzel a család lényegesen hozzájárult az akkoriban nagy sebességgel haladó asszimilációs folyamathoz. A Schossberger nagyapa, társadalmi és gazdasági súlya miatt, továbbá mivel a zivataros 1848 utáni időkben kellő lojalitást mutatott, 1863-ban megkapta a magyar nemesi címet, mégpedig – nevezetes módon – az első ki nem keresztelkedett zsidóként a század végén már bárói rangra is emelkedett.

Az egyik bányájuk igazgatójaként dolgozott Bischitz Lajos, aki több nagyvállalat igazgatósági tagjaként és hatalmas birtokok bérlőjeként már bőven megmutatta, hogy nem esett messze a fájától. Vadászszenvédélyének gyakran hódolt apósa birtokán, melynek közelében feküdt a császári vadászat céljára fenntartott állami terület, és így részt vehetett a császári vadászatokon. Nemességét és udvari tanácsosi címet már

családapaként kapott 1895-ben, és vele engedélyt nevének magyaros írására: Biscicz de Heves, amely 1906 után változott Hevesyre. A gyerekek közül 1877 és 1885 között öt fiú, 12 éves szünet után pedig három lány született. Mint-hogy a család addigra már áttért a katolikus hitre, a gyerekeket a piaristák budapesti gimnáziumába írták be, biztosítva számukra a katolikus neveltetést, hogy ezzel továbblépjenek az asszimiláció útján.

Ez a harmadik generáció már értelmiségi pályára lépett; legalábbis a férfiak. Vilmos, a legidősebb, repülőgépmérnök és felfedező lett, Andor író, a harmadik, Ödön, – hogy legalább valaki folytassa a hagyományokat – bányagazgató, a negyedik, Pál pedig a császár nagykövete. Alighanem Ferenc József diplomatakarából ő élt a legtovább: 106 éves korában Kitzbühelben hunyt el, miután a város sokak által ismert, tisztelt és szeretett nevezetes polgára lett. A lányokat a szokásoknak

megfelelően a magas társadalmi állású feleségek szerepére készítették fel.

Csak az ötödik fiú, az 1885. augusztus 1-jén született Hevesy György vált tudóssá. A piarista gimnáziumot magántanulóként végezte, 1903-ban érettségizett. Nagyrészt tehát otthon tanult, beleérve a német, angol és francia nyelvet, melyet ebben a korban és ebben a társadalmi rétegben mindenkinek illett kiválóan tudni. Érettségi után beiratkozott a bölcsészkarra a budapesti tudományegyetemen, de két félév után Berlinben folytatta. Ekkor már egyértelműen a kémia iránt érdeklődött, bár e korai periódusában behatóan foglalkozott filozófiával is, főleg a kor természettudósai között népszerű machizmussal. Egyetlen szemesztert töltött Berlinben, majd átment Freiburgba, amelynek, mint írta, levegője jobbat tett egészségének.

1906-ban kezdett doktori értekezésén dolgozni, a fém-nátrium és a nátrium-hidroxid-olvadék kölcsönhatása téma-

körében. 1908-ban szerezte meg doktorátusát (tartalmát 1911-ben magyarul is közölte). Ezután Zürichben folytatta olvadékokra vonatkozó kutatásait a magas hőmérsékletű kémia akkori legkiválóbb szakembere, Richard Lorenz mellett, a Technische Hochschulén, ahol három félévet töltött tanársegédként, előbb az előadásokon segédkezve, később a fizikai-kémiai és elektrokémiai gyakorlatokat vezetve. Itt ismerkedett meg Richard Willstätterrel, a kémia professzorával, sőt a magántanári előadását tartó, még alig ismert Albert Einsteinnel is, akinek ő mutatta meg a kémiai laboratóriumokat, és így alkalma nyílt Einsteint meglepni azzal, hogy hidrogénelektrod csakugyan létezik, nem elméleti konstrukció csupán.

Manchester

Hevesy 1910-ben Karlsruheba utazott, a németországi fizikai kémia egyik legkiemelkedőbb személyisége, Fritz Ha-

ber környezetébe, aki éppen a megolvadt kálium-nátrium ötvözet oxidációját kísérő elektronemissziót tanulmányozta, és Hevesyt is hasonló feladattal bízta meg. Ám, mivel az intézet nem volt technikailag felkészülve a vizsgálatokra (a gázok elektromos vezetéseinek mérésére), Hevesyt 1911-ben Angliába küldték az itt már jól ismert módszereket tanulmányozni. Egy ismerőse tanácsára Manchestert, Rutherford laboratóriumát választotta J. J. Thomsoné helyett, holott az elektron kutatásában utóbbi szerzett halhatatlanságot.

Végül is 1911 januárjában hajózott át a csatornán, és érkezett Manchesterbe, pályafutásának döntő állomására, ahol hamarosan elfelejtette, miért is küldték oda Karlsruhéból. Rutherford laboratóriumában ugyanis éppen akkor születtett a modern anyagszerkezeti gondolkodás. Hevesy is tanúja lehetett például az atommag felfedezésének. A körülmények azonban csak intellektuálisan voltak paradicsomiak: „Az intézet fő

eszközei a kakaós dobozokból készült elektroszkópok voltak, szigetelő viaszszal, kénrudakkal, aranylevelekkel és leolvasó mikroszkópokkal. Beállítás után az elektroszkópokat nem volt szabad letisztítani, és Manchester füstös levegője jól látható nyomokat hagyott az egész laboratóriumon” – írta Hevesy. Mégis a lehető legalkalmasabbnak bizonyult arra, hogy megtanulja mindazt, amit a radioaktivitásról akkoriban tudni lehetett, beleértve a vizsgálati módszereket, és hogy kapcsolatba kerüljön a terület klasszikusának számító Rutherford mellett későbbi legjobb barátjával, Niels Bohrral, vagy a röntgenspektroszkópiai eredményeiről nevezetes H. G. J. Moseleyval.

Bohr beszédét nem mindenki értette, és nem csupán nem éppen oxfordi kiejtése miatt. Hajlamos volt rébuszokban beszélni, olyan tömören, hogy alig lehetett kitalálni, mire gondol. Ilyenkor Hevesy, aki valami okból mindig felfogta Bohr rejtélyes kijelentéseit,

valamiféle tolmácként rendszerint kénytelen volt a hallgatóságnak megmagyarázni, mit is mondott Bohr. Ilyesmi még komoly szakmai konferenciákon is megesett.

Bécs – Budapest

Mielőtt a fantasztikusan fárasztó év befejeztével hazajött volna, Rutherford megkérte, jó kémikusként válassza ugyan szét a radioaktív rádium-D-t a semmire sem jó ólomtól, mert nagyon zavarja a munkájában. Ez a feladat vezetett végül a nyomjelzés felfedezéséhez. A munkát Bécsben és Budapesten végezte 1912 telén, 1913 tavaszán.

Sok a helyszín: Magyarország, Németország, Anglia, Ausztria, sőt még Franciaország is. Azt írta: „Manchesterbe Párizson keresztül utazva, soha nem mulasztottam el Marie Curie meglátogatását”, akinek kutatási iránya, lévén alapvetően kémiai és nem fizikai jellegű, igen közel esett az övé-

hez. A különböző országokban különböző városokat keresett fel, ezekben különböző laboratóriumokat. Akár egyetlen évének útvonala igen bonyolult térképet rajzolt fel. Ámde szenvedélyében nem csupán az útikalandok iránti vágy játszott szerepet, hanem különleges kutatói stratégiája is: minden laboratóriumban tanult valamit, hozzászólt a kutatáshoz, esetleg maga is javasolt vagy el is végzett valamely kísérletet, majd továbbállt, és megnézte egy másik kutatóhelyen, mi történt azóta, hogy ott járt, vagy elvégezték-e az általa megtervezett kísérletet. Ez az egyes intézetekhez nem szigorúan kötődő, delokalizált kutatói életmód sok mindent megmagyaráz rendkívüli produktivitásából és életrajzi sajátoságaiból.

Angliából hazajövet is megszakította útját Karlsruheban, hogy találkozzon Fajansszal (utóbbi kérésére), és beszámoljon neki saját és mások elektrokémiai eredményeiről. Fajans, akit

az eltolódási szabály egyik felfedezőjeként tartanak számon, figyelembe vette Hevesy ekkor előadott vizsgálatait az α - és β -sugárzásnak az illető elem vegyértékére gyakorolt hatásáról. Közben azonban Hevesy eredményeit Rutherford beküldte a Philosophical Magazine-nak, melyben meg is jelent és később vitát váltott ki a felfedezés elsőbbségi jogáról.

Útközben megállt Bécsben, és megismerkedett a vadonatúj Rádiumkutató Intézettel, amely tágasságát, felszereltségét és – a Monarchiához tartozó gazdag joachimstahli uránbányáknak köszönhetően – rádiumellátottságát tekintve messze a manchesteri intézet előtt járt. Az intellektuális felszereltség más kérdés. A bécsi intézet inkább a precíz, lassú aprómunkával tűnt ki, melyet a tudomány rendszerint kevésbé méltányol, még ha nem is nélkülözheti, mint a mindent megrengető „zseniális” felfedezéseket. Hevesy mindenestre az előbbit is igen nagyra becsül-

te, ráadásul meleg barátságot kötött az intézet igazgatójával, Stefan Meyerrel és főképp Fritz Panethal – egy életre. Hevesy ettől kezdve Bécset is munkahelyének tekinthette, ám itthoni pihe-nője után előbb még visszatért Rutherfordhoz, akivel közben egy percre sem vesztette el kapcsolatát. Csak 1912 végén tért hosszabb időre haza, hogy megkezdje akadémiai pályáját.

1913-ban szerezte meg magántanári képesítését a pesti egyetemen. Erre az időszakra esik itthoni tevékenységének első szakasza, habilitációja, előadásai, cikkei. Ám még ugyanebben az évben visszatért Manchesterbe, és innen Oxfordba készült azzal a határozott tervvel, hogy barátjának, a röntgenspektroszkópia klasszikusának, Moseleynak segítsen a ritkaföldek spektroszkópiai vizsgálatában, és egyúttal a legjobb helyen lesse el a vizsgálati módszer részleteit. A dolog lényegét és a műszert már jól ismerte, hiszen korábban éppen ő segített Moseleynak az első röntgen-

spektroszkóp felállításában, amellyel Moseley a periódusos rendszerre vonatkozó alapvető méréseit elvégezte. A háború kitörése azonban mindörökké megakadályozta Hevesyt terve végrehajtásában: a zseniális Moseley nagyon fiatalon meghalt a Gallipoliban lezajlott ütközetben.

Hevesy pedig hazajött, és mint magyar állampolgár a Monarchia hadseregében teljesített szolgálatot. A háború után egy ideig nem volt szabad elhagynia az országot, de Angliába amúgy sem térhetett volna vissza, mint tervezte, mert a két ország ellenséges oldalon állt a háborúban. Ekkor következett második itthoni periódusa, az Állatorvosi Főiskolán végzett kutatásai. A politikailag rendkívül turbulens időszakban aktív oktatói, kutatói és szervezői tevékenységet folytatott, és közben belekeveredett a hazai tudományos, politikai, személyi ellenségeskedések szövevényes hálójába, majd a fehérterror megtorlásába.

Koppenhága

Nyilvánvalóvá vált, hogy Magyarországon nincs többé helye, annál inkább Dániában, ahova Bohr meghívására érkezett 1920 márciusában. Itt előbb Brønsted laboratóriumában izotópszétválasztással foglalkozott. Főleg higany- és klórizotópopokat választottak szét, és csak Brønsted óvatossága miatt nem fogtak neki a hidrogénnek. Ha megpróbálták volna, ők találják meg a deutériumot. Maga Bohr is komoly érdeklődéssel figyelte munkájukat, és 1921 tavaszán Hevesyt át is hívta az akkor megnyílt Bohr-intézetbe, ahol az egyik vezető munkatárs lett és régebbi témáinak kutatását folytatta. Jóllehet állandóan utazó életmódját nem adta fel, megállapodott ember lett; megnősült, 1924-ben feleségül vette a dán Pia Riis-t, négy gyermekük (három lány, egy fiú) született. 1920 után hosszabb időre már nem is tért haza; ezután egyre növekvő családjával csak rövidebb,

de annál gyakoribb magánlátogatásokat tett Magyarországon.

Aligha találhatott volna akkoriban jobb helyet a maga számára. Oszlopos tagjává vált a híres koppenhágai iskolának, amely a modern fizika legendás központja lett, és ahova a század szinte minden jelentékeny természettudósa elzarándokolt. 1922-ben megérkezett az intézetbe Dirk Coster, a holland spektroszkópus. Közös munkába kezdtek, és ennek lett eredménye az új elem, a hafnium felfedezése, mely akkora visszhangot keltett, hogy többen Nobel-díjra ajánlották.

Freiburg

Az egyre növekvő nemzetközi tekintéllyel együtt járt, hogy elkezdték bombázni jobbnál jobb professzori állásajánlatokkal. Ennek ellenére 1926-ig nem mozdult a viszonylag bizonytalan, ám annál ösztönzőbb és kellemesebb Bohr-intézeti munkahelyéről.

Ekkor azonban nem tudott tovább el-
lenállni, mert Freiburgba, kedvenc vá-
rosába hívták. A nagy kiránduló és
természetbarát Hevesy számára min-
dig rendkívül fontos volt, milyen kör-
nyezetben él. Freiburgot elragadóan
szépnek látta, tudományos légkörét
vonzónak, ráadásul ott élt számos ré-
gi, diákkori barátja. Nyilván a német
professzori státus magas presztízse és
anyagi előnyei is közrejátszottak vá-
lasztásában. Végleg beérkezett: egy
kitűnő német egyetemen saját intéze-
tet kapott, saját tudományos érdeklő-
désének élhetett.

Nyolc igen nyugalmas és nem ke-
vésbé gyümölcsöző évet töltött a város-
ban. Kényelmes családi otthonra tett
szert. Izgalmas utazásokat tett Afriká-
ban (díszdoktorátust kapott); Ameriká-
ban (visiting professzorként előadásó-
kat tartott), még Japánban is, ahol az
egyik ottani vezető atomtudós, Yoshi-
ma Nishina (közeli barátja még a kop-
penhágai időkből) fogadta. Édesanyja

halála után úgy érezte, meglazultak
magyarországi kapcsolatai, már teljes
mértékben Németországhoz tartozik,
új identitásra tett szert.

Freiburgban kapott egy önálló inté-
zetet, melyet a Rockefeller Alapítvány
segítségével később megnövelt és ala-
posan felszerelt, mintegy kezdeteként
az Alapítvány 25 évig tartó szakadat-
lan támogatásának. Diákjai lettek,
külföldi látogatói, és a laboratórium-
ban tanítványokkal, asszisztensekkel
dolgozott egyszerre több témán is.
Folytatta fizikai-kémiai és szerves
kémiai kutatásait, beleértve a röntgen-
fluoreszcenciás analízist és a már ko-
rábban megkezdett geokémiai mun-
kát. Meghatározta a Föld életkorát, a
kémiai elemek magstabilitását össze-
függésbe hozta elterjedtségükkel a
Földön, a meteoritokban, a Napban és
a csillagokban. Továblépett ritka-
föld-kutatásaiban, továbbá az izotóp-
ok alkalmazásában, kivált az állati
testben való eloszlásuk vizsgálatában.

A náciizmus időszaka

Minden tökéletes lett volna, ha a politika újra közbe nem szól. Egyszeriben drámai erővel merült fel egy általa korábban soha nem firtatott kérdés: a származása. Képzeljük el! Hevesy katolikus nevelést kapott, a magyar, arisztokrata származású német professzor öntudatával élt. Freiburgban nem csupán tisztelték, hanem szerették is. Tartózkodó udvariasságáért, előzékenységért, kissé tradicionális KuK eleganciájáért, fanyar humoráért és persze tanári és tudósi kvalitásaiért. Politikai nézeteit tekintve konzervatív volt, mint afféle gazdag, szigorúan katolikus nemesúr. A freiburgi-akban fel sem merült, hogy a zsidótörvények ezt a büszke arisztokratát egyáltalán érinthetik. Ő maga pedig nem beszélt róla, mint ahogy semmi más hasonló témáról sem. Magában azonban szembesülnie kellett identitásának hitleri definíciójával, származá-

sának egy olyan oldalával, melyről nemcsak sohasem beszélt, de nyilván nem is gondolkodott.

Ha őt magát nem is bántották, számos élménye egyértelművé tette, hogy nem maradhat. De nem könnyű egy teljesen átmenetinek látszó örület miatt csak úgy otthagyni jól felépített életét a teljes bizonytalanságért, mégpedig saját elhatározásból. Azt remélte, majd csak elbocsátják, és akkor nincs mit mérlegelnie. De nem tették. Kezdetben úgy gondolta, a Harmadik Birodalom „csodálatos lehet a németek számára, de aki nem német, ... le kell vonnia a következtetéseket”. Ezt Panethnak írta, aki ugyan szintén Németországban dolgozott, de már javában állást keresett Angliában. A Rockefeller Alapítvány tisztviselőjének Hevesy elmondta, hogy 1933 júniusában az asztalán talált egy rendelkezést, amely szerint másnap reggel nyolcig el kell bocsátania egyik asszisztensét, de ő egyszerűen figyelmen kívül hagyta a rendelke-

zést. A tisztviselő szerint „von Hevesy határozottan eldöntötte, hogy távozik, de nem közölte szándékát egyetlen kollégájával sem. Német kérésre érkezett ide Koppenhágából, és egyáltalán nem törekedett az állásra. Úgy érzi, nem óhajtja folytatni munkáját egy olyan kormányzat számára, amely nem méltányolja szolgálatait.” Másrészt a badeni tartományi főnök kérte, maradjon a helyén, mert az idegenek alkalmazásáról csak szeptemberben fognak rendelkezni. Mindez azt mutatja, valódi származását nem ismerték; különben a náci áprilisi törvényei után aligha maradhatott volna a helyén.

Akárhogy is történt, elkezdett gondolkodni, vajon Amerikában vagy Rutherford hívására Angliában kellene-e letelepednie. Közben ismét felfedezte, hogy az igazi „Heimat” Magyarországon, melynek útlevéllel ott lapult zsebében a német mellett, és ahova ismét szívesen vissza-visszatért. Végül, éppúgy mint 1920-ban, Dánia mellett

döntött, de nem közölte a freiburgi kollégákkal és diákokkal. Annál inkább megvitatta a Rockefeller Alapítvánnyal, melynek támogatását 1933-ban már nem vette igénybe, nehogy az elhagyandó laboratóriumra pazarlódjon, és arról tanácskozott, átviheti-e viszont a támogatást esetleg Brönssted laboratóriumába.

Tanári állásáról ugyan már 1933 nyarán formálisan lemondott, és így nem kellett igazolnia származását, de még több mint egy évet ott töltött szokásos intézeti munkájával. Mint ahogy tevékenysége gyakorlatilag nem változott, senki nem törődött azzal, milyen státusban van. A náci politika a legkisebb mértékben sem üldözte. Mintha elfeledkeztek volna róla. Annál nagyobb megdöbbenést okozott, amikor 1934 augusztusában megtudták, hogy Hevesy végleg elmegy annak ellenére, hogy nem bocsátották el. Nyilván úgy érezte, tovább nem maradhat. Tudomásul kell vennie,

hogy ragyogóan felépített tudós professzori élete Németországban végleg összeomlott. Arra azonban mindig vigyázott, munkatársa, Hilde Levi szerint, nehogy összetévevessék azokkal, akiknek faji okból kellett elhagyniuk Németországot. Inkább úgy akarta feltüntetni, mintha a primitív náci rezsim és ennek atrocitásai elleni tiltakozásból ment volna el. Hevesy identitásérzése zavaros ügy.

Koppenhága

Hevesy 1935 elején ismét a Bohr-intézetben dolgozott. Megdöbbenően könnyen tette túl magát a kínos változáson. James Francknek azt mondta, boldog, hogy megszabadult az adminisztrációs munkától, a pénzügyi feladatok biztosításának nyűgétől és az asszisztensek ügyeinek elboronálásától: végre ismét szabadnak érzi magát. Hamar sikerült megfelelő új családi otthonra szert tennie, amit szokása szerint

állandóan elhagyott, hogy folytathassa sajátos, delokalizált kutatói életét. És újra hihetetlenül termékeny tudományos időszakot produkált.

Ezek az egyszerű, már-már sablonos tények. Csak akkor tudjuk méltányolni őket, ha nem feledjük a történelmi dátumot és a körülményeket. Németországból kezdő és beérkezett tudósokat, hatalmas tehetségeket és átlagosakat tömegesen üldözött el a náciizmus. Óriási szellemi potenciál és persze hatalmas érték szabadult fel és vált gyakorlatilag szabad prédává. Csakhogy a nagy tudományos műhelyekkel rendelkező országok, főleg Anglia és Amerika, felkészületlenül voltak befogadására. Szilárd Leó javaslatára hozták létre Angliában az Academic Assistance Councilt, a menekülő tudósokat segítő első szervezetet azzal a céllal, hogy segítsenek ezt a világproblémát megoldani; később több hasonló szervezet is alakult. Kiváló emberek bolyongtak a világ-

ban szerény megélhetést biztosító tudományos állást keresve. Hevesy ezzel szemben maga mondhatott le, és azonnal kitárt kapuk fogadták Koppenhágában. Mi több, szinte azonnal a csodálatos Bohr-intézet érdeklődésének középpontjába került.

Intézetében gyakorlatilag teljes politikai közönyt mutatott. Munkatársai között csupán asszisztensei tudományos teljesítményével törődött, és nem látszott hajlandónak még figyelemre se méltatni, hogy valaki horogkeresztet visel vagy éppen a halálos veszély elől menekül. Hevesy körül még a világégés kellős közepén is kizárólag a laboratórium, a kísérletek, az új cikkek képezheték a beszélgetések tárgyát. Csupán levelezése árulja el, hogy abszolúte tudatában volt a politikai fejleményeknek. Nagyon aggódott mindenért, amiért akkoriban az emberek aggódtak, és ez a hűvös, tárgyilagos ember barátainak bizony beszámolt súlyos aggodalmairól.

Tudományos pályája viszont újabb hullámhegyhez érkezett, holott, ne feledjük, már túllépett az ötvenedik évén. 1935 májusában az RF [Rockefeller Foundation] tisztviselője meglátogatta a Bohr-intézetet, és ezt írta: „Bohr csupa lelkesedés a fiziko-biológiai kutatás tervei miatt, olyannyira, hogy nem is tud másról beszélni. Azt mondja, előre látja, hogy három év múlva teljes idejét ennek fogja szentelni. Az államot és más hatóságokat mélyen befolyásolja a legújabb RF támogatás, és ennek megfelelően reagálnak. Az állam megduplázta a Bohr-intézet fenntartási költségeihez való hozzájárulását és új asszisztensi állást létesített. Ez bőséges támogatást jelent a fizikai oldal számára és biztosítja, hogy az RF pénzt még a tervezettnél is nagyobb mértékben használja fel a biológiai oldal. Bohr beszélt a Carlsberg alapítvánnyal Hevesy fontos szerepéről a tervben, és az alapítvány ötéves fizetést biztosított Hevesy és Neugebauer számára. Ez a támogatás néhány év múlva kezdődik,

amikor a jelenlegi elfogy. A Dán Biológiai Alapítvány, melynek bevétele az inzulinkereskedelemből származik, szintén adott 3000 dollárt Hevesy támogatására. H. most radioaktív kénvegyületekkel táplál egereket, és vizsgálja, hogyan jelentkezik ez az excrementumukban, csontjaikban, különféle szerveikben. Dr. Chievitz, az egyik vezető dán orvos délutánjait azzal tölti, hogy Hevesyt segíti munkájában. Bohr hatalmas érdeklődést tapasztalt több biológiai laboratórium részéről, és az világos, hogy az együttműködés egyáltalán nem fog Kroghra korlátozódni." A Bohr aláírásával beérkezett pályázat segítette az intézetet a ciklotron megépítéséhez, ez pedig ellátta Hevesyt radioaktív izotópokkal.

Itt szökkent tehát szárba a már korábban is megindult biokémiai, biológiai, orvosi munkássága, melynek révén Hevesyt a nukleáris medicina megalapítói között tartják számon. A biológiai kutatási irány a több mint két évtizeddel korábban kidolgozott radioak-

tív indikációs nyomjelzésen alapult, ám ebben az időben alakultak ki azok a szakmai feltételek (főként a mesterséges radioaktív izotópok), melyek lehetővé tették a széles körű alkalmazást.

Ugyanezek szolgáltak alapul másik alapvető felfedezéséhez: a neutronaktivációs analízishez. Hevesy már 1934-ben elkezdett dolgozni rajta fiatal munkatársával, későbbi életrajzírójával, Hilde Levivel, de alapvető cikkük 1936-ban jelent meg. Módszerükkel nagyot tudtak előrelépni a ritka-földfémekre vonatkozó kutatásban.

Menekülés Svédországba

A németek 1940-ben megszállták Dániát, és ezzel a nácizmus ismét utolérte Hevesyt. Az általános légkör azonban csak 1943 őszén vált olyan veszélyessé, hogy maga Bohr is úgy érezte, nem maradhat tovább. Hevesynek is újra menekülnie kellett, és ebben újra a korábbi mintát követte: előzetes bejelen-

tés nélkül, csendben távozott. Most is apolitikusnak, a tudományon kívüli környezet iránt közönyösnek mutatta magát, ki is gondolta volna róla, a volt Monarchiában nevelkedett, lassanként időződő, tradicionális úrról, hogy az események igen mélyen érintik? Holott már 1940-től kereste magának az új helyet, anélkül, hogy koppenhágai környezetének egy hangot is szólt volna.

A megoldást újra mintegy automatikusan szolgáltatta a rá annyira jellemző delokalizált kutatási stratégia. A Rockefeller Foundation amerikai utakat biztosított a számára, amelyeken megtehetette az előkészületeket az áttelepülésre, de addig halogatta a döntést, amíg végül a politika technikailag lehetetlenné tette az átkelést az Óceánon. Így tehát európai hálózatára kellett támaszkodnia. Dániában laboratóriumok sora végezte az általa tervezett kísérleteket, és ez a hálózat a nyomjelzéses technika gyors terjedésével átnőtt a közeli Svédországba is.

Évekig folytatott intenzív együttműködést az amúgy nácibarát stockholmi Hans von Euler professzorral, ama régi elve alapján, hogy a politikai nézetek nem befolyásolhatják a tudományos munkát és eszmecserét.

A kívülállóknak semmi különös nem lehetett tehát abban, hogy 1943 októberében fogta magyar útlevelét, és minden csomag nélkül felült a vonatra, bement a stockholmi egyetem szerves kémiai intézetébe, és anélkül, hogy személyes helyzetéről, jövőre vonatkozó szándékairól beszélt volna, természetes módon folytatta a közös munkát Eulerrel és munkatársával Lucie Ahlströmmel. Aztán végleg ottmaradt. Nem bocsátkozott bonyolult magyarázatokba.

Stockholm

Hamarosan megérkezett persze a család is. Nem volt nehéz kényelmes, kellemes lakást találniuk, és hamarosan mindannyian, a feleség és a gyere-

kek tökéletesen otthon érezték magukat. Az átköltözés évében megkapott Nobel-díj megoldott egy jogi problémát is: a Nobel-díjasoknak automatikusan jár a svéd állampolgárság, és ez ritkán jött olyan jól, mint éppen Hevesy esetén.

Tudományos munkáját szinte zökkenő nélkül tudta folytatni. Közben a radioaktív nyomjelzés széles körben elterjedt. Stockholmban és mindenhol intézetek sora foglalkozott vele, sőt újabb amerikai útján tapasztalhatta, hogy bevonult a standard módszerek közé, mint mondjuk a mikroszkopizálás. A háború alatt hatalmasat fejlődött nukleáris technika korlátlan mennyiségben és minőségben produkálta a radioaktív izotópokat, és így Hevesy megérthette, hogy idős korában az általa kidolgozott módszer a mindennapi orvoslás rutin-eszközévé vált.

A befejeződött háború után persze logikus lett volna visszatérnie Koppenhágába. Azonban éppen a szakte-

rületén bekövetkezett fejlődés és persze a fizika új irányai is indokolták, hogy a Bohr-intézet más profilt vegyen fel, és Hevesy kutatásait más szervezetben folytassák. Bohr persze felajánlotta, hogy létrehoz egy új részleget Hevesy számára, de az építkezés és berendezkedés sok időt igényelt volna. Másrészt viszont Stockholmban és Koppenhágában is a már önállósult asszisztensek új laboratóriumokban a Hevesy által elindított irány egyre újabb ágain dolgoztak, és velük együttműködve, az intézet falain kívül is kitűnően tudta folytatni munkáját. Végül is 1952-ig végzett kutatásokat a Bohr-intézetben, és még sokkal tovább járt át Koppenhágába szinte havonta. De az újabb költözéstől megkímélte családját. Már csak azért is, mert Stockholmban is kialakult a megfelelő hálózata és az egyetem szerves kémiai intézete, melynek professzora lett, ragyogó lehetőséget nyújtott a számára. Svédország-

ban még újabb témakörrel is kezdett foglalkozni: hematológiával. Ebben az időben már csaknem biológusnak, fiziológusnak számított.

Végállomás: Freiburg

Az életkor előrehaladtával egyre szaporodtak az elismerések. Tudományos társaságok fogadták dísztagjaikkul, egyetemek avatták díszdoktorukká (köztük a Budapesti Műszaki Egyetem), kitüntetésekkel kapott. Az amerikai Atoms for Peace Awarddal járó jutalom magasabb volt, mint a Nobel-díjé: Hevesy Bohr után másodikként kapta meg 1958-ban. Energiája azonban lassan fogyatkozott. A repüléssel megtett nagy utazások is fárasztották már, és lassanként elfogytak meghitt barátai is. Paneth 1958-ban, Bohr 1962-ban halt meg.

Romló egészségi állapota miatt régi barátja, Dr. Heilmeyer Freiburgban javasolt egy alapos kivizsgálást, és

diagnosztizálta a tüdőrákot. A jobb ellátás reményében, hamarosan véglegesen át is költözött kedvenc városába, Freiburgba, ám 1966-ban még egy utolsó erőfeszítéssel elment Rómába a Pápai Akadémia által szervezett konferenciára, amely után személyesen fogadta a pápa.

Hevesy György 1966. július 5-én Freiburgban hunyt el.

Budapest: magántanári cím

Ha nem is nyílegyenes úton, 1912 végén Hevesy csak hazaérkezett Manchesterből Budapestre. Habilitációs eljárását 1912 elején indította be és körülbelül egy év múlva fejezte be. Ügyét Lengyel Béla és Buchböck Gusztáv, az egyetem két tekintélyes kémia-professzora képviselte. Mindketten, kivált utóbbi, elismerően nyilatkoztak Hevesy tudományos munkásságáról, sőt véleményükből az is kitűnt, hogy Hevesynek javára vált itthon is publikálni külföldi kísérleti eredményeit. Sikerrel tette le a vizsgát ugyanezen két professzor előtt 1913. január 24-én, és így nem volt akadály, hogy január 28-án megtarthassa magántanári beemutató előadását.

Az előadás „Az elektron tulajdonságai és az atom konstitúciója” címet viselte, szövege nyomtatásban is megjelent. Kiderül belőle, mit gondolt a szakma állásáról az a fiatalember, aki időközben Nobel-díjas színvonalú felfedezést tett egy sajátos területen. Nos abból indult ki, hogy az „elem” már a legkorábbi föltevések szerint sem szükségképpen a világegyetem alapköve, hanem nagyon is megengedhető valamiféle őselem létezése. Ennek az elképzelésnek bizonyos mértékig megfelel az elektronelmélet, vélte, melyet az előadás részletesen, kísérleti módszereivel és bizonyítékaival együtt ismertetett. Tekintve, hogy az elektron hivatalos felfedezési dátuma 1897, ez a megközelítés, mely messze túlvezetett a klasszikus kémiai gondolkodáson, még igencsak modernnek hangzott akkoriban. A hazai kémikusok közül, tudomásom szerint, Hevesy szólott először a relativitáselmétről, amikor ebben az előadásban

összefüggésbe hozta az elektron tömegét sebességével, és megemlítette a tömeg és az energia közötti kapcsolatot. Érintette az akkor még nagyon ritkán alkalmazott kvantumelméletet is („parányelmélet”) az elektronok fel szabadításával kapcsolatban, és eljuttott az atomszerkezet tárgyalásáig, Rutherford modelljéig, ami valóban a tudomány addigi utolsó állomásának tekinthető, minthogy Bohr csak néhány hónappal később publikálta saját modelljét. Igen figyelemre méltóak a még kidolgozás alatt álló izotópiára utaló megjegyzései, például: „egyrészt egyenlő atomsúlyú elemek különböző kémiai tulajdonságokat mutathatnak, addig másrészt ismerünk több olyan esetet is, mikor különböző atomsúlyú elemeknek teljesen ugyanazok a kémiai tulajdonságai”.

Az előadás megdöbbenően magas színvonalat képviselt. Elhozta Budapestre a tudomány legutolsó szavát a kémiai atomelméletről és persze He-

vesy számára a magántanári címet, vele a „venia legendit”, az előadási jogot a budapesti egyetemen. Hasonló stúdiók egy abszolút naprakész tudású fiatal magántanár előadásában elvben óriási nyereséget jelentettek a szakmai vagy a diákhallgató-ságnak.

De kérdés, jelentettek-e? Tartott-e Hevesy valóban előadásokat a tudományegyetemen? Csak az biztos, hogy folyamatosan meghirdette őket. Már habilitációjakor négy előadásra vállalkozott: az elektromos vezetésről, a radioaktivitásról és az atomok szerkezetéről, a fémolvadékokról, a fázisátalakulásokról. Ámde ez csupán ajánlás volt, távolról sem valóban megtartott előadás. Későbbi kurzusai azonban már szerepeltek a hivatalos órarendben is, mégpedig változó témakörrel. 1913: „Az atom alkatrészei”, 1915: „A radioaktivitás elemei”, 1916: „Bevezetés a radioaktivitásba”, 1917: „Fizikai kémia és kolloidkémia”.

Mindez persze még mindig nem egyéb, mint az előadások meghirdetése, amiből egyáltalán nem következik, hogy valóban meg is tartotta őket. Ebben az időben semmi rendkívülit nem láttak abban, ha a magántanári kurzusokra – jelentkezők híján vagy egyéb okból – végül is nem kerül sor. Abból, hogy 1915-ben és 16-ban bejelentette: magántanári óráit katonai szolgálata miatt nem tudja megtartani, továbbá néhány leveléből, némi bizonytalansággal, mégis talán arra lehet következtetni, hogy valóban tartott órákat.

Budapesti tudományos munkásságának első szakasza

Hevesy György 1912/13-ban több tudományos cikket is közölt magyar folyóiratokban. Ezek többnyire külföldön végzett kísérletein alapultak, de habilitációja előtt jónak látta itthon is bemutatkozni. Mindenesetre a ma-

gyar szakirodalmat világszínvonalú közleményekkel gazdagították.

Az egyik, eléggé technikai jellegű írása az aktíniumemanáció méréséről szólt, melynek nehézségét az igen rövid felezési idő okozta. A téma jelentősége abban állt, hogy emanációméréssel meg lehetett határozni az ásványvizek rádiumtartalmát. A másik publikációjában az aktíniumemanáció oldékonyságát határozta meg. Itt az okozott nehézséget, hogy a bomlási sebesség nagyobb, mint az oldódási sebesség, ezért kidolgozott egy dinamikus módszert: meghatározta, hogyan csökken az oldószeren keresztül vezetett emanációtartalmú levegő aktivitása.

A korszakból származó másik két cikke a radioaktív elemek elektrokémiájával foglalkozott. Hevesy érdeklődése azért fordult efelé, mert az aktív elemek kémiai tulajdonságait a szokásos módszerekkel igen nehéz volt vizsgálni: a reakciók nem sztö-

chiometrikusak, és adszorpciós folyamatok is végbemennek. Ebben a munkában (amelyről hazafelé Fajanszal beszélt) bizonyára kémiai érveket keresett a kidolgozás alatt álló eltolódási szabályhoz is. Megállapította, hogy bizonyos radioaktív elemek (Ra-B, Th-B, Ac-B stb.) elektrokémiaailag hasonlók. Eredményeiből arra következtetett, hogy „...az anyag átalakulási viszonyai kétségtelenül szervesen összefüggenek ennek felépítési viszonyaival. Hasonló – írta –, sőt talán még mélyebbre ható jelenség ez, mint amellyel az elemek periodikus rendszerének felállításakor találkozhatunk.” Ez a Bohr-modell alapfeltevését is magában foglaló állítás kétségkívül a legmodernebb strukturális nézet, mely a Magyar Tudományos Akadémián mindaddig elhangzott.

Az elektrolitok diffúziójáról írt közleményében a radioaktív elemek vegyértékét diffúzióállandójuk segít-

ségével határozta meg. Mindezek az írások mintegy háttérül szolgálnak ahhoz a munkához, melyet közben Panethal közösen végzett Bécsben, és amely a radioaktív indikációs nyomjelzéshez, tehát végül is a Nobel-díjhoz vezetett.

Az I. Világháború

A különben állandóan utazó Hevesyt egy darabig itthon tartotta a háború. A kezdeti hazafias lelkesedés sokakhoz hasonlóan őt is magával ragadta, mégis valahogy húzta, halasztotta, hogy önkéntesnek jelentkezzen. Inkább Bécsbe járt Panethal kutatni és írni sorban a közleményeket. Aztán, mint oly sokaknál, hiába múlt el a lelkesedés, be kellett vonulnia. Végül is 1915 júniusában kezdte meg szolgálatát, de azonnal kiderült, hogy hiába szeretett sportolni, főleg síelni és hegyet mászni, gyakran törekeny egészsége nem bírja a katonai élettel járó

fáradalmakat. Kimerültsége következtében hamarosan kórházba került.

Katonáskodását civil szolgálattal folytatta. Előbb Budapesten kórházi munkára osztották be egy röntgenosztályon, majd 1916 nyarán Nagyté-
ténybe, egy elektrolitikus rézfinomító üzembe. Itt főleg az értékes rezet nyerték ki a Balkánról érkező harangokból, melyeket az orosz hadifoglyok hatalmas kalapácsokkal vertek szét apró darabokra. Hevesy egész életében őrzött egy ilyen szilánkot. Később Besztercebányára helyezték át, ahol szintén rézművekben dolgozott.

Közben létrejött az Erzsébet egyetem Pozsonyban. Hevesy pályázatot nyújtott be a kémia tanszék professzori állására, olyan támogatókkal, mint Richard Lorenz és Stefan Meyer. Nagy csalódására azonban mégsem ő kapta meg az állást, hanem közeli munkatársa, Gróh Gyula, és így továbbra is állás nélkül maradt.

Kutatások a háború alatt a III. sz. Kémiai Intézetben

Hevesy György ebben az időben már magyar együttműködőkkel is dolgozott. Ennek kezdete még manchesteri időszakára tehető. Itt dolgozott együtt Putnoky Lászlóval, a későbbi műegyetemi professzorral, aki kezdő éveit szintén külföldi városokban töltötte, és 1913-ban tért végleg haza. Az uránizotópok kölcsönös összefüggésével foglalkoztak. Az U-I-et és U-II-t próbálták szétválasztani, de nem sikerült, sőt diffúziós kísérleteik során nem tudták kimutatni az U-II szignifikáns koncentrációnövekedését sem. Arra az álláspontra helyezkedtek, hogy az U-II létezése kémiailag nem bizonyítható, mivel túlságosan hasonlít az U-I-re, még vegyértékük is megegyezik. Alkottak egy feltételezést az uránsor szekvenciájára (U-I – U-X – U-II – Io – Ra), amit azonban hamar módosítani kellett, ahogy újabb radio-

elemeket fedeztek fel. Későbbi kapcsolataknak semmi jele: sem Magyarországon, sem külföldön nem írtak többé együtt cikket.

Hevesy egyik legközelebbi itthoni munkatársával, Róna Erzsébettel végzett kísérletei a Buchböck Gusztáv vezette III. sz. Kémiai Intézetből datálódnak, Hevesy laboratóriumából, mutatva, hogy Buchböck állt a korszakbeli vezető kémikusok közül legközelebb hozzá, továbbá hogy laboratóriumra is szert tett. Róna Erzsébet később szintén jelentékeny pályát futott be. A 20-as években a bécsi rádiumkutatóba került, majd egyre emelkedett a pályán. Ausztrián kívül Németországban dolgozott, végül az USA-ban: Oak Ridge-ben és Miami-ban.

1914-ből származik az első, publikációban is testet öltő közös eredményük. Ezt ugyan Róna egyedül jegyezte, ám a munkát nyilvánvalóan Hevesy vezetése mellett végezte, Buchböckön kívül neki mondott köszönetet, és maga a

téma is a Hevesy–Putnoky-féle kutatás folytatásának tekinthető. A cikk az uráncsalád egyik tagjának létét kívánta igazolni. A szakirodalomban felmerült, hogy esetleg létezik az U-X-hez tapadva egy addig ismeretlen átalakulási termék, melyet U-Y-nak neveztek, de döntő bizonyítékot nem találtak létezése mellett. Róna kipreparálta az U-Y-t, és arra a feltevésre jutott, hogy ez az uránsor valamiféle elágazása lehet az U-I-ből kiindulva. (Később ez nem bizonyult igaznak; az U-Y az aktíniumcsalád második tagja, mely az AcU-ból keletkezik.) Figyelemre méltó, hogy a tanulmányt Zemplén Győző mutatta be az Akadémián.

A Buchböck-intézetből származik az a cikk is, melyet Hevesy és Róna közösen publikált 1915-ben, de nem itthon, hanem az egyik legolvasottabb német folyóiratban. Megállapították, hogy az ólom- és bizmutizotópok oldódási sebessége salétromsavban növekszik a sav koncentrációjával és a

viszkozitás csökkenésével. Az ólom-ionok jelenléte a ThB oldódási sebességét csökkenti, ám nem változtatja a ThC-jét, lévén előbbi ólom, utóbbi bizmutizotóp. Kimutatták, hogy a szilárd és folyadékfázis közötti atomkicserélődést jól lehet tanulmányozni, ha az ólmot aktív ThB izotóppal mint indikátorral keverik össze. A cikk nagy történeti jelentősége tehát, hogy a Hevesy által 1913-ban felfedezett radioaktív indikátoros nyomjelzés egyik legkorábbi alkalmazása.

Hevesy 1915-ben itthon publikált cikkében Buchböck kitűnő ionhidratációs kísérleteit idézte és az oldatok vezetését megszabó ionok nagyságával foglalkozott. Azért is kiemelendő ez a munka, mert a hazai tudományos kémiai irodalomban először szerepelt benne Rutherford és Bohr alapvető strukturális fogalma: a pozitív töltésű atommag. Hevesy a hidrogénion anomális vezetési magatartását, utóbbiakra hivatkozva, azzal magyarázta, hogy ez voltaképpen nem

ion, csak meztelen atommag. A tanulmányt Bugarszky István professzor mutatta be az Akadémián.

Figyelemre méltó, hogy Hevesy katonai szolgálata közben is rendszeresen publikált. Elég nehéz elképzelni, hogyan tudott kutatni és együttműködni Róna Erzsébettel. Besztercebányán – feljegyzései tanúsítják – sikerült szert tennie egy szerényen felszerelt laboratóriumra, amelyben az ionos és kolloid oldatban lévő aktív tórium kémiai tulajdonságait tanulmányozta. A preparátumot a bécsi rádiumintézet igazgatójától, Stefan Meyertől kapta, akivel valamiképpen a háború idején is szorosan együttműködött.

A háború utáni időszak kutatásai az Állatorvosi Főiskolán

Róna Erzsébet 1917-ben már az Állatorvosi Főiskoláról keltezte következő cikkét, melynek témájára – mint írta – ismét Hevesy hívta fel figyelmét. Eb-

ben a rádiumemanáció diffúzióállandóját határozta meg, majd kiszámította az atomátmérőt, amire azért volt lehetőség, mert a rádiumemanációnak mint nemesgáznak nincs hidrátburka. Számításaihoz az Einstein–Smoluchowski-egyenletet használta fel. Az aktivitásmérést elektrométerrel végezte; etanolban, benzolban és toluolban határozta meg a diffúziót.

A háború utáni Magyarországról származó Hevesy-cikkek egyik legszembetűnőbb és legmeglepőbb vonása származási helyük. Az Állatorvosi Főiskola kémiai tanszékén születtek, miként Róna Erzsébet imént ismertette írása is. Azt gondolhatnánk, a háború idején Hevesy eltávolodhatott a tudományegyetemtől, vagy netán Buchböckkel romlott meg a kapcsolata, ezért tette át székhelyét máshová. Az Állatorvosi Főiskola így is meglepő hely lenne a radioaktív indikáció számára. Valójában, mint látni fogjuk, éppen fordított a helyzet. Ugyanis ok-

tatási, sőt „státus-szempontról” pontosan ebben az időben tartozott legszorosabban a tudományegyetemhez. A helyváltoztatás magyarázata minden bizonnyal az, hogy időközben jó barátját és munkatársát, a későbbi műegyetemi, majd tudományegyetemi professzort, Gróh Gyulát kinevezték az Állatorvosi Főiskola kémiai tanszékének vezetőjévé, és így közös kísérleteiket ésszerűbb volt itt végezni, mint a kedvezőtlenebb feltételeket nyújtó tudományegyetemi laboratóriumban, ahol a tanszékvezető aktívan nem vett részt a munkában.

A Hevesy és Gróh által közösen megjelentetett kétrészes publikáció az ólom öndiffúziójával foglalkozott. Keskeny függőleges cső aljára ThB-vel jelzett ólmot helyeztek, fölé háromszor ilyen magasan közönséges ólmot. Az egészet felmelegítették és néhány napig 300 °C-on hagyták. Lehűtés után feldarabolták és megmérték α -sugárzását. Ennek mértékéből kö-

vetkeztettek az egyes rétegekben jelenlévő ólomizotópok mennyiségére, ebből a diffúzióra, majd az atomátmérőre. Megállapították, hogy az ólomban mért öndiffúzió sebessége nem különbözik jelentősen más fémek diffúziós sebességétől. Az átmérőt összevetve az ólom vizes oldatában mért értékekkel, kitűnt, hogy ez utóbbiban az ólomion hidratált formában van jelen, amit Arrhenius ionelméletének egyik leghatásosabb megerősítéseként tartanak számon. A vizsgálatok másik része a szilárd fázisú diffúzióval foglalkozott. A Ra-D-t követték nyomon 280 °C-os szilárd ólomban egy teljes évig, és arra az eredményre jutottak, hogy itt már, ha egyáltalán fellép, az öndiffúzió lényegesen lassúbb (legalább 300-szor) más fémek (arany) diffúziójánál.

(Megjegyzendő, hogy Hevesy nem volt elégedett az eredménnyel, ezért néhány évvel később Obruscsevával, orosz munkatársával érzékenyebb,

pontosabb vizsgálatokat hajtott végre Koppenhágában. Az eredmények kiértékelésében az éppen ott dolgozó, fiatal Heisenberg segített.)

A két cikk igen hosszú kísérletezés eredményeként születhetett meg (a keltezés szerint 1915 és 1920 között) és szintén a radioaktív nyomjelzés legkorábbi alkalmazásai közé tartozik, sőt esetleg első a metallográfiában.

Ugyanebből az időből és ugyanerről a helyről származik másik barátjával, Zechmeister Lászlóval, a későbbi pécsi, még későbbi kaliforniai szerves kémia professzorral írt cikkük, mely meglehetősen távol esett Zechmeister igazi érdeklődési területétől, a szerves kémiától és a kromatográfiától. A tanulmány az azonos atomok intermolekuláris cseréjét tárgyalta, tehát voltaképpen a Róna Erzsébettel végzett 1915-ös kutatás folytatásának tekinthető. Akkor az aktív ólom-klorid és nem aktív ólom-nitrát közötti kicserélődést tanulmányozták, most olyan kicserélő-

dést, amelynek során vegyértékváltozás is fellép, tehát mintha redoxreakció menne végbe. Megállapították, hogy ha a négy vegyértékű ólom acetátját ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4$), mely aktív, özszekeverik inaktív két vegyértékű ólom acetátjával ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) és az előbit ismét kikristályosítják, aktivitása a felére csökken, azaz aktív atomjainak fele inaktívrá cserélődik ki. Bebizonyították továbbá, hogy az azonos atomok molekulái között csak akkor megy végbe a folyamat, ha disszociált állapotban vannak. Minderre, talán említeni sem kell, a „rádioaktív indicator-módszer” adott lehetőséget.

Az elegáns, szépen érvelő publikáció megjelent külföldön, és felfigyelt rá a terület egyik klasszikusa, Frederic Soddy is, aki a Royal Society számára a radioaktivitási kutatásokról írt évi riportjaiban majdnem teljes oldalt szentelt ennek az egyetlen cikknek. Itthon Zechmeister adta elő a kémiai-ásványtani szakosztályban. Keltett is

bizonyos érdeklődést, amit jelez, hogy hozzászólt Ilosvay Lajos, a műegyetem általános és szervetlen kémia professzora és Konek Frigyes, a tudományegyetem első szervezkémia előadója.

A Zechmeister Lászlóval közösen írt cikkkel befejeződött Hevesy György hazai tudományos munkássága. Az itt született tanulmányok közül Hevesy többet is elegendően színvonalasnak tartott ahhoz, hogy csaknem 50 évvel később újra megjelenesse kétkötetes összegyűjtött műveiben, amely természetesen írásainak csak kis töredékét tartalmazta, azokat, melyeket legfontosabbnak vélt. Meglehet, ezek a művek itthon nem fejtettek ki komoly hatást, de nem maradtak teljesen hatástalanok sem. Az Állatorvosi Főiskolán Gróh folytatta a megkezdett vizsgálódást. Előbb, 1927-ben ő, majd tanítványa, Auber László írt újra a témáról. Ám ezzel mintha hosszú időre ki is merült volna Hevesy György közvetlen

tudományos hatása Magyarországon. Nem ő tehet róla, hogy ilyen rövid életet élt itthon a radioaktív nyomjelzés beláthatatlan tudományos perspektívát rejtető kutatása.

Ismeretterjesztés

Az 1914–1920 közötti néhány év alatt Hevesy György magyarországi jelenléte nagyon is intenzívnek mondható. Nem maradt szigorúan a laboratórium falai között, hanem megnyilvánult szinte minden lehetséges tudományos fórumon, melynek eredményeként igen jelentős ismeretterjesztő munkásságot fejtett ki. Igaz, ennek nagy részéből nem készült cikk. Előadásainak színhelyei: a Magyar Elektrotechnikai Egyesület, a Matematikai és Fizikai Társulat, a Budapesti Kir. Orvosegyesület, a Magyar Mérnök- és Építész Egylet és a Természettudományi Társulat kémiai és ásványtani szakosztálya.

Szakmailag felkészült közönség számára számolt be a legújabb tudományos eredményekről a radioaktivitás és az anyagszerkezeti kutatás területén. Beszélt a radiokémia és az elektromosságtan összefüggéséről, az atomok szerkezetéről, a radioaktivitásról, illetve a radioaktív anyagok tulajdonságairól, az elektronelméletről, a megújult elemfogalomról (benne az egyik lap szerint: „izotrópiá”-ról!) és minden egyébről, amit a témakörben ez idő tájt egyáltalán tudni lehetett.

A különféle folyóiratokban közölt ismeretterjesztő cikkeivel nagymértékben gazdagította az amúgy is fölöttébb tiszteletre méltó hazai ismeretterjesztő irodalmat. A cikkek felépítése meglehetősen hasonlít egymásra. Közlik az alapvető kísérleti tapasztalatokat: a radioaktivitás felfedezését, a radioaktív anyagok leírását, a különféle sugárzásokat, kísérleti módszereket, és helyet adnak a jelenségek különböző értelmezési lehetőségeinek.

Igen jelentős például az 1911-ben megjelent cikksorozata. Ebben a radioaktivitással összefüggő tények ismertetése után Rutherford és Soddy elemátalakulási törvényével foglalkozott. Négy érvet hozott fel a törvény mellett: a rádium hőfejlését, az emanációk keletkezését, azt, hogy az α -sugárzás héliumionokból áll, végül a tórium-X keletkezését. A művelt nagyközönség közérthetően, magyar nyelven olvashatót a nemzetközi tudomány legfrissebb és legfontosabb korabeli eredményeiről.

*Az I. világháború utáni forradalmak:
professzori kinevezés*

A német típusú egyetemi rendszerben a fiatal magántanárok többsége számára egy életre vágyalom maradt csupán a professzori kinevezés, amely egyébként azonosan egyenlő volt a beérkezett tudós státusával. Hevesy György, ambiciózus társai tömegéhez

hasonlóan, mindenesetre erre törekedett. Nyilván ebből a szempontból is fontos lehetett, hogy a hazai szakkörök nagyon is számon tartották, még külföldi tartózkodása idején is.

Neve 1909-től rendszeresen felbukkant a sajtóban, legtöbbször a Vegyészeti Lapokban. Ekkor jelent meg a recenzió doktori értekezéséről, egy évvel később cikke a fémek betegségeiről, majd újabb recenzió a rubídium előállításával foglalkozó tanulmányáról. 1910-ben hírül adták, hogy hazajött szabadságra, a következő évben beszámoltak külföldi sikereiről, és hogy angliai munkája után itthon kíván letelepedni. 1912-ben már csak arról, hogy hosszabb tartózkodásra tér haza Manchesterből. 1913-ban, amikor itthon tevékenykedett, hírt adtak habilitációjáról, az Akadémián bemutatott dolgozatairól, egyre sűrűsödtek a róla szóló rövidebb-hosszabb tudósítások, tanúsítva meglepően nagy aktivitását. Harmadmagával ő képviselte a magyaro-

kat a német orvosok és természetvizsgálók bécsi vándorgyűlésén. Úgy tűnt tehát, komoly perspektíva előtt áll Magyarország, érdemes várnia, hátha hamarosan álláshoz jut.

Laboratóriumát, mint láttuk, a Buchböck Gusztáv professzor vezetése alatt álló III. sz. kémiai intézetben alakították ki, ahonnan cikkeit datálta, és ahol tanítványai is akadtak, ha nem is nagy számban. Közben persze állandóan utazott, és a legkülönbözőbb európai intézetekben kísérletezett, mintha egyszerre több helyen is tudna tartózkodni. Ebben az időben még sejteni sem lehetett, végül is hol állapodik majd meg, megállapodik-e egyáltalán. Nem fogadott el például egy egészen kitűnő, ha nem is professzori állásajánlatot Berlinben, amelyet maga Walter Nernst, a fizikai kémia akkori pápája tett neki.

A kitűnő fizikokémikus Buchböck Gusztáv, aki egyszerre volt főnöke és barátja, igen tiszteletre méltóan igyeke-

zett befolyását latba vetni a potenciális vetélytárs itthon tartására. Ehhez azonban új tanszéket szándékoztak volna létesíteni: a fizikai kémiáit. Tanszékek alapításához azonban akkoriban is igen sok feltételnek kellett teljesülnie.

A feltételek között a politikai zűrzavar mindenesetre aligha lehetett volna nagyobb. Előbb ott volt a háború. Az sem biztos, hogy a Monarchia összeomlása kedvez-e az ilyesminek. Akárhogy is, Hevesy számára a forradalmak időszaka hozta a célba érkezést. 1918 novemberében kapta meg előléptetését rendkívüli tanárrá. December 19-én Buchböck a kar tanácsülésén előadta a javaslattevő bizottság támogató állásfoglalását, melyet a tanács 29:5 arányban, egy tartózkodással fogadott el, és 1919. január 13-án terjesztett fel a minisztériumhoz.

Rendes tanári kinevezését már a Tanácsköztársaságtól kapta 1919. május 3-án, és még ugyanezen a héten delegálták a bölcsészkar bizottságba

(az akkori irányító testületbe), Babits Mihály, Beke Manó, Fejér Lipót, Winkler Lajos és mások társaságában. Ezzel tehát életében először csakugyan professzor lett, sőt mindjárt az egyetem vezető polgára.

Csakhogy kinevezésekor a „fizikai kémia rendes tanára” címet kapta, egy olyan időszakban, amikor nem is létezett ilyen tanszék. Ezért aztán valóban a II. sz. fizikai intézetben dolgozott igazgatóhelyettesi címmel, ténylegesen igazgatóként, 1919. január 1-től kezdve, mivel ennek vezetőjét, Klupathy Jenőt ebben az időben támadta meg hosszan tartó betegsége, és nem találtak számára megfelelő utódot. Tekintve, hogy a fizikai kémiai tanszékot valahogy csak nem tudták létrehozni, maga Eötvös Loránd kérte meg Hevesyt, vállalja el ideiglenesen az intézet vezetését, vele a kísérleti fizika oktatását. Niels Bohrnak március 2-án így számolt be Hevesy az ügyről: „Néhány héttel ezelőtt

kineveztek a fizikai laboratóriumok vezetőjének. Ez természetesen sok munkát jelent. Kísérleti fizikát kell előadnom, és így tovább.”

Annyira türelmesnek mutatkozott, hogy az 1919–20-as tanévre újra vállalta a feladatot, ezúttal Kármán Tódor népbiztos-helyettes megbízására. Nem akármilyen tanszékot vezetett. Munkatársai között szerepelt Selényi Pál, az Egyesült Izzó későbbi kutatója, még későbbi Kossuth-díjas akadémikus és egy Hevesyvel azonos nagyságrendű, elsőrangú fiatal tudós, Polányi Mihály is, aki később Berlinben, majd Manchesterben lett a fizikai kémia professzora, később világhírű filozófus.

Hevesy nem csupán elfogadta helyzetét, hanem komolyan is vette. Talán igazi jövőt láthatott benne. Részt vett a kari bizottság ülésein, és a jegyzőkönyvek tanúsága szerint rendszeresen hozzá is szólt például a létesítendő fizikai kémiai intézet ügyéhez és az apró folyó ügyekhez is.

Mindez persze a Tanácsköztársaság napról napra változó körülményei között zajlott. Április 8-án meghalt Eötvös Loránd, aki az I. sz. fizikai intézetet, más néven a Kísérleti Fizikai Intézetet vezette. Utódlására május 13-án javaslatot tett a kari bizottság: kérték a népbiztosságot, hogy Kármán Tódort, a már külföldi (aacheni) katedrával rendelkező, briliáns tudóst hívják meg, aki ebben az időben a közoktatási népbiztosság VI. csoportjában vezetőhelyettesként működött mint a természettudományos és műszaki oktatás, illetve kutatás legfőbb irányítója. Remélték, hogy Kármán – mint a kari tanács jegyzőkönyve fogalmazott – „nagy tisztességnek fogja tekinteni, ha Eötvös Loránd, legnagyobb természettudósunk örökét elfoglalhatja”.

Csak hogy ez az örökség távolról sem volt tehermentes. Hevesy május 22-i kari bizottsági hozzászólása szerint az I. sz. fizikai intézetet „Eötvös az ő speciális vizsgálataihoz szüksé-

ges eszközökkel látta csupán el, és ezek is idegen [a geofizikai] intézet tulajdonába tartoznak”. A bizottság felterjesztése szerint „konstatálnunk kell, hogy az intézet – a geofizikai felszerelések átvitele után – tulajdonképpen a szó szoros értelmében – üres. A könyvtáron, az előadásokhoz szükséges primitív szemléltető eszközökön és pár muzeális értékű emléken kívül semmi, ami egy kutató fizikusnak szükséges.” Meglepően sivár leltár az éppen elhunyt legnagyobb magyar fizikus tanszékéről. A kar alapvető érdeke lehetett elvben, hogy az I. sz. fizikai intézetet korszerűen szerelje fel.

Hevesy komolyan neki is látott az idegőrlő feladatnak. Május 22-én javasolta a karnak, hogy az intézet számára kérjenek 50 ezer koronát bizonyos, másutt lefoglalt eszközök, anyagok kifizetésére. Június 17-én újra ugyanekkora összeget kért, mivel az előző már elfogyott, és az újabb lefoglalások után lehetővé vált, hogy további mű-

szereket és anyagokat szerezzenek be mind az I., mind a II. sz. fizikai, valamint a létesítendő fizikai kémiai intézet számára. Ugyanezen hónap 25-én (ezúttal közvetlenül a népbiztosságnak szóló beadványban) ismét pénzt kért, most a mechanikai műhely felszerelésére, mely közösen szolgálná a fizikai, a fizikai kémiai, a lélektani és a csillagászati intézetet. És a népbiztosság, rendszerint Kármán láttamozásával, sorra teljesítette kéréseit.

Nem vitás tehát, hogy Hevesy jelentékeny aktivitást mutatott. Professzorként és intézeti igazgatóként túl akart lépni az Eötvös-féle hagyományon, legalább valamelyest korszerűbb irányban. Persze a politika zajától messze távol tartotta magát. Hevesy semmilyen pártba, semmilyen politikai motivációjú egyetemen kívüli vagy belüli ügybe nem keveredett.

Tökéletesen idegen lett volna tőle az is, ha külföldi kapcsolatait, kozmopolita életmódját, nem utolsósorban a határon

túli tudományos munkásságát egyszeriben feladta volna csupán, mert kinevezték professzornak. Amint adminisztratívve lehetővé vált, felkerelkedett. Július 27-én végre írásban jelenthette, hogy megkezdí hathetes külföldi utazását. Ennek során Dániába is ellátogatott, Bohrhoz, és – mint a Nobel-díjas Cockcroft által publikált, ám maga Hevesy által írt beszámolóból egyértelműen kiderül – megállapodtak, hogy Hevesy a következő évben megnyíló Bohr-intézetben folytatja majd pályafutását.

Utazásával kapcsolatban két momentumot kell tekintetbe vennünk. Az egyik a kényes július 27-i dátum, amelyet csak néhány nap választ el a Tanácsköztársaság leverésétől. Azt is gondolhatnánk, hogy Hevesy a sülyyedő hajóról menekült az utolsó pillanatban. Nem találtam adatokat, melyek kétséget kizáróan bizonyítanak, hogy már korábban is el szándékozott utazni, és így felmenthető lenne a menekülés gyanúja alól. (Valószínűleg

azonban csak az iratok vesztek el.) A másik momentum viszont cáfolhatatlanul bizonyítja, hogy a menekülési szándékára vonatkozó gyanú alaptalan: az, hogy hazajött. Hazajött és szembenézett a következményekkel.

Másfelől nem tudhatta persze, hogy a Tanácsköztársaság leverését követően éppen az egyetemen tekintik legsürgősebbnek a nagytakarítást. Holott az új kormányzat már szeptemberben hatálytalanította a Tanácsköztársaság alatti kinevezéseket. A Károlyi-féle polgári demokrácia döntéseit is csak gondos, távolról sem jóindulatú felülvizsgálat után hagyták jóvá, és akkor is csak bizonyos esetekben. Hevesy nyilván érezte, hogy az övé nem tartozik ezek közé. Az események elébe vágva, október 16-án önként lemondott. „Tudomásomra jutott – írta a dékánhoz címzett lemondó levelében –, hogy különböző hírek vannak forgalomban, melyeknek tárgya a Tanácsköztársaság idején

való magatartásom. E körülmény arra készítetett, hogy arra kérjem Méltóságodat, kegyeskedjék oda hatni, hogy ebbeli megvizsgálása mentül előbb megtörténjék.” Kérése teljesült. Az eljárást egy hét múlva megindították.

Hevesy György eltávozása Magyarországról

Fegyelmi ügye

A korszak minden bizonnyal legtehetségesebb vegyésze egy fegyelmi ügy, egy szégyenteljes boszorkányper vádlottjának padjára került. A részletekről Hevesy György persze soha nem tájékoztatta kollégáit. De a levéltár ebben a kivételes esetben megőrizte a fontos dokumentumokat, és ezek révén ritka világosan látható be egy igazi nagyformátumú tehetség elüldözésének mechanizmusa. A dolog a Horthy-rendszer színrelépésekor lezajlott igazoló eljárásokkal függött össze.

Az ügy szereplői

Mielőtt bemutatnám a még ma is kínos érzéseket keltő tárgyalás még kínosabb dokumentumait, néhány szót a szereplőkről és az ügygel kapcsolatos néhány alapvető tényről.

Mindenekelőtt történetünk háttéréből passzív, mégis jelentős szereplőként fel-felbukkan egy másik, Hevesy-ével azonos formátumú világhírű emigráns tudós neve: Kármán Tódoré. Kármán a proletárdiktatúra idején, távolról sem a forradalom lelkes híveként, megmaradt még a Károlyi-kormánytól kapott magas művelődéspolitikai beosztásában és nagyon fontos, egyértelműen hasznos, jó szándékú befolyást gyakorolt a Tanácsköztársaság műszaki- és természettudományos intézkedéseire. Ebben az időben már a hidrodinamika és az aerodinamika nemzetközileg ismert és elismert tudósának számított, az aacheni műszaki egyetemen professzori állást töltött be,

amelyet csupán a háború miatt hagyott el ideiglenesen. Hevesyhez hasonlóan be kellett vonulnia, és itt ragadt. Legfeljebb botcsinálta művelődéspolitikusnak tekinthetjük. Igazában édesapja, a korszakos jelentőségű pedagógus-filozófus, Kármán Mór eszméit gondolta a gyakorlatban kipróbálni, a pártokhoz persze semmi köze nem volt. A Tanácsköztársaság leverése után nyomban visszatért németországi tanszékére és csak a harmincas években, a nácizmus miatt hagyta el. Ekkor áttelepült Amerikába. A pasadenai Californian Institute of Technology megindította a később nagy hírnévre szert tett aeronautikai kutatást és oktatást. A repüléstudomány, a rakétatechnika és számos más modern, nemegyszer általa kezdeményezett tudományág hihetetlenül eredményes, iskolateremtő művelőjévé, a szuperszonikus repülés klasszikusává vált. A Tanácsköztársaság egykori funkcionáriusa a második világháború idején és

után az USA légierijének tábornokaként, majd magas rangú NATO-tisztségviselőként használta fel legendásan éles elméjét. Nobel-díjat bizonyára csupán azért nem kapott, mert szakterületén nem osztanak. Számos magas kitüntetés és címe között szerepel a Budapesti Műszaki Egyetem díszdoktori oklevele is, melyet utolsó hazalátogatásakor, 1962-ben, egy évvel a halála előtt kapott meg.

A vád tanúi nyilvánvalóan nem tartoztak Hevesyvel és Kármánnal azonos súlycsoportba. A tudománytörténeti jelentőségét tekintve – enyhén szólva – nem minden vitán felül álló „Eötvös-iskola” két oszlopos tagjáról van szó, Rybár Istvánról és Pekár Dezsőről, az Eötvös-inga két szorgos csi-szolójáról, olajozójáról.

Az 1886-ban született Rybár 1910 körül még Fröhlich Izidor, a budapesti egyetem legendásan elmaradott elméleti fizika-professzora mellett dolgozott, 1912-től azonban a korszak vi-

tathatatlanul legnagyobb magyar fizikusa, sőt természettudósa, Eötvös Loránd asszisztense lett, és iskolatársaihoz hasonlóan évtizedekig egyébbel sem foglalkozott, mint a torziós inga tökéletesítésével, ami nem tekinthető az eredeti fizikai gondolkodás netovábbjának. 1922-ben kinevezték a gyakorlati fizika tanszék nyilvános rendes tanárává. Hogy, hogy nem, éppen arra a tanszékre, amelyet előtte Hevesy vezetett. 1918-tól az Akadémia levelező, 1931-től rendes tagja, ám csak 1949-ig, amikor egy merőben más előjelű politikai fordulat ezúttal tőle vontatott meg a jogosítványt: az újjászervezett Akadémia nem vette be soraiba, és így neki is megadatott a politikai üldözöttek korántsem kellemes dicsősége. 1971-ben halt meg.

Pekár Dezső 1873-ban született és már 1895-től Eötvös Loránd tanársegéde lett. Részt vett a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságát bizonyító világhírű kísérletben. Bizonyára a

torziós ingával való mérés terén szerzett szakértelmének, no meg Eötvös-höz fűződő bensőséges kapcsolatának köszönhette geofizikusi pályafutását. 1919-től működött a Geofizikai Intézet első igazgatójaként: több külföldi geofizikai expedíciót vezetett. Az ő élete is az inga bűvkörében telt. Akadémikus 1922-ben lett. 1949-ben ugyanarra a sorsra jutott, mint Rybár. 1953-ig élt.

A tanúk után lássuk az igazoló bizottság tagjait, akik közül korántsem mindenki viselkedett tisztességtelenül. Viszont mindenki biztosan ült valamely tekintélyt parancsoló professzori vagy akadémiai székben. Részt vett a bizottsági munkában Domonvsky Sándor, a magyar gazdaság- és agrártörténet kiemelkedő kutatója, a művelődéstörténet professzora; nemkülönben a később egyre nyilvánvalóbban náci-szimpatizáns Hekler Antal, népszerű tanár, aki művészettörténeti katedráját 1918-ban kapta és

később, a klasszika-archeológia módszerét honosította meg Magyarországon. Az ugyancsak bizottsági tag Négyesi László konzervatív esztétikai nézeteiről volt híres; előbb az irodalomtörténet, később az esztétika professzoraként működött, számos tankönyvet írt. A szintén irodalomtörténész Szegedi Rezső kivált a szláv filológia terén szerzett érdemeket. A különcnek ismert vegyész, Winkler Lajos bizottsági tag a legnevezetesebb kémikus tanszéket, Than Károly tanszékét örökölte, és az egyik legkitűnőbb klasszikus analitikusként tartják számon. Az ügy előadója, Tuzson János 1918-ban kapta meg nyilvános rendes tanári címét botanikából, miután szépen induló erdési pályájáról, részben nyugat-európai tanulmányutak hatására, letért a botanika, a növények szélesebb köre felé. Végezetül írnom kellene az egész eljárást vezető elnökről, ám az ő személyét illetően csak találgatásra vagyok utalva. A doku-

mentumok következetesen csak elnöknek nevezik, sehol sem szerepel a neve vagy az aláírása. Lehetséges, hogy Angyal Dávid történészprofesszor, a bölcsészkar akkori dékánja elnökölt, mert ő hitelesítette a jegyzőkönyvet, és ő írta alá a javaslatot is. De ez korántsem biztos.

Biztosnak látszik azonban, hogy az elnök lehetett a politikai manipuláció fő felelőse, és mi sem állt távolabb tőle, mint az egyetemi tudományos érdekek védelme, az intellektuális színvonal megőrzése. Ráadásul a bizottság, nyilván nem véletlenül, nagyobb-részt nem természettudósokból állt, nem olyanokból, akik legalább elvben képet alkothattak volna Hevesy egész tevékenységéről, a hazai tudományos életben betöltött valóságos, még inkább potenciális szerepéről. Többségük a hatalom partvisaként szerepelt, a politikai szempont alázatos érvényesítőjeként a tudomány politikailag oly veszélyes és engedetlen világában.

Az igazolási tárgyalás

Hevesy György igazolása ügyében 1919. október 21-én kezdődött a tárgyalás. Menetéről mindennél többet mond, ha kommentár nélkül, az eredeti helyesírással és fogalmazással idézem a teljes jegyzőkönyvet.

„Elnök: Kolléga úr tagja volt a kari bizottságnak?

Hevesy: Igen, ez a kari bizottság adminisztratív szerv volt, s én mindössze két ízben szólaltam fel benne. Az egyik felszólalás a II. sz. fizikai intézet szolgálásával állott kapcsolatban, a másik felszólalásom Eötvös halála után történt és az volt a célja, hogy a meglehetősen hiányosan felszerelt I. sz. fizikai intézet részére lehetőleg minél teljesebb felszerelést biztosíthassak.

Elnök: Kinevezték a tanácskormány idején ny. r. tanárrá?

Hevesy: Igen.

Elnök: Milyen szakra?

Hevesy: A fizikai kémiára. Ez a kinevezés véleményem szerint a Kar szellemében történt. Maga a Kar tervezett ugyanis tanári megbízásra és címre. Én tehát ezt a kinevezést törvényes konzekvenciának tekintettem.

Elnök: Milyen viszonyban állott Kármánhoz?

Hevesy: A mi érintkezésünk tisztán tudományos volt. Én kísérleti fizikus vagyok, ő elméleti, s kiegészítjük egymást, mint a belgyógyász és a sebész.

Tuzson előadó: Nem jutott eszébe, hogy Kármán nagyon is exponált szerepet vállalt?

Hevesy: Én ajánlottam neki, hogy személyére ne foglalkozzék a dolgokkal. Az egyetemre nézve azonban jobb volt, hogy az ügyeket Kármán intézte, mintha Fogarasi intézte volna. Én úgy tudom, Kármán mindig arra törekedett, hogy a népbiztosok lehetőleg ne bánták az egyetemet.

Tuzson: Az I. sz. fizikai intézet ügyeibe Kolléga úr részéről minő beavatkozás történt? Minő átalakításokat tervezett és minő kapcsolatban állottak ezek Kármán személyével?

Hevesy: Az I. sz. fizikai intézet elektromos berendezését nézetem szerint tökéletesíteni kellett. Kármán kezdeményezésére e cél érdekében kapcsolatba léptem Roggenbauerral. Míddőn azonban láttam, hogy a működésem Rybárt sérti, visszavonultam. – Kármán megkért, hogy az I. sz. fizikai intézet részére mindent, amit csak lehet, megszerezzünk. Ez meg is történt, s azt hiszem, ezzel csak érdemekeket szereztem. Tudtam, hogy oly műszerek beszerzéséről van szó, amelyeket később majd hosszú időn át nem lehet beszerezni.

Elnök: Volt valami kellemetlen összeütközés Kolléga úr és Rybár között?

Hevesy: Pekár szemrehányásokat tett nekem, hogy beavatkozom az I. sz. fizikai intézet dolgaiba. Sajnáltam,

hogy szereplésemet félreértik, s éppen ezért elmentem Kármánhoz, s kértem, mentsenek föl.

Elnök: Rybár eltávolításáról volt szó?

Hevesy: Egyszer volt szó erről a kérdésről. Kármán említette nekem, hogy Rybárt el akarják távolítani, de én a terv ellen a leghatározottabban állást foglaltam.

Elnök: Kolléga úr a kommunizmus válsága elől elutazott Budapestről?

Hevesy: Elutazásom és a válság között nem volt semminemű összefüggés. Már áprilisban kértem útlevelet, de nem kaptam. Sok meddő kísérlet után végre júliusban megkaptam az útlevelet és elutaztam. Utazásom tisztán magántermészetű volt, és külföldön megkezdett tudományos vizsgálatokat akartam folytatni.

Winkler bizottsági póttag: Lelkiismereti kötelességének tartja Hevesy javára megemlíteni, hogy az ő közbenjárásának köszönhető, hogy az egyetem

az onnan elvitt nagy értékű platina-mennyiséget visszakarta.

Tuzson előadó: Az kétségtelen, hogy Hevesy egyike volt azoknak a tanároknak, akik teljes odaadással szolgálták a tanácsköztársaság érdekeit. Az I. sz. fizikai intézetet nyilvánvalóan Kármán részére készítette elő. Nyoma sincsen annak, hogy Kármántól tartózkodott volna.

Domanovszky póttag: Az a benyomásom, hogy nagy dolgok Hevesy részéről nem történtek. Úgy látszik, mindig arra törekedett, hogy az egyetem és a tudomány érdekeit érvényesítse.

Szegedy biz. tag: Annyi kétségtelen, hogy Hevesy az egyetem autonómiájával nem törődött, és eszközül adta oda magát a tanácsköztársaság érdekeinek szolgálatában.

Tuzson biz. tag: A legsúlyosabban az esik számításba, hogy erőszakosan avatkozott bele az I. sz. fizikai intézet ügyeibe, támaszkodva Kármán bizalmára.

Négyesy biz. póttag: Hevesy politikai ítéletének gyengeségét mutatja, hogy hitt a rendszer fennmaradásában s odaadta magát ennek az áramlatnak. Belelovalta magát az intézet megszerzésébe. Tudományosan azért használható ember és remélhető, hogy miután fő hibája a gyengeség, a jövőben hasznos munkát fog végezni.

Hekler biz. tag: Miután a kihallgatás Hevesy szereplését nem tisztázta teljesen, javasolja, hogy a bizottság határozathozatal előtt hallgassa meg az ügyre vonatkozólag Rybárt is.

A bizottság a javaslatot elfogadja és ennek értelmében a Hevesy ügyében való határozatot a következő ülésre halasztja.”

Következett tehát a második forduló. A bizottság 1919. október 27-én ült össze újra, napirendjén két kihallgatás: Rybár Istváné és Pekár Dezsőé, továbbá a határozathozatal. Ismét szó szerint a jegyzőkönyv:

„Elnök: Mit tud Kolléga úr Hevesy szerepléséről elmondani az I. sz. fizikai intézettel kapcsolatban?

Rybár: A dolog Eötvös halálával kezdődik, amikor is elmentem Fröhlichhez [az elméleti fizika professzora – P.G.] és a halálesetet neki bejelentettem. Fröhlich erre elment a dékánhoz és kérte, bízjon meg engem az intézet vezetésével, ami Eötvös intencióinak megfelelőleg meg is történt. Kevéssel ezután megjelent az intézetben Kármán Böck Hugóval [kitűnő geológus, akadémikus – P.G.] és helyszíni szemlét tartott. Az volt a szándék, hogy a geofizikai intézetet az intézettől elválasszák. Májusban Kármán újból megjelent az intézetben Mészáros tanácsos és Roggenbauer mérnök társaságában. Ekkor bizonyos átalakítási tervekkel foglalkoztak, melyekre 1,200.000 koronát irányoztak elő. Másnap azután kaptam Hevesytől egy levelet, melyben értesít, hogy Kármán őt bízta meg az intézet vezetésével, egyben kérte az

építési tervezeteket. Ezeket én ki is adtam. Ugyanekkor arra is fölkerétek, beszéljek báró Eötvös lányaival, akik az épületben laknak, s jelentsem nekik, hogy lakásukban helyszíni szemlét akarnak tartani. Ez a szemle meg is történt. Indoka az volt, hogy egy fizika-kémiai intézetet kívántak létesíteni s ennek az elhelyezéséről kívántak gondoskodni. Néhány nap múlva az intézetben megjelent Hevesy Somogyival és Tomics Ivánnal [mindketten a kar oktatói – P.G.] és ott kábelek elhelyezéséről tárgyalt. Egyik napon, midőn bejöttem az intézetbe, csodálkozással láttam, hogy a műhelyasztalt felfeszítették és átalakítási munkák folynak Hevesy utasítására. Ekkor erőlyesebb fellépésre gondoltam, de miután hallgatóim figyelmeztettek a fenyegető következményekre, ettől a gondolattól elállottam. Időközben megjelent Hevesy az intézetben Tar Kálmán társaságában, és utasításokat adott a kábelek vezetésére. Midőn kér-

dést intéztem hozzá, miért avatkozik bele a vezetésemre bízott intézet ügyei-be, kifakadt és éles, parancsoló hangon szólt rám: mérsékelje magát! – közben a felszerelés kiegészítésére sok eszköz érkezett az intézetbe, amiket Hevesy a Calderoni cégnél foglalt le. A proletárdiktatúra bukása után megjelent nálam Murányi, a Calderoni cég főnöke, hogy az eszközöket a terror hatása alatt volt kénytelen átengedni, de a devalvált pénzért nem hajlandó odaadni. Meg is állapodtunk, hogy mielőtt az összeget felveszi, engem értesít. Néhány nap előtt azonban levelet kaptam, melyben a cég tudatja, hogy a számlát a gazdasági hivatal kifizette.

Négyesy biz. tag: Hogyan méltóztatik tudni, Hevesy Kármánnal csak tudományos kapcsolatban állott, avagy intézkedésre is kapott tőle felhatalmazást?

Rybár: Hevesy Kármánnal, mint intézkedő is a legszorosabb kapcsolatban állott.

Winkler biz. tag: Van tudomása arról, hogy Önt mint a Szt. István akadémia tagját állásából el akarták mozdíítani és ezt Hevesy akadályozta meg?

Rybár: Nem tudom, csak hallottam róla, hogy Kármán kijelentése szerint megmaradásomat Hevesynek köszönhetem. – A proletárdiktatúra kitörése után Hajdú Iván szolga mondotta, hogy engem el akarnak távolítani, s azt is tudja, mikor.

Domanovszky biz. tag: Mi a véleménye a Hevesy által vásárolt fölszerelésről? Mennyiben volt ez a vásárlás kedvező?

Rybár: Tény az, hogy az I. sz. fizikai intézet csak a gravitatio és a földmágnesség szempontjából volt tökéletesen fölszerelve. Más téren nagy fogyatékoságai vannak. Hogy Hevesy ezen az állapoton segített volna, azt tagadom. Az egész berendezés azt a benyomást kelti, hogy egy fizika-kémiai intézet számára szól. Azonkívül vannak benne hadigyártmányú készü-

lékek, így reosztátok, melyeket használni sem merek.

Hekler biz. tag: Az említett számlák kifizetése a gazdasági hivatal részéről kinek a rendeletére, kinek a láttamozásával történt? Hiszen e nélkül számlakifizetés nem történhetik!

Rybár: Egy 22.000 koronás számlát én írtam alá, miután Hevesy azt mondotta, ez az én kötelességem, mint hogy én vagyok az intézet vezetője. A többi számláról nem tudom, kinek a láttamozására fizették ki.

Winkler biz. tag: Igaz az, hogy Hevesy Kolléga úrtól bocsánatot kért?

Rybár: Nem igaz.”

Következett Pekár Dezső kihallgatása.

„Elnök: Minő benyomást gyakorolt Önre Hevesy viselkedése Kármánnal kapcsolatban?

Pekár: Hevesy állandóan beavatkozott az I. sz. fizikai intézet dolgaiba. Ott különböző átalakításokat eszközöl-

tetett anélkül, hogy ezekre vonatkozólag Rybárt megkérdezte volna. Az én véleményemre sem volt kíváncsi. Az átalakítások nem voltak szerencsések. Szerzett azután Hevesy az intézet részére egy csomó eszközt, melyek inkább chemiai célokra valók, amelyek között sok a hadiáru. Hevesy midőn az intézetbe jött, mindig magával hozta Rex Sándort [szintén a kar oktatója, vegyész, a kari bizottság tagja – P.G.], aki nem tartozott az intézethez. Rex szerepelt náluk szakember gyanánt, Rybárt azonban nem hallgatták meg. A geofizikai intézet fontosságát nem honorálták, bennünket előbb-utóbb ki akartak tenni. – Hevesy Kármánnak bizalmas embere, jóbarátja volt. – Tagja volt a Természettudományi Szövetségnek [a m. kir. Természettudományi Társulat megfelelője a Tanácsköztársaság idején – P.G.], amit magában is megbélyegzőnek tartok, minthogy a szövetség nagy részben antinacionalista és galileista elemekből állott.”

Az ítélet

Ezek után a bizottság bizonyára visszavonult. A hozzászólások és kérdések alapján föltételezem, hogy még vitatkozott is, sőt valószínűleg ítélete sem lehetett egyhangú. Az Angyal Dávid dékán által hitelesített határozat mindenestre a magántanári szabályzat 29. paragrafusára hivatkozott, és kiemelte azt a gumipasszust, amely szerint „magántanári jogosítványát veszti az is, akinél időközben személyes viszonyait illetően oly változások állottak be, melyek a magántanári állással vagy az egyetem méltóságával s tudományos és erkölcsi érdekeivel össze nem egyeztethetők.”

A kérdés tehát ez: vajon „az egyetem autonómiáján esett sérelmek megvizsgálására kiküldött bizottság” fölfeledezett-e Hevesy György tevékenységében tényeket, amelyek ellenkeznek az egyetem magasztos érdekeivel, féltve őrzött és persze elfogulatlanul szemlélt tekintélyével?

A választ már tudjuk: igen, fölfedezett. Nem is egyet, mindjárt hármat, mégpedig főbenjárót: Hevesy 1. a közoktatási népbiztosságtól kapta ny. r. tanári címét; 2. a kari bizottság tagja volt; 3. szoros kapcsolatban állt Kármánnal és az ő segítségével beavatkozott az I. sz. fizikai intézet ügyeibe – mint írták – „a törvényesen kinevezett vezető kíméletlen félretolásával”, továbbá Kármán részére igyekezett az intézetet „nagy befektetésekkel fölszerelni”. Bírái ezeket a vádpontokat egyértelműen az imént idézett 29. paragrafus megszegésének minősítették. Így hát nem is maradt más hátra, dönteniük kellett a javasolt büntetésről. Határozatuk egyértelmű, rövid és éppoly szégyenteljes is volt: Hevesy Györgytől meg kell vonni a venia legendit, az előadói jogot.

A fegyelmi tárgyalás

Amíg az ítélet jogerőre emelkedett, be kellett járnia a törvényesítés útját, és

közben tragikomikus módon, egyre súlyosbodott, míg végül tökéletesen nevetségessé nem vált.

Az első lépésben, a kar november 6-i ülésén még változtatás nélkül jóváhagyták a bizottsági határozatot (nem egyhangúan, 24:8 arányban), és a dékán is ennek megfelelően terjesztette tovább.

A javaslat csak a következő lépésben súlyosbodott, az 1920. április 12-én tartott egyetemi tanácsülésen. Az előadó, Dr. Lukcsics József, a hittudományi kar prodékánja ugyan még szóról szóra magáévá tette a bölcsészkar álláspontját mind a vádpontok, mind a büntetés tekintetében, az utóbbiról azonban már „eszmecsere” indult meg. Ennek során Dr. Király Sándor, a jogi kar prodékánja keményen visszautasította a határozati javaslatot, mondván: „itt súlyosabb eset forog fenn”. Követelte, hogy Hevesy ellen indítsanak fegyelmi eljárást, a tárgyalási anyagot tekintsék „előnyomozás-

nak" és hozzanak fegyelmi ítéletet. Az indítványhoz csatlakozott a jogi kar dékánja, Dr. Doleschall Alfréd és mások is, elegendő számban. A testület nyomban átalakult „a budapesti magyar tudományegyetem tanácsa, mint fegyelmi bíróság"-gá és „a végbement érdemleges fegyelmi tárgyalás eredményeképpen ítéletet" hozott, természetesen a vádlott távollétében. A dokumentumok szerint Hevesy György, „terhére a fegyelmi vétség elkövetését megállapítja, őt ebben vétkesnek mondja ki, s ezért tőle a venia legendit visszavonja", immár „ítéletileg".

A nagy meglepetést azonban még csak nem is ez, hanem az írásos indoklás tartalmazza. Ez utóbbi egyrészt hivatkozik a már idézett vádpontokra, másrészt továbbiakkal egészíti ki őket. Ezek szerint Hevesy azon kívül, hogy „előadói megbízást vállalt az egyetemen", a) a történelmi materializmus kutató intézetében előadásokat tartott; b) a népbiztosságnál a kö-

zépiskolai ügyosztályt vezette; c) a tanárvizsgáló bizottságban közreműködött a doktori szigorlatoknál; d) „a kommunrendszer védelme érdekében megbízást vállalt és fenyegetően viselkedett".

Ez már nemcsak nevetséges, hanem kínos is. Súlyosbítni a bölcsész-kari javaslatot, teljesen abszurd indoklással, a kar számára is tűrhetetlen, ha legalább a látszat nyomait meg akarja őrizni. Angyal Dávid dékán azonnal, már május 17-én „tisztellel bátorkodott" fölhívni a rektor figyelmét arra, hogy az a), b), c) pontok tévesek, viszont vészesen emlékeztetnek egy másik ügy, nevezetesen Révay József irodalomtörténész ügyének vádpontjaira. A fölszólalás igaza nyilvánvaló, a megoldás egyszerű: e pontokat csupán „becsúszott tollhibának" kell minősíteni és a hiteles iratból törölni. Ám ha a vádak egy része megalapozatlannak bizonyul, remélhető, hogy az ítélet is enyhül.

Ez azonban föl sem vetődött, a törlést „az eredeti ítélet és indoklás érintetlenül hagyása mellett” végezték el.

Utózóngék

Az ítélet majdnem az utolsó szó az ügyben. A már május 19-én kiadott módosítást még néhány levél követte, azoknak címezve, akik az ítéletről korábban hivatalos értesítést kaptak, aztán ősszel Hevesyvel kapcsolatos érdektelen pénzügyi intézkedések és végül néma csend. Az egész ügy körül minden befejeződött. A csendet csupán egy 1921 júliusában Pogány Bélának, a későbbi műegyetemi fizikaprofesszornak szóló hivatalos levél törte meg, amelyben elszámolási ügyek miatt érdeklődtek „Hevesy professzor úr” címe iránt. Úgy látszik, azért egyesek számára mégiscsak „professzor úr” maradt...

Azt pedig, hogy valóban csupán „tollhiba” történt-e, az ítélet eredeti-

leg valóban csupán a bölcsészkarri vádpontokra alapult-e, nem lehet biztosan tudni. Tegyük fel, hogy igen. Az bizonyos: ezzel Hevesy Györgyöt egyszer és mindenkorra száműzték a budapesti tudományegyetemről.

Miért távozott el Hevesy György Magyarországról?

Az ítélet Hevesyt nem Magyarországról száműzte, és ezt maga sem gondolta másként. Helyzetét egyáltalán nem lehet azonosnak tekinteni a Kármán Tódoréval, aki a proletárdiktatúra leverése után bujkálásra kényszerült, és kalandos körülmények között tért vissza acheni tanszékére, útközben keserű gondolatokat forgatva Magyarországról, az itteni életlehetőségekről.

Hevesy azonban, mint láttuk, a legkevésbé sem menekült, hanem éppen séggel hazajött Dániából. A tárgyalás

után még hónapokig itthon tartózkodott, csak tavasszal utazott el új munkahelyére, addig pedig mi mást tehetett volna, dolgozott.

Az eljárás ugyanis a tudományegyetemen folyt, de laboratórium azért akadt az Állatorvosi Főiskolán is, ahol éppen barátja, Gróh Gyula vezette a már korábban is szép eredményeket felmutató kémiai tanszéket, és akivel különben is hosszú hónapok óta folytatták már említett közös kísérleteiket. Hevesy tehát ügyet sem vetett a valójában nem őt, hanem az egyetemet minősítő ítéletre. Nem hagyta abba elkezdett kutatását, sőt publikálta ennek igen jelentékeny eredményeit, mégpedig magyar társszerzőkkel. Semmi sem gátolta abban sem, hogy közben szorgalmasan írjon egy monográfiászerű könyvrészletet, német felkérésre. Járt a laboratóriumba, olvasott, és ült a Náador utca 19. alatti lakásában, az íróasztal mellett. Írta tudományos dolgozatait és – rá egész életében jellemző mó-

don – magánleveleit, mégpedig hihetetlen nagy számban.

Az egész történettel kapcsolatban immár egészen konkrétan vetődik fel Hevesy viszonya a politikához. Ugyanis realistán azt mondhatnánk: természetesen, hogy áldozatul esett a felfordulást követő rendcsinálásnak, hiszen az egyetemi autonómia, legalábbis nálunk, soha nem volt egyéb, mint füst és köd, szép jelszó. Valójában a politikai hatalom hol keményebb, hol szelídebb eszközökkel, mindig érvényesítette akaratát, meghurcolta és legyőzte ellenfeleit. Csakhogy Hevesy nemhogy a kommunizmustól, de még az aktív politizálástól is berzenkedett. Politikai nézeteiről így írt Bohrnak: „Nekem nincsenek erős pártérzéseim, nem vagyok sem radikális, sem konzervatív. Tökéletesen tudatában vagyok mindkét párt gyengeségeinek.” Ennél is többet mondanak a lelkes időkben, 1919 áprilisában ugyancsak Bohrhoz intézett sorai: „A történelemcsinálás legérdekesebb

időszakát hagyjuk magunk mögött, bár ezek nem a legkedvezőbbek a tudományos kutatás számára, mely nyugalmat és az állandóság légkörét igényli. Engem személy szerint ezek a körülmények nem gátolnak munkámban, a tudományos kutatás iránti szeretetem sokkal erősebb, mint politikai érdeklődésem.”

Az idézet meggyőz arról, hogy a vádlók nem politikai ellenfelüket akarták eltávolítani, hanem karuk egyik legkiválóbb elméjét, aki politikailag valószínűleg nem is volt baloldali. Az ügy mögött talán nagyrészt Rybár István személyes tanszékvezetői ambíciója bújhatott meg, amely újabb táptalajt nyert a megváltozott politikai viszonyok között, amikor a denunciálás komoly segítséget nyújt a karrierok egyengetésére.

Azt, hogy a személyi összefonódások milyen fontos szerepet játszottak az ügyben, mi sem jelzi jobban, mint az az irat, amelyben a tudományos szem-

pontból is szinte nevetségesen konzervatív gondolkodású Fröhlich Izidor elméleti fizikus professzort nevezték ki a II. sz. fizikai intézet helyettes igazgatójává, azaz Hevesy állásába, mégpedig 1919. október 15-én. A dátum elképesztő! Hevesy önkéntes lemondó levele 16-án kelt, a tárgyalás első fordulóját pedig 21-én tartották. Tehát a tanszék sorsát már eleve eldöntötték.

Visszatérve az áprilisi levélrészlethez, a másik fontos elem arról tudósít, hogy Hevesy nem tartotta rossznak kutatási feltételeit a forradalom alatt („... a körülmények nem gátolnak munkámban...”). A feltételeket illetően éppen ebben az időben kezdett kinyílni a valóban biztató perspektíva az önálló fizikai kémia tanszék formájában, amelynek lassanként alakultatott a felszerelése és elhelyezése, és amelyet valóban Hevesy testére lehetett volna szabni.

Elmenetelésének okait megrázó levélben foglalta össze Bohr számára 1919. október 25-én: „A politika belépett az

egyetemre is; távollétemben, a nyáron megfosztották állásától két abszolút becsületes és értelmes asszisztensem [nyilván Polányit és Selényit – P.G.], csak azért, mert zsidók és úgy tudom, ugyanez történt minden intézetben. Alig van olyan zsidó és radikalizmussal gyanúsítható, aki megtarthatta állását. Ilyen körülmények között nem tehettem mást, lemondtam az állásomról. Bár nem az én személyemet támadták, mégiscsak támadás ért, amiért jó kapcsolatban voltam Kármánnal; személyes kegyeltje voltam annak a Kármánnak, aki az elhunyt báró Eötvös kinevezett utódja volt a fizika tanszéken, és amiért megpróbáltam rendbehozni a fizikai laboratóriumokat, melyek silány állapotban maradtak Eötvös után, továbbá amiért előre láttam az ország anyagi összeomlását, amely szükségszerűen be is következett. Kármán volt az egyetemi osztály főnöke a bolsevik éra alatt, és ezért hevesen gyűlölik az egyetem ve-

zetői. Bár ő távolról sem bolsevik, elvállalta és ragaszkodott állásához, de csak azért, hogy amennyire csak lehet, megakadályozza a bolsevik kormányt az egyetem tönkretételében. – Én a II. sz. fizikai laboratóriumhoz voltam kinevezve mint ideiglenes vezető, mivel eme professzorság birtokosa bár nagy beteg volt, még élt. Ez az az állás, amiről lemondtam. – Az egyetemet bezárták, és nem nyitják ki jövő tavaszig. Az általános morális és anyagi felbomlás, attól tartok, hosszú időre meg fog akadályozni mindenféle sikeres tudományos életet Magyarországon. – Most szabad ember vagyok és nagyon boldog, hogy a laboratóriumodban dolgozhatok.”

Nagyon hasonló felfogásban adja elő a történeteket 1920. május 20-án Rutherfordnak is, csak sokkal rövidebben, leülepedettebben, kevésbé drámaian. „A politikai szenvedélyek különösen magasra szöktek, és az egyetemi ügyeket összekeverték a politiká-

val, olyannyira, ahogy ez a nyugati országokban teljesen ismeretlen. Mindezek arra vezettek, hogy lemondjak professzori állásomról, amelyre nemrég kineveztek, és Koppenhágába jöj-
jek dolgozni Bohrral, ahogy mindig szerettem volna." Nem lehet nem észrevenni a két levél sajátos közös vonását: a fegyelmi ügyet mindkettőben jótékonyan elhallgatta...

Hevesy Györgynek tehát semmit sem kellett mérlegelnie. 1920 tavaszán befejezte itthoni munkáját, március elején vonatra szállt és elutazott új munkahelyére, amely hamarosan a modern fizika egyik legnagyszerűbb centrumává vált.

TUDOMÁNYOS MUNKÁSSÁG

Hevesy György az igen könnyen és gyorsan író tudósok közé tartozott. A kísérleti munkában is a gyors, döntő eredményekre, nem a precíz kidolgozásra törekedett, ez utóbbiakat az asz-szisztenseire hagyta. Néhány alapvető mérés, mely vagy megerősíti, vagy cáfolja, amit elképzelt, és jöhet az írás. Hosszú élete során körülbelül 450 közleményt készített, köztük olyan könyveket, mint a Panethtal közösen írt „Lehrbuch der Radioaktivität” (1922), a „Das Element Hafnium” (1927), a „Radioactive Indicators” (1948) és az „Adventures in Isotopic Tracer Research” (1962). Ebben a rövid életrajzban reménytelen lenne akár csak futólag is ismertetni a hosszú publikációs lista írásait. Ehelyett a Nobel-díj szempontjából fontos eredmények viszonylag

részletes történetét tekintem csak át, nevezetesen a hafnium és a radioaktív nyomjelzés felfedezését, illetve ennek biológiai alkalmazásait; Hevesy korának tudós közössége nyilvánvalóan ezeket méltányolta leginkább. A számtalan technikailag is bonyolult téma közül ehelyütt kényszerűségből, szégyenszemre kimaradnak az 1920-as években indult alkáliföld-kutatások, sőt még a rendkívül izgalmas geokémiai munkák és a szintén alapvető jelentőségű neutronaktivációs analízis is, amelyek egy kicsit bőségesebb terjedelemben szükségképpen helyet követeltek volna maguknak.

A radioaktív nyomjelzés

A felfedezés közismert története

Hevesy György többször is publikált anekdotája szerint a radioaktív indukációs módszer története egyszerű, logikája a negatív kísérleti eredményből

levont, pozitív empirikus következtetés tipikus példája. Valamikor 1911 végén, 1912 elején Hevesy a manchesteri laboratórium alagsorában összefutott a mérgelődő Rutherforddal. Utóbbi az osztrák kormánytól éppen akkor kapott ajándékba vagy száz kiló radioólmot, melynek egyik komponensével, a rádium-D-vel akart kísérleteket végezni, de ez lehetetlen volt a számára értéktelen, hatalmas tömegű ólom miatt. Így fordult tehát Hevesyhez: „Fiatalember, ha egyáltalán megérdemli a sőt ételébe, elválasztja nekem a rádium-D-t ettől a sok kellemtelenkedő ólomtól.”

Hevesy persze mindent megpróbált. Néha úgy tűnt, sikerült, aztán bebizonyosodott, hogy mégsem. A vegyészfortélyok sorban mondtak csődöt. 1912 végén Bécsben megismerkedett a későbbi híres fizikokémikus, ám ekkor még csak igen tehetségesnek tartott fiatal asszisztenssel, Fritz Paneththal, aki pont ugyanezzel az el-

választással küszködött. Elhatározták, hogy együtt folytatják. 1913 elején Hevesy Bécsbe utazott, ám az immár közös erőfeszítéseik szintén nem vezettek eredményre. Ekkor Hevesy arra a következtetésre jutott, hogy a feladat alighanem végrehajthatatlan. Bátran megfordította a gondolatmenetet: ha az aktív anyag semmilyen módszerrel nem választható el az inaktív ólomtól, akkor a sugárzó rádium-D-t felhasználhatjuk az ólom indikátoraként; azaz ha szándékosan összekeverjük az ólommal, kimutathatjuk a sugárzással az ólom jelenlétét.

Azonnal meg is mérték néhány igen rosszul oldódó ólomsó oldékony-ságát vízben, amire korábban az alacsony koncentráció miatt nem volt lehetőség. Munkájukat publikálták a Zeitschrift für anorganische Chemie-ben, az egyik vezető kémiai folyóiratban, és ez a cikk vált a később oly alapvetőnek bizonyult módszer kiindulópontjává.

Eddig a mesésen egyszerű história, amely azt a látszatot kelti, hogy egyébről sincs szó, csupán egy szerencsés fiatalember merész, nem túlságosan mély gondolkodást igénylő próbálkozásáról, amely egyébként is csak annak köszönhető, hogy történetesen éppen őbelé ütközött Rutherford, akinek még az ütközben mellékesen elszórt problémái is megértek egy világsikert annak, aki hajlandónak mutatkozott lehajolni értük. Valójában azonban ennél jóval többről, jóval mélyebb gondolatokról van szó, amelyeknek a nyomjelzés csupán látványos következménye.

A tudománytörténeti kontextus

Ha csak futó pillantást vetünk Hevesy 1913 körül írt munkáira, azonnal gyanút foghatunk. A címek korántsem arra utalnak, hogy energiájának idejének túlnyomó részét az ólom és a rádium-D szétválasztására koncentrált

volna. Inkább a radioaktív anyagok fizikai kémiai tulajdonságaival foglalkozott, gyűjtögette az adatokat az akkoriban még kevésbé ismert és igen különösnek látszó kémiai elemekről, ami kétségkívül modernnek, fontosnak tekinthető, már csak a terület újdonsága miatt is, de mégsem utal konceptuálisan is jelentős kutatásra. Így nézve, az ólom oldékonysága legfeljebb azért lehet fontos (eltekintve a módszertől), mert a radioaktív bomlási sorok végtermékéről ad újabb információt.

Valójában azonban az említett publikációk a vegytan egész fogalmi rendszerét érintő, alapvető feladatok lépésenkénti megközelítései: egyrészt a kémiai elemfogalom és a periódusos rendszer újradefiniálása került szónyegre a klasszikus vegytannak ellentmondó tények fényében, másrészt a kémiai tulajdonságok szubatomi szintre történő visszavezetése, az egész kémia megmagyarázása.

1913 ugyanis nemcsak a nyomjelzés születési dátuma, hanem az az év is, amikor egyszeriben mintha szigorú rend alakult volna ki a már-már reménytelenül szétfutó, egyre kevésbé áttekinthető kutatási területen. Ebben az évben alkotta meg Soddy az „izotópia” fogalmát, Fajans az eltolódási szabályt és Bohr a maga atommodelljét. A három eredmény három kutatási irányt szintetizált, melyek a század első éveitől kezdve foglalkoztatták a kutatókat: 1. az egyre növekvő számú, ám technikai okokból igen nehezen tanulmányozható radioaktív elemek fizikai és kémiai tulajdonságai; 2. a radioaktív anyagok kapcsolata egymással és a többi kémiai elemmel: genetikai összefüggésük, helyük az elemek periódusos rendszerében; 3. az egyes tulajdonságok strukturális magyarázata, az atom szerkezetének kutatása.

Az eltolódási szabály kimondja: ha egy anyag α -sugárzást bocsát ki, a keletkező termék a periódusos rendszer

ben az eredeti elemtől két hellyel balra fog elhelyezkedni, ha β -sugárzást, akkor egy hellyel jobbra. A szabály lehetővé tette, hogy a bomláskor keletkező elemeket elhelyezzük a periódusos táblán. Így azonban egy helyre több elem is kerülne, ami a klasszikus koncepció szerint lehetetlen. Ezt a nehézséget oldja fel az izotópia fogalma, amely szerint lehetséges, hogy egyes elemek atomsúlya eltér, mégis azonosak kémiai tulajdonságaik (ezeket nevezzük izotópoknak). A periódusos rendszer kockáiba izotópok írandók, egy helyre akár több is. Azt pedig, hogy miképp lehetséges ez a klasszikus vegytan szerint abszurd helyzet, vagyis azt, hogy a kémiailag azonosnak tekinthető elemek atomsúlya különbözhet, a Bohr-féle atommodell magyarázta meg, legalábbis részben. A Bohr-modellben ugyanis az atomok tömege az atommag összetételétől függ, vegytani tulajdonságaik pedig a magok körül keringő elektro-

noktól. Az izotópoknak tehát csak a magjuk különbözik, elektronrendszerük nem.

Ez az egyszerűnek és kézenfekvőnek látszó logika azonban nem a történeti folyamat logikája. Az elméleti áttörés fokozatosan következett be, és még bajnokai fejében sem azonos radikalizmussal, hogy az újítást elutasítókról ne is beszéljünk.

Az eltolódási szabály felállítása

A standard szakkönyvek az eltolódási szabályt Fajans nevéhez szokták kötni, esetleg Fajanséhoz és Soddyéhoz, vagy Fajanséhoz, Russelléhoz és Soddyéhoz közösen, anélkül, hogy Hevesyt megemlítenék. Holott Hevesy ide vonatkozó legfontosabb eredményei már 1912 októberéből származtak, és már 1913. január 15-én az olvasók kezébe kerültek németül, azaz az összes említett szerző írásainál hamarabb. Hevesy diffúzióméréssel vizs-

gálta meg, hogyan függ össze általánosságban a sugárzás minősége (α vagy β) a kiinduló és a keletkező anyagok vegyértékével. Összesen 22 aktív elemre vonatkozóan végzett mérést és ebből erre a következtetésre jutott: „Az α - és β -átalakulás ellentétes következménnyel jár a visszamaradó atomra; a bomlási sorok emanáció előtti részében a vegyérték korábbi csökkenését, későbbi növekedését okozza; az emanációk származékai ezzel szemben a vegyértéket két egységgel növelik.” A váltás az emanációknál azért következik be, mert a vegyérték itt válik nullává. Soddy bírálta ezt a megközelítést, mert bizonyos elemekre hibás eredményt adott; az általánosítást viszont „részben korrektnek” minősítette.

Figyelembe kell azonban venni, hogy Hevesy a vegyértéket mérte és elemezte, nem a periódusos rendszerben betöltött helyet. Gondolkodása a strukturális programhoz állt közelebb,

és ez elvezette ahhoz a következtetéshez, amely szerint valójában az „összefüggés egyfelől az atom belső építésének megváltozása, mely a radioaktív bomlást idézi elő, másfelől a külső atomi tulajdonságok között áll fenn, amely utóbbi a kémiai viselkedésben nyilvánul meg.” Ez a gondolat egészen közel állt Bohr kicsit később közölt modelljéhez, az akkori elméleti lehetőségek maximumához.

Ám az eltolódási szabályt ez a formula csak részben adta meg helyesen. Meglehet, hogy a lényegét egyedül Hevesy vette észre kollégái közül, sőt, ő is írta meg először, de a vegyértékre támaszkodó megfogalmazás valóban nem sikerült hibátlanra. Ha csak ezeket a mondatokat vesszük alapul, talán nem egészen indokolatlan Hevesy írását a másik három mögé helyezni, csupán részeredménynek tekinteni, és névét kihagyni a felfedezők névsorából.

Az egyidejűség mögött az rejlik, hogy a problémán Manchesterben

töprengő Russell, tudomást szerezve Fleck alapvető jelentőségű glasgowi kísérleteiről, Hevesyvel konzultált, és Hevesy vegyérték-meghatározásait is figyelembe véve, közös következtésre jutottak. Hevesy viszont 1912 karácsonya előtt, hazatérőben Budapestre, mindezt elújságolta a Karlsruheban hasonló gondolatokat forgató Fajansnak, majd levélben azonnal figyelmeztette Russellt, mihamarabb publikálja nézetét, nehogy Fajans, aki szintén erre készült, megelőzze. Ugyanakkor ő maga is sebtében elküldte tanulmányát (december 15-én), amelyben – a fair play szabályait betartva – hivatkozott a Russellal történt konzultációra. Utóbbi pedig, ugyanilyen korrekt módon, prioritási igényét csupán a sugárzások és a periódusos rendszerbeli hely összefüggésére jelentette be, közölve, hogy a vegyértékre vonatkozóan ugyanilyen értelemben ír majd Hevesy. Nem tudta tehát, hogy a jövő idő csupán az

angol változatra helyénvaló, a német már el is hagyta a nyomdát. Mindez azt látszik bizonyítani, hogy a szabályt közösen fedezték fel, de a publikációban mindketten szigorúan csak saját gondolatmenetükre kívántak támaszkodni. Mindez mintha azt mutatná, hogy az elismerten első cikk Hevesy és Russell közös eredményét közölte volna, tehát Hevesyt mindenképpen Fajans elé, sőt Soddy elé kelene helyezni a történetben.

Hevesy 1912. december 7-én Budapestről keltezett levelében azt írta Rutherfordnak, hogy a levélhez csatolt kéziratban szándékosan óvatos a következtetése „a kapcsolatra a vegyértékváltozás és a részecskeemisszió között, de személy szerint” – mint írta – „meg vagyok győződve, hogy mély kapcsolat van eme jelenségek mögött.” Tapasztalatai szerint „ α -sugárzás esetén a vegyérték kettőt változik, kivétel nélkül csökken, ... azt hiszem, ez a kapcsolat több, mint tiszta vélet-

len.” Január 3-án már azt írta Rutherfordnak: „Megtudtam, hogy Dr. Fajans is érdeklődik ezen problémák iránt, és hamarosan publikál róluk egy cikket. Nem végzett kísérleteket a tárgykörben, de észrevette, ahogy én is, hogy minden α -sugárzásos változás után az új test elektropozitívabb, mint az eredeti elem, és, hogy minden β -sugárzás az anyagot elektonegatívabbá változtatja, amit én is valószínűnek tartottam, de nem mondtam ki további kísérletek nélkül, és amire Fajans jogosan következtetett.”

Nem váratlan, hogy ilyen helyzetben a szereplők között kisebb nehezítelés alakul ki, amelyben Hevesy valószínűleg maga mellett érezhette Rutherfordot és Bohrt is. Ennek ellenére mindent megtett, hogy elkerülje a helyzet kiéleződését. Annyira mindent, hogy visszavonta egyik publikációját, holott Rutherford már kedvező véleményt adott róla. A januárban készült kézirat az α -, illetve a β -sugárzás

atomtérfogatra gyakorolt hatásával foglalkozott és tartalmazta már Russell, Fajans, Soddy és Fleck adatait.

Bohr, ha nem is szólt hozzá a homályos elsőbbségi üggyhöz, Hevesy felfogását tartotta egyedül igazán megfelelőnek, mégpedig azért, mert korszerű atomszerkezeti megfontoláson alapult: az övén, amelyet ugyan az ominózus cikkek megjelenésekor még nem közölt, de már régóta diszkutált Hevesyvel. Bohr szerepét Hevesy is maximálisan elismerte. Néhány hónappal később, már jóval higgadtabban beszámolt Rutherfordnak a koncepció eredetéről. Eszerint amikor Bohr Manchesterbe érkezett, Russell is érdeklődött már a probléma iránt, és „kétségtelenül ő [Bohr] biztatott mindkettőnket, és így, ha visszakövetjük a gondolat eredetét, Bohr agyához jutunk el.” Majd hozzáfűzte: „de kétségtelen, hogy egy ideje mi hárman, Russell, Fajans és én már ismertük a fenti gondolatokat, Soddy nem.”

Mindezek alapján azt mondhatjuk, Hevesy a radioaktív indikációs módszer felfedezésének idején övig merült az eltolódási szabály ügyeibe, azaz a periódusos rendszer és a radioelemek összefüggésébe. Ez utóbbi teoretikusan a kémia alapelveit érintette, mint annyi minden ezekben a döntő években. Hevesy vegyértékekkel fejezte ki a szabályt, amelyekről tudta, hogy az atomon belüli elektromossággal állnak összefüggésben. Azért tudta, mert manchesteri beszélgetéseik során módjában állt megismerni Bohr atomszerkezeti gondolatait, a szakma még nem publikált utolsó szavát az anyagszerkezetről.

Az izotópiafogalom kimunkálása

Az elmondottak alapján már aligha lesz meglepő, ha kiderül: Hevesy fontos szerepet játszott az izotópiafogalom kimunkálásában is. A fogalom definiálásának időpontját talán nem is

lehet pontosan megadni, legfeljebb a szó megalkotásáét: ez 1913 legvége, és vitathatatlanul Soddy nevéhez fűződik. Ámde a szót bevezetni távolról sem ugyanaz, mint a világos és egyértelmű fogalmat kialakítani, amelyhez át kell lépni a klasszikus kémia fogalmi keretét. Az elem (a fogalmi séma egyik alapfogalma) ugyanis az azonos atomokból felépülő anyagot jelölte, melyet atomsúlya és kémiai tulajdonságai egyértelműen meghatároztak és besoroltak egy közös rendszerbe, a periódusos rendszerbe. A rendszer minden kockáját egy és csakis egy elem foglalhatta el.

Az egyre-másra felfedezett radioaktív anyagokat is valahogy el kellett helyezni a periódusos rendszerben, de több lett az elem, mint a kocka. Két svéd vegyész, Strömholm és Svedberg (a Nobel-bizottság későbbi tagja) 1909-ben felvetette a kikerülhetetlennek látszó konklúziót: egyetlen kockába több, különböző atomsúlyú elemet

kell beírni. 1913-ban az eltolódási szabály könnyen kezelhető sémát adott az avatott kutatók kezébe az elhelyezés konkrét feladatainak megoldásához, ámde így ismét beigazolódik a fenti konklúzió: egy kocka, több elem.

Az eltolódási szabály felfedezői a maguk módján viszonyultak az „elválaszthatatlan anyagok” ügyéhez, mégpedig általában ugyanazon cikkükben, mint amelyben a szabályt is közzölték, és ez a legkevésbé sem véletlen. Fleck, Russell, Fajans és Soddy hasonló gondolati utakat jártak be, és lényegében egyszerre kapcsolták össze az „elválaszthatatlanságot” a periódusos rendszerben betöltött közös hellyel. A legvilágosabban talán valóban Soddynak sikerült.

Hevesy fejében szinte szóról szóra ugyanezen gondolatok érlelődtek, hiszen a kutatási terület valamiképpen magában hordozta már az izotópia fogalmát. A vegyérték-meghatározásokat 1913 nyarán – részben a bírálatok

hatására – tovább pontosította, és közben egyik cikkében azon töprengett, „a különböző atomsúlyú, de azonos elemek hasonló diffúziós koefficienssel rendelkeznek-e vagy lehetséges-e elválasztani őket hosszú diffúziós idő alatt.” Sőt, elméletileg mérlegelte az elválasztás lehetséges módjait is. 1914-ben Paneth-tal közösen publikált cikkéből az is kiderült, hogy már javában az azonosság határai foglalkoztatták, mégpedig elsősorban az elektrokémiában és a termodinamikában. Végül is nagyrészt saját kísérleteire alapította az 1914-ben már élesen megfogalmazott, a Soddyénál némileg messzebbre tekintő izotópiafogalmát is: az izotópok, ha nem is teljesen azonosak, kémiailag mindenképpen azok, és azonosságon nem egyéb értendő, mint a kémiai folyamatokban való teljes helyettesíthetőség.

1913 tavaszán a prioritás ügye iránt érdeklődő Rutherfordnak Hevesy azt válaszolta, habár Fajansnak szintén

voltak érdemei, ám Soddytól származik, hogy „néhány közönséges elem esetleg egymásól elválaszthatatlan, különféle atomsúlyú elem keveréke állandó arányban ... Az elválaszthatatlanság egész gondolata Soddytól ered.” Ősszel írt levelében kifejtette véleményét a radiokémia és a periódusos rendszer összefüggéséről, melyet szerinte a következő három új gondolat határoz meg: 1. különböző atomsúlyú elemek kémiai tulajdonságai lehetnek azonosak is (ez főként Soddytól származik); 2. az atom belső és külső része között egyszerű kapcsolat áll fenn (ez alapvetően Bohrtól ered); 3. az emanációk utáni változások nem a 2., hanem 6. csoporthoz vezetnek a periódusos rendszerben (ezt Fajans mutatta meg). Önmagát nem említette. Talán a kötelező szerénység miatt.

Holott 1913-ban jóval a szó megalakítása előtt Hevesy már nemcsak világos izotópiafogalommal rendelke-

zett, hanem ezt atomszerkezeti megfontolásokkal is összekötötte. Mindezt teljes mértékben explicitté tette habilitációs előadásában a budapesti tudományegyetemen, 1913. január 28-án. Azt mondta, „Az egyenlő atomsúlyú elemek különböző kémiai viselkedését az elektrongyűrűknek az atomon belül való különböző elhelyezése okozza”, és ugyanez vonatkozik a különböző atomsúlyú elemekre, melyeknek „teljesen azonosak a kémiai tulajdonságaik”. Továbbá: „Míg az elemeknek kémiai és fizikai viselkedése az atomoknak kifelé irányított viselkedésétől függ, addig a radioaktív átalakulása az elektron fölszabadítása az atomon belül végbemenő folyamatok.”

Tekintettel az előadás időpontjára, amely gyakorlatilag egybeesett az eltolódási szabály publikálásával, arra kell gondolnunk, hogy Hevesy már amikor előadására készült, 1912 végén, 1913 elején egységes képet alko-

tott az egész jelenségsoporról, és ebben nagymértékben inspirálta Bohr. Utóbbi egy oral history interjúban azt is elmondta, hogy amikor Manchesterbe érkezett, a radioaktivitás területét nem a kellő pontossággal ismerte, de „Hevesy elmondta nekem, hogy több radioaktív anyag van, mint hely számukra a periódusos rendszerben. És ezt nem tudtam. De számomra ez abszolút nyilvánvalóvá tette: akkor izotópok vannak.” Saját szerepéről Bohr így nyilatkozott: „Valójában én voltam, aki az izotópok gondolatára jutott”. A gondolat gyökeréről pedig szinte szóról szóra azt magyarázta el, amit az imént Hevesy habilitációs előadásából idéztem.

A világos fogalom kialakításához tehát ismét a strukturális gondolkodás nyújtott segítséget. Amikor az interjút készítő Thomas Kuhn megkérdezte, Hevesy továbbította-e ezeket a vélekedéseket, Bohr így válaszolt: „Természetesen. Továbbította Soddy-

nak és Fajansnak, ugye. De ugye nekik nagyon kevésre volt szükségük, mert sokat tudtak róla ... ők is megpróbálták összeilleszteni ezeket, hogy megértsék, hogyan viselkednek a radioaktív anyagok.”

Az izotópia gyökeresen új kémiai gondolat, és mint ilyen elkeseredett vitát váltott ki. Összekapcsolta ugyan az ismeretek összetartozó komponenseit, ráadásul a legújabb atomszerkezeti eredményekhez is megtalálta az utat, de nem tartalmazott egyértelmű utalást arra, hogyan illeszkedik a vegytan meglévő és a lombikok között kifogástalanul funkcionáló fogalmi apparátusához. És ki tudja, nem ez lett volna-e a legfontosabb lépés a tapasztalatok összegzésében? Továbbra sem tisztázódott, azonosak-e egymással az izotópok vagy nem, és ami még fontosabb, formailag hogyan viszonyulnak az „elem” fogalmához. Az izotópok az elemek speciális fajtái-e, tehát ők maguk is elemek, vagy netán

az elemek komponensei csupán. Ha utóbbit fogadjuk el, az elemek izotópokból állnak, amelyek, ha nem azonosak egymással, az elem sem elem többé, hanem keverék; ha pedig keverék, mennyiben jellemezhető atom-súllyal, ami a keverési arány függvényében végtelenül sokféle lehet bizonyos határok között; ha pedig a helyzet így állna, voltaképpen mi szerepel a periódusos tábla kockáiban, miféle entitások tulajdonságairól van szó benne tulajdonképpen; és végül: egyáltalában mi az „elem”?

A konfúzió feloldásához persze nagy segítséget nyújtott a strukturális gondolkodás, ám nem elegendőt, mert az elem-izotóp viszony alapvetően a kémián belüli ügy. Meg lehet határozni a radikális újtó és a konzervatív szemlélet talajáról egyaránt, és mindkét megközelítésének lehet létjogosultsága.

Az új fogalom mindenesetre egyfajta krízist idézett elő, megosztván a tu-

dósokat az elutasítók és pártolók, a különféle interpretációk hívei között. Hevesy Panethal az oldalán a radikálisok zászlóvivőjeként küzdött, míg a másik tábornot kivált Fajans képviselte vehemensen. Így vagy úgy hozzászólt a vitához mindenki, aki élt és mozgott, Einstein, Bohr, J. J. Thomson, Soddy, Nernst és így tovább. A fiatal Polányi Mihály közvetíteni igyekezett a két tábor között. A csatározásból végül Hevesyék kerültek ki győztesen, és az, ami végül is mellettük döntött, szerintem a koncepció mélyebb rétegeiben rejtett, nem az aktuális érvek súlyában, hiszen ebből a szempontból mindkét fél jól állt.

Hevesyék terminológiája azonban egyszerűbb volt, mint ellenfeleié, és lényegében érintetlenül hagyta a lombikjaikban fontos szintéziseket végző vegyészek nyelvezetét, akik nem lekesedtek a gondolkodásuk fundamentumait feszegető, számukra mégis irrelevánsnak, mondhatni, filozofikus-

nak látszó viták iránt. Másrészt Hevesyék elemfogalma azt is magában foglalta, hogy a vegytanban nem az atom tömege, termodinamikai tulajdonságai a döntőek, hanem elektronrendszere. Koncepciójuk segítségével világosan meg lehetett fogalmazni a rendszámra alapuló periódusos törvényt is, tehát mindazt, ami a kémiában valóban a fogalmi fundamentumot érinti és ezzel megőrizhető maradt a régi apparátus konzisztenciája.

A nyomjelzés felfedezése

A radioaktív indikátorok módszerét Hevesy mindezen izgalmak között is mindezen megfontolások kontextusában dolgozta ki. Úgy tűnhet, mintha a nagy horderejű elveket érintő munka mellett a rádium-D és az ólom elválasztása említésre is alig méltó csekélység lenne. Csakhogy ez éppoly túlzás, mint a felfedezés közismert története.

Hevesy ugyanis egyáltalán nem feledkezett meg a Rutherfordtól kapott megbízatásról. Teljesítése azonban mélységesen összefüggött a „kémiaiilag elválaszthatatlan elemek” kutatásával, minthogy a rádium-D – ólom páros kémiaiilag szintén abszolúte elválaszthatatlannak bizonyult. Ámde az elmélet akkori állapotában az elválasztást csakugyan minden lehetséges módszerrel meg kellett kísérelni. Hevesy összefogott Dr. Pringgel, a manchesteri laboratórium egyik kutatójával, aki valószínűleg manuálisan is megvalósította elválasztási ötleteit. A fejleményekről Hevesy rendszeresen tájékoztatta Rutherfordot. Előbb csak a munka haladásáról (1912 februárjában), később várható eredményességről is: „remélem, sikerülni fog az elválasztás és tökéletesen tiszta, vagy legalábbis nagyon koncentrált rádium-D-t fogunk kapni.” Márciusban még mindig futotta a lendületes optimizmusból; olvasmányai alapján Dr.

Pringnek újabb javaslatokat tett. Ám decemberre lényegesen megváltozott a hangnem: „Stefan Meyer, akit meglátogattam Bécsben” – írta – „nagyon boldogtalan volt, hogy nem tudták elválasztani a rádium-D-t az ólomtól, nagyon nagy mennyiségű ólmuk van, és Meyer professzor megpróbált rávenni, fogjak hozzá ismét a problémához. Meg kell mondanom, nem vagyok nagy bizalommal, bár lehetséges koncentrálni egy bizonyos, sajnos csak nagyon szűk határig, és azt mondta prof. Meyer, hogy mások szintén csalódtak.”

A rezignáció minden bizonnyal egyidejű lehetett az izotópiafogalom földrengésével, de még korántsem öltött olyan határozott formát, hogy eleve reménytelenné tegye a további próbálkozást. Röviddel ezután ismerkedt meg Hevesy Panethal, és ez idő tájt kezdhették meg együttműködésüket, mely részben a már tárgyalt elvi jelentőségű kutatásra irányult, rész-

ben pedig csakugyan az elválasztásra. És a rádium-D – ólom keveréke kitűnő modellanyaggá vált a kezükben például az elektrokémiai mérésekhez.

A kollégák azonban korántsem tartották evidensnek, hogy a radioaktív módszerek egyáltalán helyet kaphatnak a kémiában. És hogy, hogy nem, Hevesyt és Panethot főként ez a kétség ösztönözte, amikor először próbálkoztak a radioaktív indikációval, nem pedig a spontán kísérletező kedv. „Némileg aggódom” – írta Hevesy február végén Rutherfordnak – „sok kémikus kedvezőtlen kritikája miatt a radioaktivitás és a radioaktív módszerek kémiai felhasználhatóságára vonatkozóan, és elhatároztam, megmutatom, mennyire tévednek; meghatározom a PbS oldékonyságát vízben olyképpen, hogy összekeverem ismert mennyiségű Ra-D-vel és megmértem, mennyi Ra-D + Ra-E került az oldatba.” (Utóbbi a kísérlet szempontjából lényegtelen bizmutizo-

tóp.) Ez tehát a nyomjelzés megvalósításának első történeti nyoma és indítékának hiteles leírása, ami egyúttal fantáziánkat ismét a korabeli viták, a kételkedő laboratóriumi légkör és Hevesyék eltökélt határozottsága felé irányítja.

A felfedezés lényegét immár teljes határozottsággal foglalta össze Rutherfordnak 1913. április 9-én, körülbelül két héttel az első közzététele előtt: „A rádium-D-t, mivel nem választható el az ólomtól, világos, hogy fel lehet használni az ólom indikátorként és vizsgálható az ólomsók oldékonysága.”

Ezután már tényleg csak az maradt hátra, hogy publikálják a kész eljárást. A felfedezést először a bécsi Kaiserliche Akademie der Wissenschaften ülésén, majd folyóiratában hozták nyilvánosságra. A Zeitschrift für anorganische Chemie-ben „Az ólomszulfid és ólomkromát oldékonysága” címmel jelent meg munkájuk. Bekül-

dési dátuma: 1913. április 30. Ámde ennél már egy héttel korábban, a bécsi Akadémia április 24-i ülésén közzétették eredményeiket. Feltehetőleg Stefan Meyer kérésére tettek így, akinek intézete az Akadémia fennhatósága alá tartozott, és így érdekében állhatott, hogy a nála végzett munkálatok az akadémiai közlönyben jelenjenek meg először.

Első, nemigen számon tartott, de a történet szempontjából annál fontosabb közleményükben a rádium-D és az ólom elválasztását célzó, kudarcral végződött kísérleteikről írtak. Kitűnik, hogy minden elképzelhető módszert (vagy húszat) végigpróbalnak, a lecsapástól a desztillációig, az adszorpciótól az elektrolízisig, beleértve a diffúziót és a dialízist is, de semmi sem sikerült. Véggövetkeztetés: „a jelenleg létező egyetlen módszerrel sem lehet a rádium-D-t az ólomtól elválasztani és a mai napig egyetlen esetben sem lehetett biztonsággal kimutatni, hogy

a Ra-D töménysége növekedne.” Az ugyanezen ülésen elhangzott második előadás címe: „Über Radioelemente als Indikatoren in der analytischen Chemie”. Első sorait történeti jelentőségük miatt szó szerint idézem: „A megelőző XLII. tanulmányban kimutattuk, hogy a mai napig minden kutatás sikertelen a Ra-D ólomtól való elválasztására vonatkozóan, és hogy egyszer sem lehetett eltolódást megfigyelni a koncentrációjuk arányában. Meghatározott mennyiségű Ra-D-t meghatározott mennyiségű ólom só oldathoz keverünk, így eljárva, amikor a két anyag tökéletesen elkeveredett, koncentrációjuk aránya azonos marad az oldatból kivett tetszés szerinti kis mennyiség esetén is. Mivel a Ra-D-t radioaktivitása miatt sokkal kisebb mennyiségben is meg lehet mérni, mint az ólmot, ólomhoz adva felhasználható ennek kvalitatív és kvantitatív meghatározására; a Ra-D az ólom indikátora.”

Hevesy számára aligha lehetett kétséges a felfedezés értéke, alkalmazhatósága. 1914-ben írt levelei már mind Bohrnak, mind Rutherfordnak beszámoltak az „indikátormódszerrel” végzett újabb kísérleteiről, és Bohr hamarosan kifejezte elismerését is, mondván, „különlegesen érdekesnek tartom munkádat a radioindikátorral, és eredményeidet az oldékonyságra vonatkozóan.”

Kérdés azonban, mit szólt Rutherford, aki végül is tiszta Ra-D-re vágyott, nem zseniális, új kémiai módszerre. Hevesy 1913. április 25-én kelt, önvallomásszerű levelében biztosította manchesteri főnökét, hogy őszinte szándék vezette a szétválasztásban, ám ami lehetetlen, az lehetetlen. „Soddy nézete volt – írta Rutherfordnak –, hogy nem a kísérletezők ügyetlenségéből következik, hogy a rádium-D-t és az ólmot mindeddig nem választották el, hanem ezen elemek »elválaszthatatlanságából«. Be kell vallanom,

hogy hosszú ideig reméltem, el lehet majd választani ezeket a testeket, és nem fogadtam el Soddy nézetét.” Ugyancsak egy oral history interjúbán mondta el Hevesy, hogy Rutherford „meghívta Boltwoodot, aki nagyszerű kémikus volt a Yale egyetemen, hogy válassza el az óniumot a tóriumatomoktól. Neki sem sikerült, így aztán nem álltam egyedül. De nem hiszem, hogy [Rutherfordot] túlságosan érdekelte volna a munka; meg volt elégedve, mert elláttuk rádium-D-vel, amit emanációs csövektől nyertünk.”

Az egész történet tehát általános hepienddel zárult. A főnök az emanációs csövekből megkapta, amit kért, Hevesy nem keveredett rossz hírbe, mivel mások, a nála nevesebbek is vereséggel távoztak néhány elválasztás harcmezejéről; és a legfőbb: közben nemcsak elmélyült ismeretségbe került az izotópokkal, hanem fölfedezte az óriási távlatokat nyitó izotóptechnikát is.

Egyetlen percig sem volt kétséges, hogy a rádium-D-vel végzett kísérleteik sok szempontból igen jelentősek. Soddy, Nobel-előadásában, Hevesyék elválasztási kudarcát az izotópok legkorábbi bizonyítékai közé sorolta és „elegáns módszerüket, mely a radioelemeket mint indikátorokat alkalmazza”, az elválaszthatatlanság melletti legfontosabb korai érvek között tartotta nyilván.

A módszer gyakorlati haszna alig ha volt tagadható, noha ennek mértéke a 10-es vagy 20-as években még a leghalványabban sem látszott.

A felfedezés helye

A bonyolult történetből nem tűnik ki, voltaképpen hol is született a később Nobel-díjjal jutalmazott felfedezés. Szóba jöhet ugyanis Manchester, Bécs, de – ha pontosan utánanéznünk – akár Budapest vagy más városok is. Hol dolgozott tehát Hevesy 1912 és 1914 között?

A válasz látszólag egyszerű: Manchesterben, és pár hónapig Bécsben. Ha ellenben a többi dokumentumot is szemügyre vesszük, egészen különleges, zavarba ejtő képet kapunk. Szinte képzelenség Hevesy tér- és időkoordinátáit megállapítani. Örökké utazott, szinte meg sem melegedett, máris továbbállt.

A levelei alapján egészen bonyolult útvonalú, kusza térképet lehetne fölrajzolni. 1912 februárjában Ausztriából egy szanatóriumból írta, hogy néhány hetet a Fekete Erdőn töltött, majd Párizsban, Karlsruheban, Bécsben. Márciusban egy Graz melletti fürdőhelyen olvasgatott, április elején Budapestről jelezte, hogy Heidelbergbe készül, de a hónap végén egy osztrák üdülőből írt heidelbergi terveiről, amit rövidebb müncheni látogatással kívánt összekötni. Decemberben ismét Budapestről küldte levelét, de beszámolt németországi találkozásáról Geigerrel és Fajanssal. 1913 januárját biztosan Budapesten töltötte, ekkor ment keresztül a

magántanári procedúrán. Február végén Bécsből jelentkezett, mondván, akadt néhány hete, kihasználja a rádiumintézet megismerésére. Április elején azonban Budapestről számolt be az indikátormódszer felfedezéséről Rutherfordnak, és közölte, hogy Meránba készül pihenni. Persze tudjuk, hogy közben a bécsi Akadémián előadták a nyomjelzést, ám áprilisban valóban Meránból (Dél-Tirol) jelentkezett, és készült Manchesterbe. Útba ejtette Németország mellett Londont, de júniusban már Manchesterből invitálta Bohrt Birminghambe. Júliusban Cambridgeből, augusztusban egy másik angliai városból, szeptember elején Walesből adott hírt magáról. Az őszt ismét Bécsben, az októbert Budapesten töltötte, mindkét helyen kísérletezett. Karácsonykor is itthon volt, legalább január végéig, majd a szokásos állomások, Bécs, Merán, Budapest, nyáron készülődésként Angliába, közben Hollandia, Scheveningen.

Még ha néhány állomás ki is maradt volna, akkor is szédítő felsorolni. Kivált, ha figyelembe vesszük, hogy mindezt nem repülőn, hanem vonaton, rosszabb esetben hajón (Hevesyt minden hajóúton szörnyű tengeribetegség kínozza) kellett megtennie. Ahogy nem látszik érvényesnek az az elképzelés, hogy időszakunkban Hevesy kizárólagos feladatának tekintete volna, hogy Rutherford kérését teljesítse, éppúgy nem érvényes az sem, hogy egyetlen munkahelyen, sőt egyetlen városban tartózkodva követte volna nagy formátumú kutatási tervét. Azt sem mondhatjuk azonban róla, hogy a tudományt csupán intellektuális szórakozásnak, nagyúri kedvtelésnek tekintette egyéb világfiass passziói mellett, amelyekbe a kalandos utazások is beletartoznak. Jellegetes kutatási stratégiájának lényege, hogy oda kell menni, ahol intellektuális vagy materiális szempontból a legkedvezőbbnek látszanak a feltéte-

lek az adott feladat megoldásához, vagy egyszerűen csak valami nagyon fontos történik. A fölkeresett városok nagyrészt a szakma legjelesebbjeinek lakó-, illetve munkahelye, ahol valódi, nem-formális eszmecserekből lehetett kikovácsolni saját álláspontját, felcsipni a legújabb, adott esetben félkész, talán soha közzé nem teendő információkat, nézeteket, olykor konkrét mérési eredményeket. Egyszerűen nem lehet túlértékelni a Rutherforddal, Bohrral, Fajansszal, Soddyval vagy éppen Einsteinnel, Nernsttel, Marie Curie-vel folytatott beszélgetéseket. Miközben Dr. Pringnek Manchesterbe küldte az ötleteket, megnézte Geiger új műszereit, Fajans remek laboratóriumát, betoppant Mme Curie készülékei közé, vitatkozott a Bunsen társaságban, Budapesten pedig többféle kísérlete zajlott egy időben stb.

Az utazó életmód, az eleven kapcsolat szinte minden fontos kutatóhellyel és jelentősebb kutatóval, nyil-

vánvalóan igen hasznos. Megvalósításához azonban sok energia, vállalkozókedv, jó kontaktuseremtő készség, nyelvtudás, és ki tudja még mi minden szükségeltetik. Egy dolog bizonyosan kell: pénz.

Hevesy tehát sajátos stratégiájával elérte, hogy eredményessége javára fordítsa a manchesteri tudást és munkafegyelmet, Rutherford lenyűgöző személyiségének hatását, Bohr a többség előtt akkor még rejtve maradt zsenialitását, a kitűnő bécsi intézetet, Paneth remek kísérletező képességét. Ha ehhez hozzászámítjuk saját ragyogó tehetségét, tudását, széles látókörét, jórészt Budapestről hozott lendületét, kreativitását, ambícióját, közelebb kerülünk ahhoz, hogy megértsük a híres, felfedezés történetét. Nemcsak a felkészültség, hanem ez a stratégia is közrejátszott Hevesy teljesítményében.

Ezek után talán már nem is olyan lényeges megmondani, hol is bukkant a nyomjelzés ötletére. Nincs kizárva,

hogyan az egyik vonaton. Sikereiben bizonyára csakugyan fontos szerepet játszottak az utazások, a sokféle személyes kapcsolat és sokféle gondolkodás asszimilálása.

Hevesy önéletrajzi feljegyzéseiben hívta fel a figyelmet a következőre: „Amikor 1913 első napjaiban Paneth-tal hozzáláttunk, hogy a rádium-D-t az ólom nyomjelzőjeként alkalmazzuk, az »izotóp« szót még nem alkották meg.” Az izotóptechnika kezdete olyannyira korai, hogy jószerivel a felhasználás jelenségről alkotott fogalom sem állt még készen. A józan észnek látszik ellentmondani, hogy az alkalmazás megelőzte a fogalomalkotást; mintha az elemi logika állt volna a feje tetejére.

A hafnium felfedezése

Hevesy Györgyöt nem a radioaktív indikációs módszer tette híres tudóssá, hanem a 72. rendszámú elem felfedezése. Ez azért is különös, mert ké-

miai elemek felfedezéséért inkább a 18–19. században ünnepelték a vegyészeket, azt gondolván, hogy az elemek a természet alapvető építőkövei és felkutatásukkal újabb téglákat helyeznek el a még nem teljesen kész anyagszerkezeti elmélet épületén. A 20. században az érdeklődés már másfelé fordult; új kémiai elemekkel általában nem lehetett többé szenzációt kelteni. Ebben az időben már csak a szűk szakberkeket foglalkoztató ritkaföldfémek területén remélhettek ilyesféle sikereket, de ez technikailag igen nehéz volt, mert a ritkaföldfémek rendkívülien hasonlóknak mutatkoztak egymáshoz. Talán éppen a nagy technikai ötletességet, igen precíz munkát és a különleges ásványokhoz való hozzáférést igénylő kutatás magyarázza, hogy ritka nagy ellenségeskedés ütötte fel a fejét a szakágban. Olyan nagy, hogy a kutatás két protagonistája, az osztrák Auer von Welsbach és a francia Georges Urbain vitá-

ja az itterbiumról mintegy nemzeti alapon szembeállította a két ország kémikus közösségét.

Urbain 1911-ben a lutécium mellett új elemet talált, a 72. rendszámú celtiumot. Úgy gondolta, ez is ritkaföld, de Moseley röntgenspektroszkópiás vizsgálata nem tudta eredményét egyértelműen se igazolni, se cáfolni. Urbain munkatársával, Dauvillier-vel 1922-ben közölte, hogy sikerült a ritkaföldek közül a korábbinál kicsit jobban szeparálnia a celtiumot és a spektroszkópiai azonosítás is sikerre vezetett. Más tudósok azonban a kérdéses spektrumvonalakat túl halványnak tartották ahhoz, hogy végleges ítéletet mondjanak. A kísérleti adatokat mindenki elméleti előfeltevései alapján értékelte.

Hevesy ugyanez év januárjában Bohrral sétálgatott a tengerparton és figyelmesen hallgatta, milyen fejtorést okoz Bohrnak a celtium. Éppen azzal foglalkozott ugyanis, hogy az 1913-

ban elkészített atommodellje alapján megmagyarázza az összes létező kémiai elem szerkezetét, azaz magát a periódusos rendszert. A ritkaföldfémek ebben – Mengyelejev táblázatában – különleges helyet töltenek be. A III. oszlopba tartozó 57. rendszámú lantán után következnek, de rendszerint nem a IV. oszlopba írják őket, hanem külön sorba, mert kémiailag nagyon közel állnak egymáshoz és a lantánhoz, és ezzel megtörnék a kémiai tulajdonságokra vonatkozó periodicitást. A század elején persze nem lehetett azt sem tudni, hány van belőlük, hányas számú elemmel záródik le a soruk. Bohr úgy gondolta, a periódusos rendszerben vízszintesen haladva az atomok külső elektronhéjára kerül mindig eggyel több elektron, és a sor végén, a nemesgázoknál lezárul egy héj, a következőben pedig új kezd feltöltődni. A lantán után azonban nem a külső 5d héj, hanem a még telítetlen 4f héj épül tovább, ame-

lyen még tizennégy elektron fér el. Ha ez igaz, a 71. elem az utolsó ritkaföld. Ezzel szemben Urbain celtiuma már a 72-ik, mégis ritkaföldnek bizonyult. Ez a tény tökéletesen felborította Bohr számítását, és képtelen volt megmagyarázni a dolgot.

Hevesy, ismerve a ritkaföldfémek kémiájának bizonytalanságát, azt tanácsolta, Bohr ne tekintse készpénznek Urbain eredményeit. Egy rosszul látható spektrumvonal nem elegendő alap. A komoly vegyész számára csak a kipreparált anyagnak van igazi bizonyító ereje. Tökéletesen megbízott Bohr modelljében, és ezért a 72. számú elemet a periódusos táblán nem a ritkaföldfémek közé, hanem ezek után, már a IV. oszlopba helyezte a titán, illetve a cirkónium alá, a tórium fölé. Szokásos magyarországi nyári vakációja idején mélyült el a geokémiában, és azt fontolgatta, hol keresse a 72. számú elemet. Végül is találomra a cirkóniumásvány mellett

döntött a tórium helyett. Megbeszélte a dolgot Bécsben Panethtal, aki lelkesen helyeselt. Kapóra jött, hogy éppen ebben az időben érkezett a Bohr-intézetbe a holland Dirk Coster, aki pont akkor doktorált röntgenspektroszkópiai témából Manne Siegbahnnál Svédországban. A Bohr-intézet számára kellett új röntgenspektroszkópot építenie, ami Hevesyt már Moseleyval való együttműködése óta nagyon érdekelt. Azt javasolta tehát Costernak, próbálják ki a készüléket egy cirkóniumtartalmú ásvány vizsgálatával, melyet az egyetem geológiai intézetétől szereztek. Az ásványt meg kellett tisztítani, mert vélhető volt, hogy kevés 72. rendszámú elemet tartalmaz, de amikor készen voltak és az anyagot behelyezték a készülékbe, a már előre kiszámított spektrumvonalak kristálytisztán ott ragyogtak.

Mindez már 1922 decemberében történt. Bohr kapta meg a fizikai Nobel-díjat, és már Stockholmban tar-

tózkodott. A díj átvétele utáni napon Nobel-előadás, tervei szerint a periódusos rendszer magyarázatáról. De mi lesz a 72. számú elemmel? Elképzelhető, mennyire siettek Hevesyék Kopenhágában. Amint megkapták a vonalakat, Hevesy rohant az állomásra, irány Stockholm, Coster pedig a telefonhoz, hadd könnyebbüljön meg Bohr a hír hallatán mihamarabb. Így történt tehát, hogy Hevesyék fölfedezését Bohr hozta nyilvánosságra, élete talán legemelkedettebb pillanatában.

A drámai bejelentés valódi szenzációt, prioritási harcot és komoly ellenségeskedést hozott. Hevesy 1925 őszéig írt egy könyvet és több mint 30 cikket az új elemről, melyet hafniumnak nevezett el Kopenhága latin neve után. Ekkorra már sikerült fémállapotban is előállítania. A hexafluorid komplexek oldékonysági különbsége révén ismételt frakcionált kristályosítással elválasztotta a cirkóniumot és a

hafniumot, majd utóbbit fémnátriummal redukálta. Ezzel végleg kezébe került az új elem. Ámde addig meg kellett küzdenie az elkeseredett támadókkal.

A francia tudósközösség szinte egyöntetűen megsértődött a bejelentés hírére, mert Urbain és csoportja állítását vonták kétségbe, kezdetben szintén csak holmi spektrumvonalak alapján. Közben ugyanis Hevesyék megvizsgálták a hafnium optikai spektrumát és az Urbain által felfedezett anyagét is, és kimutatták, hogy az Urbain által látott vonal egyszerűen nem létezik ott, ahol állították. Ámde némi elméleti spekuláció meg a halvány vagy fényes fénycsíkok hogyan is adhatnának alapot egy nagy nemzet tudósának elmarasztalására? Urbain kitarzott amellett, hogy valójában ő fedezte fel a 72. számú elemet.

A politikai éltől sem mentes szakmai vita ráadásul átterjedt Angliára. A British Museum fővegyésze, Alex-

ander Scott éppen nem tudta azonosítani az Ausztráliából származó homokminta egyik frakcióját, ezért, amint meghallotta Bohr bejelentését, rájött, hogy ez csak hafnium lehetett, és a polcán lévő homokban ő már Hevesyék előtt régen felfedezte a kérdéses elemet. A Times 1923 februárjában, majd az Observer is, elégedetten az angol tudomány diadalaként prezentálta Scott felfedezését. Amikor aztán Scott elküldött egy mintát a homokból Hevesyéknek, csak alumíniumot, titánt és vasat találtak benne, hafniumból vagy akár cirkóniumból még nyomokat sem. Erre Scott elismerte tévedését. Mégis, amikor Hevesyék a tekintélyes angol Chemical Newsban is közölni akarták eredményüket, a laphoz közel álló régi bécsi kolléga, Lawson megírta Hevesyéknek, hogy az egyik bíráló szerint a lapnak ragaszkodnia kellene a celtium névhez, mert ezt „Urbain adta, a nagy francia nemzet képviselője, mely nem-

zet lojális volt hozzánk a háborúban. Nem fogadhatjuk el a dánok által adott nevet, mert a dánok csak a hadiszákmányt vágták zsebre." A háború okozta érzelmek még ebben az időben is ott lappangtak a tudomány világában, fűzte az esethez a Bohr-intézet történetírója.

Hátha még azt is tekintetbe vesszük, hogy Hevesy a Monarchia oldalán „harcolt”, és szövetségesévé, sőt barátjává vált az osztrák Auer von Welsbach, Urbainék másik nagy ellenfele a ritkaföldfémek kutatása terén. Auer rendelkezett a ritkaföldfémeket tartalmazó ásványok legnagyobb gyűjteményével a világban. Amikor Hevesynek átadott néhány mintát, elbeszélgettek arról, hogy Auer rendszerint a ritkaföldfémek kettős szulfátjait használta elválasztásra, Hevesy viszont a fluoridokat, amelyek a hafnium esetében valóban lényegesen jobb eredményt adnak. Mint kiderült, Hevesy egyszerűen rá-

hibázott a hatékony eljárásra, nem vezette elméleti megfontolás.

A nagy csatározás ellenére vagy éppen ezért Hevesy a háború után először végre ellátogathatott Angliába, ahol Rutherford kimutatta a régi időkből származó kitüntetett barátságát. Ortvyay Rudolfnak, a budapesti egyetem fizikaprofesszorának azt írta Hevesy, hogy a hafniummal kapcsolatos munka „rengeteg energiát és időt emészt. A redakcióban igen nagy része van Bohrnak és a kefelevonatokat Rutherford javítja át. A levelezés így a jelenleg két legnagyobb természettudós kezén megy át, ami igen megnyugtató.” Az, hogy Rutherford visszafogadta, nagyon fontos volt, és talán azt is befolyásolta, hogy Hevesyt meghívták a Solvay-konferenciára, a legnagyobb tudósok körébe.

A Nobel-díj is elérhető távolságba került 1923-ban. Egykori munkatársa és egyik életrajzírója, Levi szerint

sokan tartották biztosnak, hogy Hevesy és Coster kapja majd meg. Am Coster ezen a nyáron Stockholmban azt tapasztalta, hogy egészen nyíltan beszélnek a svéd akadémikusok arról, hogy korábban Urbain abszolút biztos befutónak látszott, de az ő celtium-cáfolatuk megghiúsította a kitüntetést. Éppen ezért a francia tudósok még sok évig nagyon rossz néven vették volna, ha a hafniumért Nobel-díjat adnak. És a Nobel Alapítvány semmiképpen nem akarta megsérteni az egyik legtekintélyesebb nemzeti tudósközösséget. Hevesy annyira a szívére vette a méltatlanságot, hogy ezután a Nobel-díjat nem is tekintette igazi megbecsülésnek: a Royal Societytől 1949-ben kapott Copley-díjat többre tartotta saját Nobel-díjánál.

A neheztelést próbálta oldani és jelentős mértékben csakugyan enyhítette is F. Joliot, I. Curie és J. Perrin 1936-os ajánlása, mely azonban, kompromiszsumként, Hevesyt még mindig Ur-

bainnel együtt javasolta kitüntetésre. A politika és a nacionalizmus tehát nemcsak a tudományos viták hőfokát növelte, hanem behatolt a Nobel-bizottság vastag falú, hűvös termeibe is, és átszínezte Bohr elméletének ragyogó kémiai megerősítését, mely felsorakozott a fizikai és spektroszkópiai evidenciák mellé széles ösvényt vágva a fizika és a kémia közötti amúgy sem nagyon átjárható határon.

Hevesy György 1927-ben könyvet publikált mind a hafniumról (Das Element Hafnium, Springer) mind a ritkaföldekről (Die seltenen Erden vom Standpunkte des Atombaus, Springer). A sok küzdelem, pletyka, veszekedés, elméleti újdonság, kísérleti technika, a híres emberek részvétele és még ki tudja mi minden Hevesyt egyértelműen beemelte a nemzetközi tudomány vezető személyiségei közé. Győzött a vitában, híres tudós lett, majd egyre inkább a biológia felé fordította kutatásai irányát.

*Biokémiai, biológiai, orvostudományi
kutatások*

A már világhírű Hevesy György legnagyobb sikereit az élő szervezet kutatásában érte el. A nemzeti tudósközösségek közötti konfliktusok következtében korábban elmaradt Nobel-díjat is ez hozta meg számára. A biológiai irányon belül mindenekelőtt a radioaktív indikáció segítségével feltérképezhető új területeket kutatta, melyek végül „nukleáris medicina” néven önálló diszciplína rangjára emelkedtek. Hevesyt (akit újabb kollégái lassanként fiziológusnak kezdtek tekinteni) az új szakterület elindítójaként tartják számon.

Az alapelv lényegesen egyszerűbb, mint a megelőző nagy eredményeké. A radioaktív indikátorok alaptulajdonsága, hogy valamely elem aktív és inaktív izotópjának összekeverésével és az aktív izotóp sugárzásának mérésével az inaktív izotóp is meghatároz-

ható. De persze nemcsak a lombikban. Miért ne lehetne az aktív izotópot GM-csővel olyan helyen is megkeresni, amelyhez amúgy elvben nem lehet hozzáférni: mindenekelőtt az élő szervezetekben? Ha bejuttatjuk a vizsgálendő helyre, a sugárzás a szervezeten kívül is detektálható, és így olyan folyamatokról is tudósítanak, melyek másképpen tökéletesen hozzáférhetetlenek lennének. Ettől válik az indikátor nyomjelzővé. Maga az alapgondolat szinte természetes lehetett annak számára, aki éppen felfedezte a módszert és az alkalmazási lehetőségeken törte a fejét. Más kérdés, hogyan lehet ténylegesen is kivitelezni.

Kezdetek

Egy anekdota szerint, mint annyi minden Hevesy életében, a nyomjelzés biológiai alkalmazásának gondolata is Rutherford manchesteri laboratóriumában született, mégpedig a döntő je-

lentőségű évben: 1913-ban. Állítólag teázás közben a már sokszor említett zseniális Moseley, az újonnan felfedezett radioaktív indikációról tereferélve, csészejébe meredt és elgondolkozott: „milyen érdekes lenne” – jegyezte meg – „ha nyomon követhetnénk a tea útját az emberi testben”. Ez persze akkor nem látszott többnek bizarr ötletnél. Hevesy és Paneth ugyanis csak azt mutatta meg, hogy a radioaktív indikáció ólomvegyületekre alkalmazható, vagy legfeljebb azokra az anyagokra, melyeknek létezett aktív izotópja. Ilyen azonban vajmi kevés akadt 1913-ban. Hogy a vízben vagy a tea alapanyagában is lehetnek radioaktív izotópok, elképzelhetetlennek látszott.

Úgy tűnt, a nyomjelzést csak viszonylag szűk körben lehet majd felhasználni és főként csak a kémiai analízis céljaira. Bőven tudtak azért olyan feladatokat találni, melyek megoldásához ólmot nagyon kis koncentrációban kellett meghatározni. Az 1910-es

években ezeken kezdte el Hevesy a radioaktív indikációs módszer felhasználását. Láttuk, hogy Magyarországon Gróh Gyulával, Zeichmeister Lászlóval, Róna Erzsébettel közösen végzett kísérleteiben erre törekedett, és szép eredményeket mutatott fel a diffúziósebesség, a fázisátalakulások és a szerves anyagok molekuláris átrendeződéseinek tanulmányozásában. Hiába tűnt kézenfekvőnek, hogy az élő szervezetekben is meg kellene próbálni a radioaktív nyomjelzést, ha aktív izotópja csak olyan nehézfémeknek létezett, mint az ólom, melyek – közismert mérgező hatásuk miatt – csak igen korlátozottan használhatók élő szervezetekben.

A biológiai kísérletezés kezdő év-száma 1923. Ekkor végezte Hevesy első élettani kísérleteit radioaktív ólomizotópokkal. A koppenhágai Mezőgazdasági Egyetemen kimutatta, hogy a növényi szervezet által felvett radioaktív ólomizotóp nyomon követ-

hető a növény belsejében. Arra a váratlan megállapításra jutott, hogy a növénybe bevitt aktív ólomizotópok fokozatosan kicserélődtek a talajból felvett inaktívakkal. Ebből arra következtetett, hogy a növények is valódi anyagcserét folytatnak, azaz nem csupán beépítenek testükbe ásványi sókat, hanem le is adnak. Egy évvel később két munkatársával állati szervezetben tanulmányozta a rádium-F-fel jelölt bizmutot, mert a bizmut fontos szerepet játszott a szifilisz gyógyításában, és fontosnak látszott követni a szervezetben belüli útját.

Ezek a vizsgálatok csakugyan ösvényt vágtak egy bejáratlan tájon. Szinte találomra vagy egyszerű feltevések alapján lehetett próbálkozni, a modellek vagy elméletek irányító fénye nélkül, mert biztos volt, hogy minden egyes mérés soha nem hallott információt nyújt. A földrajzi felfedezőkéhez hasonló kalandot jelentett új kontinensek helyett a szervezet belsejébe hatolni

és követni az anyagok éppen csak sejtett útját. A távcsőhöz vagy a mikroszkóphoz hasonló új eszközt talált, amely segítségével észre lehetett venni, amit korábban soha, és amerre járt, csodálkozva körülnézett. Minden, amit látott, újszerűnek hatott.

A kibontakozás

A nyomjelzés teljes kifejlődéséhez az akkoriban kibontakozó magfizika néhány alapvető eredménye szolgáltatott lehetőséget. A hidrogén nehéz izotópját, a deutériumot Harold Urey 1932-ben találta meg (Nobel-díj: 1934). A nyomjelzés szempontjából még fontosabb, hogy 1932-ben a cambridge-i James Chadwick kimutatta Wilson-kamrájában a neutron (Nobel-díj: 1935), illetve a francia Frédéric Joliotnak és Iréne Curiének 1934-ben sikerült mesterségesen is előidéznie radioaktivitást (Nobel-díj: 1935). Enrico Fermi és csoportja Rómában neutron-

nal bombázta az összes hozzáférhető elemet, és megvizsgálta, milyen új, esetleg aktív elemekké változnak a besugárzás hatására (Nobel-díj: 1938). Mindez a nyomjelzés szempontjából azt jelentette: 1. a deutériumos víz (nehésvíz) megkülönböztethető a normális víztől, tehát meg lehet vizsgálni, az élő szervezetek vízforgalmát; 2. neutronbesugárzással elő lehet állítani nem toxikus (könnyű), mesterséges radioaktív izotópokat, amelyek követhetők a szervezetben, szervezetekben vagy biokémiai folyamatokban anélkül, hogy kárt tenne bennük.

A deutérium felfedezése után, Urey, akit Hevesy 1923 óta jól ismert, ajándékozott Hevesynek olyan vizet, amelynek 0,6 %-át alkotta a nehésvíz. Ráadásul Hevesy egyik asszisztense, A. Hofer rendkívüli szakértelemmel tudott vízsűrűséget meghatározni, ami óriási segítség volt, mert a deutériumos nyomjelzés módszere éppen ezen alapult. Így annak ellenére, hogy a

deutérium nem a legtökéletesebb anyag nyomjelzés céljára (fajlagos tömege túlságosan erősen tér el a hidrogénétől, melynek nyomjelzője) Hevesy megmérte az aranyhal vízcseréjét, és olykor 100 % fölöttinek találta. (Eközben, mellesleg új analitikai elvhez jutott, melyet izotóphígításnak neveznek.) A különlegesen magas érték arra utalt, hogy a víz egy része a test anyagaival is kölcsönhatásba lép. Ezért azt tervezte, hogy deutériumos jelöléssel megvizsgálja, milyen kicserélődési folyamatok játszódnak le a nehésvíz és a testben felhalmozódó zsír hidrogénje között, amit végül a terület másik kiválósága, Rudolf Schönheimer, német származású amerikai biokémikus végzett el munkatársaival.

Hevesy nem a molekuláris szint felé haladt, inkább meghatározta az emberi test víztartalmát, utána pedig azt, átlagosan mennyi ideig tartózkodnak a vízmolekulák a testben. Az 1920-as orvosi Nobel-díj nyertesével,

A. Kroghgal együttműködve, szintén nehézzvízzel még megvizsgálta a béka bőrének permeabilitását, amely a membránok működésének megértését segítette. Minthogy a membránok a sejtek áteresztő vagy félig áteresztő határfelületei, munkájuk a szervezet egyik alapvető működésére irányult.

A radiofoszforral végzett tanulmányok

Hamarosan mind Hevesy, mind Krogh felismerte, hogy a radioaktív izotópok lényegesen hatékonyabban használhatók nyomjelzésre, mint a deutérium. A Fermi módszerével előállított izotópok közül Hevesy a foszfor aktív izotópját választotta indikátorul, mivel a foszfor a szervezet egyik döntően fontos alkotórésze, és aktív izotópjának 14 napos felezési ideje kényelmes munkát tesz lehetővé. A megfelelő neutronforrások híján, óriási nehézség közepette maga állította elő a ^{32}P -t

kén besugárzásával. Rendkívüli bőségben záporozó ötleteinek megvalósítására soha nem volt elég az éppen rendelkezésre áll neutronforrás, ezért minden alkalmat felhasznált a lehetőségek tágitására. Rábeszélte néhány befolyásos embert, adjanak össze egy jelentősebb összeget, melyből méltó ajándékot lehetne vásárolni Bohr 50. születésnapjára. Sikerült összegyűjtenie 100 ezer dán koronát, amiből nem gyémántos emlékgyűrűt, hanem teljes 600 milligramm rádiumot tudott vásárolni Bohr számára, akinek csakugyan óriási örömet szerzett vele. Az ebből készült rádium-berillium forrás 1936-tól állt a kutatók rendelkezésére.

Hevesynek meg kellett tanulnia a számára lényegében ismeretlen biológiát és biokémiát, beleértve kísérleti módszereiket. Előbb laboratóriumát fel kellett szerelnie a radioaktív mérésekhez szükséges eszközökkel, utána a biológiai kutatás kellékeivel, köztük állatokkal, ólakkal stb. Utána magának

Hevesynek és asszisztenseinek meg kellett tanulnia, hogyan kell az ilyen munkát végezni, az etetéstől a boncolásig és a szövettani mintavételig. Bár sokáig a kísérletek jelentős részét az ilyesmiben már jártas laboratóriumokban folytatta, például a Carlsberg Laboratóriumában, az egyetem fiziológiai tanszékén, fogorvosi iskolájában vagy éppen Krogh laboratóriumában, a szokásos delokalizált módján, lassanként saját laborjában is megtanulták a fizikai intézetekben szokatlan technikát.

Az első olyan eredménye, mely aztán az orvosi kutatásban áttörést hozott, 1935-ből származott és a csontrendszer sajátosságaival foglalkozott. A Finsen kórházban Ole Chievitz főorvos és asszisztense végezte az állatkísérleteket, melyek során patkányokat radiofoszfort tartalmazó tápanyaggal etettek, kipreparálták csontvázukat és meghatározták a plazmájukban lévő foszfor aktivitását. Már az első 24 órában jelentős csontmegújulást tapasztal-

tak. Arra a következtetésre jutottak, hogy hamis az a természetesnek tűnő nézet, amely szerint a csontok a növekedés során anyagaik beépülésével véglegesen kialakulnak, és azután lényegében azonosak maradnak. Hevesyék kimérték, hogy a csontrendszer dinamikus viselkedést mutat, amennyiben állandóan felvesz és lead foszfort, vagyis az örökös felépülés és leépülés egyensúlyi állapotában leledzik. Ez olyan újszerű, a szemléletnek ellentmondó megállapításnak számított, hogy egyrészt a cikk bírálója a Nature című folyóiratnál óvatosságra intett a közléssel kapcsolatban (amit nem vettek végül figyelembe), másrészt megfújta a harsonát a biológusok és fiziológusok számára: megnyílt egy merőben új tudományos terület. Még ugyanebben az évben jelentkezett Schönheimer a zsírok dinamikus viselkedésére vonatkozó tanulmánnyal és azután hosszú sorban jelentek meg az újabb írások hasonló témakörben.

Hevesy előbb azt vizsgálta, milyen mértékben újulnak meg a foszfatidok az agyban, majd más szövetekben. A megtermékenyített tojásba juttatott aktív foszforral meg tudta vizsgálni a foszfatidok képződését a csirkeembrióban; kimérték, hogyan cirkulálnak, illetve halmozódnak fel a foszfatidok a nyúl különböző szövetében; később az élesztősejtekben, majd növényekben vizsgálták a foszforfelvételt; Kroghal tanulmányozták a foszfor beépülését a fogak anyagába és a fogzománcba; a kecsketej kazeinjét Atennel vizsgálták.

Mint minden vadonatúj eredmény esetén, a radioaktív nyomjelzéssel kapcsolatban is merültek fel kételyek. Például S. P. L. Sörensen, tekintélyes biokémikus, aki különösen a fehérjék analízise terén ért el fontos eredményeket, az eljárást érdektelennek és főleg megbízhatatlannak tartotta. Sörensen közeli munkatársa, Linderström-Lang Hevesy 1923-as biológiai zsengé-

it ismerte, nívótlannak tartotta, és erre alapította az egész módszerre vonatkozó kedvezőtlen véleményét. (Később mindketten homlokegyenest ellenkező meggyőződésre jutottak, és eredményesen működtek együtt Hevesyvel.) A pro és kontra érvek kitergetésére Hevesy 1938 tavaszán nemzetközi konferenciát szervezett. Ezen megjelent Joliot Curie, beszélt Krogh, a német Otto Meyerhof (az 1923-as orvosi Nobel-díj nyertese), a Needham házaspár Angliából és Joseph Parnas lvovi professzor is, a szénhidrát-anyagcsere eredményes kutatója, aki fontos együttműködést alakított ki Hevesyvel. Jóllehet a vitában, kivált Meyerhof részéről, itt is elhangzottak kemény ellenvetések, a hallgatóság nagy része fiatal kutatókból állt, akik igen sokat tanultak az elhangzottakból. Kipróbálták saját munkájukban, és hozzájárultak a módszer elterjesztéséhez, továbbá magának a konferenciának sorozattá alakításához, nemzetközi szer-

vezetek felállításához, azaz a terület diszciplínává szervezéséhez.

Koppenhágai tartózkodásának végén Hevesy még olyan alapvető témákba fogott, mint a DNS tanulmányozása (de nem genetikai szempontból, mely sokkal később kezdődött), különös tekintettel a DNS képződési mechanizmusára, és a szervezetben való vándorlására. Saját munkássága szempontjából is döntő jelentőségre tett szert az a megállapítása, mely szerint a foszfor beépülési sebessége akkor ér el magas értéket, amikor magas a sejtképződés sebessége, azaz például a szervezet növekedésének idején. Következtetése azon alapult, hogy a radiofoszfor meglepően lassan épült be a DNS-be, sőt ugyanezt a lassúságot tapasztalta az 1930-as évek végén megindított hematológiai vizsgálataiban is: azt találta, hogy a vörösvértestekbe igen lassan lép be a megjelölt foszfát. Később rájött, hogy a vörösvértestek csapdafélét képeznek a fosz-

forvegyületek számára, így ha már bejuttatták a megjelölt foszfort valamely állat vérébe, ez levehető és befecskendezhető egy másik, esetleg rokon állatba, majd a hígulás alapján meg lehet mérni az egész szervezet vörösvértest tartalmát. A nyulakon kipróbált módszerek persze óriási jelentősége lett később.

Körülbelül itt tartott a háború vége felé. És ez volt az a pont, amikor már tényleg megkapta a Nobel-díjat. Nobel-előadásában mindez szerepel, hatalmas mennyiségű kísérleti anyaggal.

A nukleáris technika fejlődésének hatása

A háború alatt jelentősen javult az izotóp-előállítás technikája. Amerikai útján Hevesy összebarátkozott a ciklotron nagymesterével, Ernst Lawrence-szel, aki rendszeresen küldött neki radioaktív izotópokat (kezdetben légipostán, borítékban!), előbb a Martin

Kamen által készített ^{32}P -t, később ^{24}Na -ot és ^{42}K -ot is. A háború utáni újabb amerikai útján Hevesy már azt tapasztalta, hogy a nukleáris technika – jelentős részben nyilván az atom-bomba-kutatás eredményeként – hihetetlenül nagyot fejlődött. Ennek mintegy mellékkövetkezményeként az ő tudományterülete is óriási lendületet vett. Ekkor Amerikában már kórházak is használták, és egyre-másra nyíltak meg az újabb felhasználási irányok. A korábbi európai tanító most már tanulni kényszerült saját felségterületén.

Ilyen új területnek tekinthető a rák-kutatás, mely abból az eredményéből nőtt ki, amely szerint a DNS meglepően lassan inkorporálja a ^{32}P -t. Hevesy munkatársaival arra a véleményre jutott, hogy a ^{32}P DNS-be való felvétele valószínűleg nem az utóbbi megújulását méri, hanem az új sejtek képződését. Ebből az következik, hogy a sejt-szaporodás tanulmányozható a fenti módszerrel. Márpedig a sejt-szaporodás

tipikus területe a tumorképződés. Elkezdett tehát az iránt érdeklődni, hogyan képződik a DNS a tumorban.

Az egyik eredmény szülte tehát a másikat, de közben bátran át kellett lépni az egymástól elvileg eltérő kutatási területek határait: amíg eddig a sugárzó anyagot bevitte a szervezetbe, és azt tanulmányozta, miként viselkedik benne, ettől kezdve a kívülről jövő sugárzás élő anyagra gyakorolt hatását kezdte tanulmányozni. Ez persze magában foglalta a röntgentől a különféle radioaktív sugárzásokig terjedő sugárzások hatását, és ismerve ennek leírhatatlanul nagy terapeutikus szerepét, könnyű méltányolni a kutatás fontosságát. A stockholmi Hans v. Eulerrel közösen végzett munkájuk során a kitűnő kísérleti anyagnak bizonyult Jensen-szarkomás patkányokban vizsgálták, hogyan blokkolja a röntgensugárzás a DNS-képződést. A sok új ismeretet eredményező kutatásban Lucie Ahlstöm fel-

adata volt, hogy Svédországban kinyerje a DNS-t és a különféle egyéb foszforvegyületeket a besugárzott szövetekből, magukat a radioaktivitás-méréseket viszont Koppenhágában végezték.

Ki tudták mutatni, hogy amikor a patkányt röntgensugárzásnak tették ki, a DNS képződése 50 %-kal csökkent; megállapították, hogy a bal oldali besugárzás nem csupán a bal oldalon lévő daganatra hat, hanem befolyásolja a jobb oldali szarkómát is; megmutatták, hogy a hatás nem függ az életkortól, újszülött patkányon ugyanazt az eredményt kapták, mint a már kifejlett példányokon.

Újabb lendületet kapott a DNS kutatása a radioaktív szénizotóp előállítását követően. A jelzett ecetsav ($\text{CH}_3\text{-}^{14}\text{COOH}$) molekulát be lehetett vinni a DNS purinjaiba, és így megvizsgálhatták, hogyan épül be a szén a besugárzott egerek DNS-ébe. Ugyanezzel az izotóppal tanulmányozták egyebek között a bi-

karbonát-, a glukóz- és a zsírsav-anyagcserét, melynek során megállapították, hogy a májban lévő zsírsavfrakciók igen gyorsan cserélődnek.



A csak egészen vázlatosan bemutatott, igen tarka, sokirányú biológiai munkássága során Hevesy gyakorlatilag átképződött profi biológussá. Sokan nem is tudták, hogy nincs orvosi diplomája, hanem valójában vegyész. Lassanként azonban fogyni kezdett az energiája. Idős korában azért még mindig folytatta tumorkutatásait, és tanulmányozta, hogyan károsítja a besugárzás a nyúl hemoglobinját, illetve ezzel összefüggésben a vas metabolizmusát tanulmányozta.

A még mindig gyarapodó új eredmények mellett azért egyre több visszaemlékezése jelent meg. Egyre többet merengett a múlton, barátain, életén. Bohr halála (1962) után már nemigen végzett aktív kutatómunkát, de személyes kapcsolatait a kutatók-

kal az utolsó pillanatig megmaradtak, érdeklődése soha egy percre sem szűnt meg.

Közvetlenül halála előtt a Pápai Akadémián hematológiai konferencián vett részt. Oxigénsátorra volt szüksége a légzéshez. A szakma még épp-hogy élő legendájaként ünnepelték az igazi nagyoknak kijáró tisztelettel.

IRODALOM HELYETT

A terjedelmi korlátok nem tették lehetővé, hogy írásomat részletes jegyzet-apparátussal lássam el.

Az adatok levéltári forrásokra (Nobel Archives of the Royal Swedish Academy of Science, Sources for History of Quantum Physics, Rockefeller Archive Center, ELTE levéltár, MTA RAL és más levéltárakból, például a bécsi Institute für Radiumforschungból, Cambridge-ből és számos más levéltárból másolatban küldött egyes levelek), oral history interjúkra (főleg Hevesy családtagjaival: Jenny, Ingrid és Pia Hevesyvel, illetve Gustaf Arrheniusszal), megjelent életrajzokra, illetve bibliográfiákra támaszkodnak.

A nyomtatásban megjelent legfontosabb életrajzok az alábbiak:

G. HEVESY: A Scientific Career, Collected Papers. Pergamon Press, London, 1962.

J. D. COCKROFT: George de Hevesy 1885–1966. Biogr. Mem. of Fell. of Roy. Soc. (1967) 125–166.

H. LEVI: George de Hevesy: Life and Work. Rhodos, Copenhagen, 1985.

MARX GYÖRGY (szerk.): George de Hevesy 1885–1966. Festschrift. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1988. A Festschrift tartalmazza a legteljesebben Hevesy tudományos publikációinak bibliográfiáját.



A munka jelentős részben az OTKA T-017964 számú téma keretében készült.



A kiadásért felelős
az Akadémiai Kiadó Rt. ügyvezető igazgatója
Nyomdai előkészítés: Kármán Tamás
A nyomdai munkálatokat
az Akadémiai Nyomda Kft. végezte
Felelős vezető: Reisenleitner Lajos
Martonvásár, 1998
Felelős szerkesztő: Nagy Tibor
Műszaki szerkesztő: Gábor Péter
Kiadványszám: A-98-51
Megjelent 6,125 (A/5) fv + 1 oldal melléklet
terjedelemben