

## Tudománytörténet

# OROVÁN EGON SZILÁRDTESTFIZIKUS SZÜLETÉSÉNEK CENTENÁRIUMÁN

Kovács László

tszv. főisk. tanár Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola, Szombathely  
(94) 313-892 e-mail.: klaci@fs2.bdtf.hu Berzsényi D. Főisk. Szombathely

*“Az 1946. év ... eseménye – amelyre kellemesen gondolok vissza – Sir Isaac Newton, a valaha is élt angol tudósok legnagyobbika születésének háromszázadik évfordulója volt. Londonban és Cambridge-ben egyaránt megünnepelték. ...*

*Az ünnepély egyik fénypontja a Cavendish-laboratórium meglátogatása volt, ahol bemutatták a fizika legújabb eredményeit. Nekem személyesen nem a kiállítás okozta a legnagyobb örömet, hanem hogy az előadó ugyanolyan vaskos magyaros kiejtéssel beszélt, mint én. Orowan professzor volt, aki most az M. I. T.-n van, és a szilárdtestek fizikájának egyik vezető tudósa.”<sup>1</sup>*

*Kármán Tódor*

Orován Egon (Egon Orowan) nevével szeretett profeszorum, *Kedves Ferenc* fordításában találkoztam először a C. Kittel *Bevezetés a szilárdtest-fizikába* (Akadémiai Kiadó, 1966) c. könyvben: „Azt a tényt, hogy

<sup>1</sup> Kármán Tódor – Lee Edson: *Örvények és repülők, Kármán Tódor élete és munkássága*, Akadémiai K., 1994. (az eredeti, bostoni kiadás 1967-ben jelent meg)



a csúszás a csúszási sík mentén diszlokációk mozgása révén megy végbe, egymástól függetlenül Taylor, Orowan és Polanyi ismerte fel 1934-ben. A diszlokációk fogalmát nem sokkal korábban Prandtl és Dehlinger vezette be.”

*A Royal Society of London és a U. S. National Academy of Sciences* életrajzi memoárjai

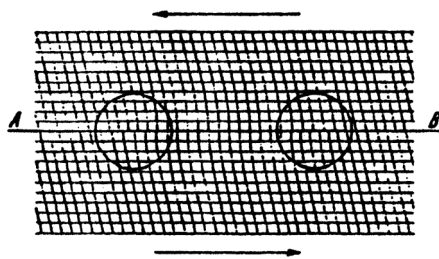
Orován legnagyobb érdemének a képlekeny alakváltozásnak a diszlokáció fogalmával történő magyarázatát tartják.<sup>2</sup> Külön érdekesség, hogy a részletes fizikai elmélet Budapesten született. A fogalom maga németországi eredetű. *Ludwig Prandtl*, Kármán Tódor göttingeni mestere, majd tudományos riválisa a rugalmas utóhatás magyarázatára már 1913 előtt olyan modell alkalmazott, amelyben fellelhető a diszlokáció fogalmának csirája – amint ezt Orován írta 1935-ben. Ő maga a Berlin-Charlottenburg-i műegyetemi diplomamunkájában és a kristályok alakíthatóságáról írt első cikkeiben foglalkozott érintőlegesen e kérdéssel. A részletes, alapvető tanulmányt 1933-ban, Budapesten akkor készítette el, amikor állás

nélkül volt és ráért gondolkodni. Évekkel korábban a Berlini Műegyetemen *Polányi Mihály*, az egyetem tanára, *Wigner Jenő* doktori témavezetője is foglalkozott a diszlokációkkal. Polányi és Orován több alkalommal hasznos eszmecserét folytatott a témáról, ezért Orován, amikor megalkotta a teljes elméletet írt Polányinak és közös cikket javasolt. Polányi ezt azzal hátrította el, hogy a fő érdem Orováné. Végül abban egyeztek meg, hogy külön-külön készítik el a cikket, de megkéri *Scheel* professzort, a *Zeitschrift für Physik* szerkesztőjét, hogy egymás utáni oldalakon közölje azokat. Így is lett. A cikkek megjelenése után, 1934-ben, G. J. Taylor írt Orovának és elküldte a *Proceedings of the Royal Society* folyóiratban hamarosan megjelenő írásának kefélenyomatát. Taylor hetekkel korábban adta le kéziratát, mint Polányi és Orován, csak a megjelenés késett. Taylor is alkalmazta a diszlokáció fogalmát, azonban értelmezései hibásak voltak. Azt állította például, hogy a diszlokációk termikus aktiváció során keletkeznek, pedig tudjuk, hogy mechanikus hatásra jönnek létre, mennyiségükre nincs termodinamikai megkötés.

Orován nem tudta, hogy Taylor nála idősebb, tekintélyes angol mérnök, és azt válaszolta, hogy az egész elmélet rossz. Erre Taylor visszaírt, hogy Orován nem tudja követni az ő matematikai levezetéseit. Végül Orován meggyőzte Taylort, aki meghívta őt cambridge-i házába.

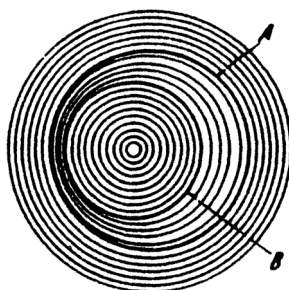
Ötven évvel később is meghívták Orovánt az amerikai Cambridge-ből az angliai Cambridge-be, a diszlokáció-elmélet 50 éves jubileumának megünneplésére. Ő felesége betegsége miatt nem tudott elmenni.

A diszlokáció egydimenziós, vonalmenti kristályhiba. Egyik fajtáját, az *éldiszlokációt* úgy képzelhetjük el, hogy gondolatban félig bevágunk egy tökéletes kristályt, majd az egyik kristályrészt egy atomsornyi távolsággal beljebb nyomjuk. Az elcsúszási síkban,



1. ábra

az ép és az összenyomott rész határán lévő, az elcsúszás irányára merőleges vonal az éldiszlokáció. Közlünk egy rajzot Orován híres írásából. Az 1. ábrán a bekarikázott területen van éldiszlokáció. A háló a kristály terhelése előtt lineáris és merőleges elrendezésű volt. Ilyen jellegű ábra található Taylor és



2. ábra

Polányi írásában is. A 2. ábra csak Orovánnál van meg. A mechanikus igénybevétel előtt a körök koncentrikusak voltak. A diszlokációs zóna az A és B körök között található.

Az iskolában üveglapok közé zárt sokezer apró csapágygolyóval szoktuk a kristályt és annak hibáit szemléltetni. Hátránya a modellnek, hogy – a valósággal ellentétben – a diszlokáció környékén nem nyomódnak össze a golyók, nem változik a méretük.

A valósághoz közelebb áll, mert az alkotóelemek összenyomhatóak a Cavendish Laboratórium igazgatójának, Orován cambridgei főnökének, a Nobel-díjas *Sir W. Lawrence Bragg*nek a buborékmodellje. A modell megalkotásában Orován első kutató hall-

gatója *J. F. Nye* is részt vett, ezért a szakirodalom Bragg–Nye-modellként is említi azt. (Érdemes megjegyezni, hogy az 1943/44-es tanévben mindössze két végzős fizikus-hallgató volt Cambridge-ben, mégsem akarta senki a Cavendish laboratóriumot bezáratni.) A tényleges modell elkészítésekor a technikus *Crowe*-nak először nem sikerült azonos méretű buborékokat létrehozni az oldat felszínén. Az oldatba benyúló csővégből levegő áramlik ki, ez képezi a buborékokat. Ezek akkor lettek azonos méretűek, ha a korábban lefelé irányuló véget – Orován javaslatára – felfelé irányították.

Orován Egon 1902. augusztus 2-án született Óbudán. Az angolszász életrajzi lexikonokban születési évszámként szereplő 1901 téves, de ez a hiba jellemző adalék ahhoz, hogy milyen is a jelentős tudósok feledésbe merülésének folyamata. Édesapja Orován Bertold gépészmérnök gyárigazgató. Édesanyja Spitzer Ságvári Josephine, Ságvári Endre „a kiváló kommunista” nagynénje. Orován felesége, Schonfeld Jolán zongorista Bartók Bélánál tanult Budapesten, a Zeneakadémián; itt ismerkedtek meg 1920 táján. Házasságot csak Angliában kötöttek, amikor újra találkoztak 1941-ben. Orován Egon a IX. kerületi állami főgimnáziumban érettségizett 1920-ban. Az 1920/21-es és az 1921/22-es tanévben a Bécsi Egyetemen tanult fizikát, kémiát, matematikát és csillagászatot. Ezután állást vállalt, 1928-tól pedig gépészmérnöki, majd elektromérnöki tanulmányokat folytatott a berlini műegyetemen. A budapesti ügyvéd, bankár, gyáros édesapák nem akartak elméleti szakembert, matematikust, fizikust nevelni fiukból, ezért taníttatták vegyésznek, mérnöknek Neumann Jánost, Wigner Jenőt, Teller Edét, Kármán Tódort és Orován Egont. Mindannyiuknál győzött azonban az elhivatottság, a természettudományos érdeklődés. Egon 1928 végén *Richard Becker* professzor asszisztense lett, és az ő hatására

kezdett szilárdtest-fizikával foglalkozni. Első cikkét a cinkkristály hajlításáról Beckerrel közösen írta 1932-ben, abban az évben, amikor doktori téziseit is benyújtotta. (Az 1928/29-es tanév első félévében államvizsgázott, és 1931-ben kezdte szilárdtestfizikai doktori munkáját *M. Volmer* és *W. Westphal* professzorok asszisztenseként.) Mint később visszaemlékezett: de Broglie, Heisenberg és Schrödinger korában prózai és lenézett dolog volt a képlékenységgel foglalkozni, de jobb volt, mint transzformátorokat tervezgetni. Apja „sztoikus resignációval”<sup>2</sup> vette tudomásul fia döntését.

1936-tól a Tungsram Kutató Laboratóriumában alkalmazta *Bródy Imre*, a kriptonlámpa felfedezője. Polányi Mihállyal közösen segítettek Bródynak kidolgozni azt a frakcionált desztillációs eljárást, amellyel a folyékony levegőből kiválasztották a kriptont. Orován fontos szerepet játszott az ajkai kriptongyár létrehozásában is.

1937–39 között a Birminghami Egyetem Fizika Tanszékén *Oliphant* vezetése alatt dolgozott: szakítógépeket tervezett, de elsősorban az anyag kifáradásának elmélete foglalkoztatta.

1939-től 1950-ig Cambridge-ben, a Cavendish Laboratóriumban volt. Itt továbbfejlesztette diszlokáció-elméletét. A kristályon belüli idegen anyag kiválással kapcsolatban kimutatta, hogy ezeket a háromdimenziós hibákat önmagukba záródó diszlokáció vonalak veszik körül. Manapság e záródó diszlokációkat *Orowan-hurkoknak* nevezik.

A laboratórium igazgatója, *W. L. Bragg* hatására röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálattal foglalkozott. Észrevette például, hogy a forgó kristály deformált síkja fókuszálja a röntgensugarakat.

Más alkalommal finom dróthálót helyezett a filmre, melyet megfelelő szögsebes-

<sup>2</sup> *F. R. N. Nabarro* – *A. S. Argon*: Egon Orowan, *Biographical Memoirs of U. S. National Academy of Sciences*, 261-318, 1996.

séggel forgatott. A diffrakciós foltokon párhuzamos vonalak jelentek meg, amelyek hajlásszögéből a Bragg-feltételt kielégítő reflektáló síkok hajlásszögére tudott következtetni.

Az anyagtudomány, a gyakorlati alkalmazások is érdekelték. Diszlokáció-elmélete alapján magyarázatot keresett a hegesztett eljárással készült *Liberty* hajó 1944-es, Atlanti-óceáni széttrésére éppúgy, mint a gleccserek mozgására, a kontinensek vándorlására és az óceáni árkok képződésére.<sup>2,3</sup> Legjelentősebb művét a hideg és meleg hengerlés nyomásviszonyainak vizsgálatáról írta. Hat korábbi fizikai megközelítést elemzett, köztük Prandtl, Nádai, Siebel és Kármán munkáját. Kimutatta a hibákat, és jól használható új elméletet alkotott. („Tény, hogy Siebel elmélete az ő durva matematikai egyszerűsítéseivel gyakran a mérésekkel jobban egyező eredményt adott, mint az azonos fizikai elvekre épülő, de sokkal jobb matematikai közelítést alkalmazó Kármáné.”)

1950-re megérlelődött Orovánban az elhatározás, hogy elhagyja Cambridge-t. Pedig barátja volt *Dirac* és *Rideals*; megkapta a Thomas Hawksley aranyérmét (1944), tagjává választotta az angol tudományos akadémia, a Royal Society (1947) és a Gonville and Caius College (1949), egyetemi előadó is lett (1947).

Sok állásajánlatból válogathatott: *Wigner Jenő* Princetomba hívta, *Wigner* tanítványa, *F. Seitz* Illinois-ba, *D. B. Copland* az Ausztráliai Nemzeti Egyetemre, a még ma is élő *T. E. Allibone*, *Gábor Dénes* egykori főnöke az AEI Kutató Laboratóriumba, Aldermastonba. Ő végül *C. Richard Soderberg* meghívását fogadta el az MIT Mechanical Engineering Tanszékére. A három hónapos próbaidő (Visiting Professor) után kinevezték George Westinghouse Professzornak. *Charles MacGregor* után ő lett a tanszék „anyag-divíziójának” vezetője. A próbaidő

alatt a neutron felfedezője, a Nobel-díjas *Chadwick* próbálta még visszahívni őt Angliába, de Bragg utóda, a szintén Nobel-díjas *Sir Nevill Mott*, aki „lelkesedett Orován munkáiért” belátta, hogy Orovánnak nem volt más választása, mint elhagyni a fennkölt Cavendish-t, ahol lenéztek a gyakorlati, a mérnöki jellegű munkát.

A Massachusetts Institute of Technology sokat nyert Orovánnal. Ő friss, új mechanikai nézőpontot érvényesített mind az oktatásban, mind pedig a kutatásban. Kiváló tanár volt. A mechanikai jelenségek bonyolult fogalmait kristálytisztnan tanította csaknem teljesen a saját kutatásaira alapozott, egyszerű és széleskörűen alkalmazható módszerek segítségével. (Eötvös Loránd szavai juthatnak eszünkbe: „Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy tudósok nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem.”)

Formálisan 1968-ban ment nyugdíjba, de haláláig dolgozott kedvenc témáin, ezek: a kristályok alakíthatóságának mechanizmusa, rideg és hajlékony törés, fásztás és ezek alkalmazása a geológiában. Ipari tanácsadó volt, és érdekelték filozófiai, szociológiai és közgazdasági kérdések, valamint a felsőoktatás problémái is.

Az Amerikai Művészeti és Tudományos Akadémia 1951-ben, a Nemzeti Akadémia 1969-ben választotta tagjává. Most már Európa is ontotta az elismeréseket: Berlin, Göttingen, Braunschweig, Koppenhága adott tiszteleti tagságot, aranyérmét. Egon Orowan egy nappal 87. születésnapja után, 1989. augusztus 3-án halt meg a Massachusetts-i Cambridge-ben, a Mount Auburn Kórházban. Szeptember 15-én búcsúztatták az MIT kápolnájában. A Mount Auburn temetőben nyugszik. Híres magyarként nincs itt egyedül. 24 évvel korábban ide temették a Smithsonian Intézet zalaegerszegi születésű csillagászat, Izsák Imre Gyulát.

<sup>3</sup> G. Marx: *The Voice of the Martians*, Akadémiai Kiadó, 1994.