

1. Ortway Rudolf útja a pesti tanszékig

1916 őszén a kolozsvári egyetem immár nyugdíjas elméleti fizika professzora reszkető kézzel írt soraival köszöntötte hivatali utódját:

„Fogadja igaz lélekből érzett üdvözetemet és azt a kívánságomat, hogy végső eredmények összességében vajha sikeresebb legyen, de sikeresebb folyamatosan is reményteljes működése, mint aminőre én tekinthetek vissza a tanszék, a Kar és az Egyetem igen küzdelmes szolgálatában. Tisztelő elődje, Farkas Gyula”¹

Az utód, a 31 éves Ortway Rudolf, még mint a kolozsvári egyetem magántanára, így foglalta össze a tanszék elnyerésére benyújtott pályázatában a közvetlen életrajzi előzményeket:

„1909. évi február hó 1-től 1912 év február hó elsejéig a kolozsvári F. J. Tudományegyetem természettani intézeténél megbízott tanársegéd, 1912 év február 1-től 1912 év szeptember 1-ig első tanársegéd voltam ugyanott. Tanársegédi működésem ideje alatt az előadások előkészítésében segédkeztem és a kísérleti gyakorlatokat vezettem, azonkívül kísérletileg foglalkoztam a folyadékok dielektromos állandójának nyomással való változásával a mit tárgyaló értekezésemmel megszereztem a doktori oklevelet.

Behatóbban óhajtva elméleti fizikával foglalkozni, külföldi tanulmányútra mentem a mit a nagyméltóságú vallás és közoktatásügyi minister úr a 2000 koronás utazási ösztöndíj kétszeri kiutalása által lehetővé tett. Így néhány hónapot Zürichben töltöttem, hol Debye tanárnál dolgoztam, majd két évet Münchenben, hol Sommerfeld tanárnál dolgoztam. Tanulmányaim eredményei az »Über die Abzählung der Eigenschwingungen fester Körper« és a »Zur Theorie fester Körper« c. értekezések.

Az 1914/15 tanév II-ik felében a kolozsvári F. J. Tudományegyetem az elméleti fizikának »Az anyag és elektromosság kinetikai elmélete« c. tárgyköréből magántanárrá képesített.

Az 1915/16 tanév első felében »A hőszugárzás elmélete« címen tartottam előadást.

Az 1915/16 tanév jelenlegi második félévében pedig a Kar megbízása és a nagyméltóságú vallás és közoktatásügyi minister jóváhagyása alapján mint az elméletifizika egyik helyettes tanára az elektrodinamikát adom elő.”²

A Tangl, Debye és Sommerfeld mellett végzett munka, az elkészült dolgozatok és azok fogadtatása

1 Füstöss László: Ortway Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 25. (A múlt magyar tudósai)

2 Füstöss László: Ortway Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 25. (A múlt magyar tudósai)

elegendő garancia a kar számára, így 1916 augusztusában Ortvay rendkívüli tanári kinevezést kap a matematikai természettan tanszékére. Minthogy Fröhlich mellett most Ortvay képviseli az elméleti fizikát, és mert Fröhlich nézetei aligha változnak már az évek során, sok múlik azon, hogy ez az energikus, fiatal tanár hogyan tölti be hivatalát.

*

A pályázati adatok mellett a szakmai életrajz néhány fontos mozzanata segít Ortvay egyéniségének megértésében.

Ortvay Rudolf 1885. január 1-jén született Miskolcon. Családjának apai ágán hagyományai voltak a tudományos életpályának. Apai nagyanyja Jendrassik-lány volt, akinek rokonságából az orvos akadémikusok egész sora származott. Más területen, de ugyancsak jelentős életművet mondhatott magáénak apjának öccse, Ortvay Tivadar akadémikus, a történelem professzora a pozsonyi egyetemen.

A Katholikus Főgymnasiumban teljesített nyolc év és a jeles érettségi után Ortvay a pesti egyetem orvoskarára iratkozott be. Érdeklődése az orvosi pálya iránt azonban nem bizonyult elég erősnek, mert két év után átiratkozott ugyanannak az egyetemnek bölcsészeti karára, hogy matematikát és fizikát tanuljon. További két év múlva búcsút mondott a pesti egyetemnek, de most csak azért, hogy tanulmányait a göttingeni Georgia Augusta Tudományegyetemen folytassa, változatlanul a matematika-fizika szakon. Göttingen ezekben az években matematikában felülmúlhatatlan, és Hilbert, Minkowski, Felix Klecin hatása végigkísérte Ortvayt egész pályáján.

1908-ban hazajött Göttingenből, ahol tanulmányait befejezte. Hazaérkezése után Tangl asszisztensnek hívta maga mellé Kolozsvárra. Általános tetszést keltő meghívásról volt szó, Zemplén Győző levélben biztosította Ortvayt, hogy Eötvös is helyesli az elképzelést. Maga Tangl igen szívélyes volt, az esedékes időpont előtt hetente küldött hosszú levelet Ortvaynak, amelyben melegen ajánlja, hogy készítsen disszertációt, akár elméletit is, és hogy tanulja meg az üvegfúvást, mert azt Kolozsváron nem tudják.

Ortvay önéletrajzából pontosan kiderül, 1909 februárjától 1912 őszéig volt Tangl tanársegédje. Kolozsváron lakott, és bekapcsolódott az intézetben folyó kutatásba. Folyadékok dielektromos állandójának nyomásfüggését vizsgálta, és kitartó munkával elkészítette doktori értekezését. A kísérleti munkával járó izgalmak azonban annyira kimerítették, hogy Tangl tanácsára elméleti fizikai téma után nézett. Ennek jegyében ösztöndíjjal először néhány hónapra Zürichbe ment Debye mellé, majd két évre Münchenbe Sommerfeldhez. Tanulmányútjának eredménye két dolgozata, amelyek 1913-ban a legrangosabb német folyóiratokban jelentek meg. 1915 tavaszán magántanári képesítést szerzett a kolozsvári egyetemen, majd 1916 őszétől a matematikai

természettan tanszékre nevezték ki nyilvános rendkívüli tanárrá.

A háborús években egyre nehezebb körülmények között folyt az oktatás. Ortvay ekkor kezdte el kialakítani azt az elméleti fizikai előadási anyagot, amit majd három évtizeden keresztül tökéletesített, de fő vonásaiban megőrzött. Farkas Gyula szorosan a matematikához kötődő, analitikus felfogású, termodinamikában és elektrodinamikában a kor legjobb színvonalát képviselő előadásokat tartott. Ortvay csak fokozatosan vezetett be újításokat, mindenekelőtt nagyobb szerepet adva a korpuszkuláris szemléletnek.

1919 elején a román megszállás a Ferencz József Tudományegyetem kolozsvári működésének végét jelentette. Ortvay is Budapestre költözött, és a tavaszi félévben a pesti egyetemen tartott előadásokat. A Tanácsköztársaság idején egy egyesített matematikai intézet tervezett felállításával kapcsolatos bizottsági munkában vett részt. A munkát a Közoktatási Népbiztosság Főiskolai Csoportjának helyettes vezetője, Kármán Tódor irányította, akivel már Göttingenben megismerkedett, és aki néhány hónappal előzte meg Ortvayt rácsrezgésekkel foglalkozó dolgozatának közlésével. Ortvay lelkiismeretesen, bár minden különösebb meggyőződés nélkül vett részt a munkában, előadásokat tartott, könyvlistákat állított össze, szakvéleményeket készített. Magatartása a közkeletű egyetemi-akadémiai felfogáshoz igazodott, amely a tudomány politikafölöttiségéhez – de legalábbis mellettségéhez – ragaszkodik.

A Tanácsköztársaság leverése után az egyetemi oktatás a jobboldali ifjúsági csoportok önkényeskedései következtében jó féléves késéssel indult meg. Ortvay a kényszerszünet idején relativitáselmélettel és tudománynépszerűsítéssel foglalkozott, egyetemi munkájához készített terveket. A Ferencz József Tudományegyetem akkor még Pesten működött, de már készült Szegedre. 1920 őszén többeket előléptettek, Ortvay is rendkívüli tanárból nyilvános rendes tanár lett.

Az első években nem adta fel pesti lakását, inkább vállalta a Szeged és Budapest közötti utazásokat. Azonban szűkebb tanári kötelességein túl mind több szállal kötődött a szegedi egyetem életéhez, így 1922-ben tevékeny szerepet vállalt az egyetem alapítása ötvenéves évfordulójának ünnepi előkészületeiben, tagja lett a „társadalom áldozatkészségének biztosítására” életre hívott „Propaganda Bizottság”-nak. Az 1923/24-es tanévben a matematikai és természettudományi kar dékánnak választotta. Ekkor Szegedre költözött, és szegedi tanársága idején végig ott lakott. Az akkori szokásoknak megfelelően egy évig töltötte be a dékáni tiszteket, míg a szegedi 'Acta' természettudományi értekezéseit 1924-től 1927-ig szerkesztette.

Számos tudományos és technikai egyesület tagja. Német útjaiból adódóan tagja a Deutsche Physikalische Gesellschaftnak, a Deutsche Mathematische Vereinigungnak és az Astronomische Gesellschaftnak. Tagja a Magyar Filozófiai Társaságnak, a „Stella” Csillagászati Egyesületnek, választmányi tagja az Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulatnak, a K. M.

Természettudományi Társulatnak és 1926-tól a Magyar Aero szövetségnek. Ezek a tagságok megannyi fórumot jelentettek Ortvy székesskörű figyelemfelhívó és ismeretterjesztő tevékenysége számára.

1928-ban a 75 éves Fröhlich Izidor nyugdíjazásával megüresedett a pesti egyetem elméleti fizika tanszéke. Tangl különvéleménye alapján a bölcsészettudományi kar Ortvy meghívása mellett döntött, és 1928. augusztus 7-től Ortvy az elméleti fizika nyilvános rendes tanára a Pázmány Péter Tudományegyetemen. Ezzel forma szerint is a magyar elméleti fizika vezető személyisége lett.

*

Mindez látszólag egyszerű, de a kinevezés mögött több hónapos hadművelet húzódott. Egy professzori állásra mindig akadnak pályázók, pártfogók meg különösen. Ortvy szerencséjére Tangl személyében tekintélyes és harcos támogatóra akadt, aki leginkább ismerhette Ortvy képességeit, és eddig is, később is jó szövetségesnek bizonyult. Tanglnak köszönhető a pesti tanszékre szóló meghívás is, bár ebben Ortvy sokat segített, amikor kivételesen saját érdekében sorakoztatta fel a világ fizikusait. Erre utal Hevesy György Ortvyhoz intézett leveléből e néhány kiragadott sor:

„Sommerfeldet már bizonyára mozgósította. Ha kívánja írhatnék Fajansnak és kérhetném, hogy informálja Sommerfeldet. Planckhoz nincsenek közelebbi összeköttetésem. Schrödingernek kívánságára írhatnék, ebben az esetben úgy ajánlanám a dolgot csinálni mint Grüneisennel, vagyis Tangl prof levelére, mint megtörténtre hivatkoznék. Ha azt hiszi, hogy Kramers szakvéleménye használna, neki is írhatnék.

Virágzó egyetemi élet előfeltétele az a mit itten »Berufungs-morálnak« neveznek. Enélkül nem megy a dolog. Akármilyen szép is a tudományfejlesztő program.”³

Tangl akciója sikeres volt, és Hevesy már így kezdhette következő levelét: „Gratulálok a kitűnő szavazási eredményhez és remélem, hogy a dolog most már simán fog menni. A budapesti egyetemnek is jó lesz, Önnek is jó lesz.”⁴

A kinevezést megelőző csatározások dokumentumai jól feltártak Ortvy szegedi utódlása esetében. A tét valamivel kisebb, lévén egy vidéki egyetem elméleti fizika tanszékéről szó, a harc azonban annál hevesebb.

3 Füstöss László: Ortvy Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 29. (A múlt magyar tudósai)

4 Füstöss László: Ortvy Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 58. (A múlt magyar tudósai)

2. Ortway tanít és szervez

Kinevezése után Ortway ott folytatta, ahol Szegeden abbahagyta, de a budapesti egyetem helyzetéből következően jóval több lehetőség birtokában. Mindenekelőtt ezeket a lehetőségeket kellett sok szervező munkával megfelelő feltételekké alakítani. Ortway rendet teremtett a tanszéken, azaz könyvtárat egy poros könyvhalmoz helyén, folyóiratokat rendelt, és új meg új dotációkat szerzett, hogy mindezt képes legyen kifizetni. Az 1928 októberében összeszámolt 850 kötet 1931 áprilisáig 1250 kötetre növekedett, és a korszerű igényeket teljes mértékben kielégítette. Minthogy Ortway a fontosabb irodalmat magánkönyvtára számára is megvette, az intézeti anyag a hallgatóság és a kutatói vágyók részére hiánytalanul rendelkezésre állt. Tisza, Teller, Wigner, Neumann budapesti tartózkodásaik alkalmával gyakran felhasználták a könyvtárat és dolgoztak az Intézetben.

Azt az elméleti fizikát adta elő, majd fejlesztette tovább, amit egy évtized alatt kialakított, és az évek során csaknem teljessé tette az előadott elméleti fizikát felölelő jegyzeteinek sorozatát. Időszerű témákkal indította meg a hallgatóság számára az elméleti fizikai szemináriumot.

Ortway az első héten többet mondott el, mint elődje egy egész szemeszter során. A lényeges különbséget mégis Ortway előadásainak tematikája jelentette. A mechanika anyagát négy, az elektrodinamikáét két félév alatt adta elő. Egy-egy féléves tantárgyak voltak a Bevezetés az anyag korpuszkuláris elméletébe és a Bevezetés a kvantummechanikába. Ehhez járultak az első időkben az egy féléves relativitáselmélet, a negyvenes években pedig az ugyancsak egy féléves kvantumelektrodinamika előadások. Két alkalommal A spektrumok elmélete a csoportelmélet szempontjából címen két féléves előadást tartott. Anyagszerkezeti és kvantumelméleti előadásaiban a kutatókat foglalkoztató kérdésekig tudott eljutni – az elméleti fizikában ritkán lehetséges szép bravúrként.

Ortway egyik legfontosabb és legeredményesebb törekvése volt hallgatóságának tankönyvvel, jegyzetekkel való kiszolgálása. Szegedi tanári működésének kulcsa a Bevezetés az anyag korpuszkuláris elméletébe című előadása volt. Noha a Szegeden töltött hét év alatt mindössze három ízben adta elő heti 3 órában egy féléves tárgyként, az előadások alapján írt könyv kiadásáért mozgatta meg minden akadémiai kapcsolatát, sőt akadémiai székfoglalójául is ennek a könyvnek az ismertetését választotta. Ezt annál inkább megtehetette, mert a rácsrezgések összeszámlálására és a szilárd testek állapotegyenletére vonatkozó eredményeit könyvében részletesen tárgyalja. Könyve – előadási anyagai közül az egyetlen, amelyik nyomtatásban megjelent – 1927-es kiadásának előszavában így ajánlja művét az olvasók figyelmébe:

„Ami az előadások kiadását kibővítve és könyv alakjában indokoltá teszi, az elsősorban az a körülmény, hogy az anyag korpuszkuláris elmélete mai nap a fizikai kutatásokban

centrális helyet foglal el és a legrohamosabb fejlődés állapotában van, úgyhogy szinte nap-nap után merülnek fel új, értékes és termékeny szempontok és fontos ténybeli megállapítások. Óriási és változatos területei a kutatásnak nyíltak meg az utóbbi évek nagy felfedezései és mély elméleti szempontjai által, a kínálkozó problémák és várható eredmények számos kutató munkájára várnak. A hazai fizika fejlődésére a legnagyobb fontossággal bír, hogy fiatal kutatóink lehetőleg nagy számban kapcsolódjanak be ebbe a nagyszabású tudományos mozgalomba.”⁵

A könyv három fejezetének mindegyike úgy épül fel, hogy a témakör rendszeres tárgyalása mellett a megválaszolásra váró nyitott kérdésekig vezeti az olvasót. A Maxwell és Boltzmann nyomán ismertetett kinetikai gázelmélethez természetes módon kapcsolódnak Ramsauer legújabb eredményei az elektron–atom ütközések hatáskeresztmetszetének sebességfüggéséről, vagy a transzportfolyamatok szigorú tárgyalását célzó Chapmann-féle vizsgálatok. Ebben a fejezetben kapott helyet a gázkisülések számos olyan kérdése is, amelyekhez friss folyóiratcikkek jelentik a hivatkozási alapot.

A statisztikai mechanikát tárgyaló fejezet a Gibbs-féle „kanoni sokaság” sajátságait elemzi, valamint az ingadozási jelenségek széles körét. De ide került a Stern–Gerlach-féle kísérlet, a paramágnesség Langevin-elmélete és az ergodhipotézis legfrissebb kritikája is.

A quantumelmélet alapvonalairól szól a harmadik fejezet, azaz Rutherford szórás kísérleteitől a Bohr–Sommerfeld-modellig, a hőmérsékleti sugárzás Planck-féle elméletétől a Compton-effektus értelmezéséig az atomfizika legfontosabb eredményeiről. Itt kerül részletes bemutatásra Ortway két 1913-as dolgozata a szilárd testek fajhőjének és állapotegyenletének tárgyalása keretében, és ebben a környezetben látszik, hogy eredeti és jelen változatukban is alapvető érdemük a meggyőző didaktikai felépítés.

1927-ben megjelent könyvről van szó, így az előszó szerint:

„...a kéziratban meglevő negyedik fejezet, melynek egyidejű kiadása elháríthatatlan akadályokba ütközött, a quantumelmélet általános megfogalmazásával a többszörösen periodikus rendszerek elmélete alapján, azután a spektrumok elméletével és végre a quantumelmélet fejlődésének legújabb és legfontosabb mozzanatával, a Heisenberg-féle quantummechanikával és a de Broglie és Schrödinger-féle hullámmechanikával foglalkozik”⁶

Ez a negyedik fejezet nem jelent meg könyv alakban, azonban néhány év múlva Bevezetés a

5 Ortway Rudolf: Bevezetés az anyag korpuszkuláris elméletébe. Bp., 1927. MTA. p. 3.

6 Ortway Rudolf: Bevezetés az anyag korpuszkuláris elméletébe. Bp., 1927. MTA. p. 3.

kvantummechanikába címmel közel négyszáz oldalas litografált jegyzetként immár a pesti egyetemen vehették a kezükbe Ortway hallgatói. A jegyzet alapjául szolgáló, kétévenként sorra kerülő előadás mondanivalója az elméleti fizikai kurzus koronájaként a kvantummechanika rendszeres kifejtése. A Heisenberg-féle határozatlansági relációk és a Schrödinger-egyenlet heurisztikus elfogadtatása után részletes matematikai alapozásra kerül sor, ahol hatvan oldalon mátrixokról, operátorokról, függvényrendszerekről van szó, a célnak megfelelő részletességgel.

Ugyanilyen terjedelemben rögzíti a következő fejezet a kvantummechanika alapelveit – a szuperpozíció elvét, a transzformációelméletet, a fizikai mennyiségek operátorait, valamint a Heisenberg-féle felcserélési és határozatlansági relációkat. A speciális problémák foglalják el értelemszerűen a legtöbb oldalt – a térbeli rotátor, a harmonikus oszcillátor, a hidrogénatom, az áthaladás potenciálküszöbön. A perturbációelmélet legfontosabb eredményeinek tárgyalása után az összetett rendszerekre – héliumatom, hidrogénmolekula, kvantumstatisztikák – kerül sor, majd az utolsó fejezetben az elektron Dirac-féle relativisztikus elméletére. A későbbi kiadásokban az utolsó fejezet még a kvantum-elektrodinamika tárgykörét és nehézségeit elemző további oldalakkal bővül. (Előadásában Ortway ennél tovább ment, és a negyvenes években féléves kollokviumot tartott kvantum-elektrodinamikából azok számára, akik a kvantummechanikát már hallgatták.)

Azzal, hogy a harmincas évekre a kvantumelmélet tárgyköre határozott alakot öltött, a kvantummechanika-jegyzet anyaga is időállóan bizonyult. A megjelent könyvből kimaradt negyedik fejezet lett a viszonyítási alap, és így a könyv bizonyult utólag bevezetésnek. Ezért a Bevezetés az anyag korpuszkuláris elméletébe 1935-ös, immár sokszorosított jegyzet formájú második kiadása merőben más felépítésű és tartalmú, mint az 1927-es könyv. A korpuszkulák létezését igazoló alapkísérleteket és a korpuszkulák sajátosságait tárgyaló két fejezet anyaga a könyvben is megtalálható. A „Számos korpuszkulából álló, kölcsönhatásnak alávetett rendszerek” című harmadik fejezet a kvantumstatisztikák olyan lényeges alkalmazásaival bővült, mint a fémek elektrongázmodellje és a termikus emisszió. A spektrumok elemi elméletét tárgyaló negyedik fejezet közvetlen előkészítése a kvantummechanikai tárgyalásnak.

Haáz István kidolgozásában mechanika és elektrodinamika előadásai is megjelentek sokszorosított jegyzet formájában. A mechanikajegyzet különösen kitűnik didaktikailag átgondolt felépítésével és világos stílusával. Ortway mechanika előadásának kettős szerepet szánt: az önmagában fontos tárgykör rendszeres kifejtését és az elméleti fizika sajátos kérdésfeltevésének, jellemző módszereinek megismertetését. Az arányok kialakítását a modern fizika kívánalmai szerint végzi, így részletesen foglalkozik a mechanika elveivel, a kanonikus formalizmussal, a pörgettyűmozgással, és számos helyen megmutatja, hogy a klasszikus mechanika a relativisztikus mechanika határeseté. A rugalmas testek mechanikájában kimerítően vizsgálja a membránrezgéseket, hogy a sajátfüggvényekre, ortogonális függvényrendszerekre később mint

ismerős fogalmakra hivatkozhatson.

Az elektrodinamikát a jegyzet negyedrészt kitevő vektoranalízis vezeti be. Erre épül az elektromágnességtan lényegében fenomenologikus tárgyalása, az anyag és a mező kölcsönhatásáról kevés szó esik. Fontos szerephez jutnak viszont a kvantumelmélet számára lényeges fejezetek, mint a hullámegyenlet, a hullámterjedés és az elektronelmélet. Külön fejezet foglalkozik a speciális relativitáselmélettel, amelyben a Minkowski-féle formalizmus segítségével csaknem minden lényeges eredményt származtatni képes.

Fröhlich Izidor a 19. század végén az elméleti fizika átfogó kézikönyvének megírását tervezte, azonban csak két kötet, a *'Kinematika'* és a *'Dinamika'* jelent meg a kilencvenes években. Ennél tovább a magyar nyelvű elméleti fizikatankönyvek ügye nem jutott a harmincas évek elejéig, amikor is teljes lett Ortvy jegyzeteinek sora. Ortvy harmincéves professzori pályájának értékes produktumai ezek a jegyzetek, amelyekben 1500 oldalon igen sokat mondott el, a legújabb eredményekkel azóta is felülmúlhatatlanul szinkrónban.

*

Ortvy szervező munkájának legfontosabb eredménye a kollokviumok megindítása volt 1929 őszén. Ezek a két-három hetenként sorra kerülő előadóülések lehetővé tették, hogy a fizika hazai művelői megismerkedjenek a legújabb kutatási eredményekkel. Léteztek olyan fórumok – elsősorban az Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulat –, ahol előadások hangzottak el a fizika különböző területeiről, ezek azonban a szervezeti körülményesség, lomhaság következtében nem tölthették be azt a szerepet, amit a fontos témák iránti nagy érzékenységgel szervezett Ortvy-kollokviumok. A kollokviumok hallgatóságának összetételét így jellemzi Kunfalvi Rezső, Ortvy egykori tanársegéde:

„Ortvy-nak sikerült személyes kapcsolatai alapján a kollokviumba bevonnia a külföldön élőket (Wigner Jenő, Neumann János, Teller Ede, Polányi Mihály, Lánzos Kornél, Tisza László), az iparban dolgozó és az egyetemmel nem túlságosan jó viszonyban levő, kisszámú fizikust (Selényi Pál, Békésy György, Bródy Imre, Czukor Károly, Patai Imre, Glasner Imre), továbbá azokat a középiskolai tanárokat, akik lépést szerettek volna tartani a tudomány fejlődésével (Novobátczy Károly, Mikola Sándor, Mende Jenő, Erdős Lajos, Nagy József). Az Egyetem és a műegyetem fizika professzorai (Tangl Károly, Rybár István, Pogány Béla), adjunktusai, ill. tanársegédei (Császár Elemér, Baintner Géza, Schmid Rezső, Barnóthy Jenő, Forró Magdolna) mellett megjelentek a csillagászok (Kövesligethy Radó, Tass Antal, Lassovszky Károly, Móra Károly,

Harkányi Béla), a meteorológusok (Steiner Lajos), a fizikai kémia művelői (Buchböck Gusztáv, Erdey-Grúz Tibor, Schay Géza, Lengyel Béla) és természetesen az egyetemi hallgatóság érdeklődő része. Így a rendszeres hallgatóság száma általában 50–60-ra rúgott.”⁷

Ortvay az 1929 októberében tartott első kollokvium megnyitójában a kvantummechanika eredményeinek nyomon követését jelölte meg célként. A kollokviumok tartották magukat ehhez a programhoz, aminek illusztrálására elegendő felsorolni az első évben tartott előadások némelyikének címét: A radioaktív bomlás kvantummechanikai tárgyalása (Tisza László), Dirac-egyenlet, elektronspin (Neumann János), Heisenberg-féle reláció (Ortvay), A kétféle hidrogén (Schay Géza), A Dirac-féle fényelmélet (Neumann János), Fémek elektronelmélete (Bródy Imre), Stark-effektus erős mágneses térben (Lánczos Kornél), Perturbációelmélet Schrödinger szerint (Neugebauer Tibor), Kétatomos molekulák felépítése (Teller Ede), A kémiai kötés kvantumelmélete (Wigner Jenő). A sorrend kronológiai és a felsorolás az 1929 ősztől 1930 őszéig elhangzott beszámolók többségét magában foglalja.

Sokoldalúsága, magával ragadó egyénisége révén a fizika számos vezető személyiségével tartott rendszeres kapcsolatot, a külföldön hírnevessé váló magyar kutatók legtöbbszöréhez pedig baráti szálak kötötték. Itthoni és külföldi kapcsolatait munkatársai, tanítványai érdekében is felhasználta munkásságuk elismertetésére, ösztöndíjak szerzésére. Minden befolyását latba vetette, hogy egy-egy tanszék betöltésénél a tudományos érdem legyen a döntő szempont. Bay Zoltán Szegedre történő kinevezése után ezek az akciói nem mindig voltak sikeresek – így pl. a csillagászati tanszék betöltésénél sem 1934-ben Neumann Jánost, sem 1943-ban Detre Lászlót nem sikerült elfogadtatnia.

A magyar egyetemek fizika tanszékei kívülről nem voltak annyira vonzóak, ezért vall kudarcot Ortvay szakadatlan törekvése, hogy hazatelepítse barátait. Már a pesti tanszék elnyerésekor ajánlotta Wignernek, hogy pályázza meg az üresen maradt szegedi katedrát, azonban eredménytelenül.

„Félek, hogy Szeged kissé el van zárva a világtól és nagyon is hiányozna ott számomra az úgynevezett »tudományos atmoszféra«. Ehhez járulna még az a körülmény is, hogy leendő kollegáim legnagyobb részének akarata ellenére kerülnék oda, ami nem teremtené éppen kellemes helyzetet számomra.

Esetleges szegedi működésem eredményes voltáról sem lehetek sajnos minden további nélkül meggyőződve. Miután pályázaton való résztvevésről van szó, a feltételek

7 Kunalvi Rezső: Néhány adat Ortvay Rudolf működéséhez. = Fizika Szemle 23 (1973) No. 3. p. 93.

megszabását a ministerium teljesen magának tartotta fenn. Így nem volna lehetséges az elméleti fizikai intézet számára bármit is biztosítani és minden tekintetben a ministerium jóakarására lennék utalva.

Ne haragudjál, hogy ilyen részletesen sorolom fel azokat az okokat, melyek a pályázat mellőzésére indítanak, de nem akarom, hogy az a színezete legyen a dolognak, hogy az itteni magyarok nem törődnek azzal, hogy mi történik odahaza.”⁸

Hét évvel később, amikor Bay Zoltán távozásával a szegedi tanszék újra pályázható lesz, Wigner már sokkal lakonikusabban érvelt:

„Azt kell mondanom, hogy éppen azon, nem tudományos szempontok uralkodása, amelyek jelenleg úgyis kizárttá teszik az én kilátásaimat erre az állásra, egyszersmint igen kevésbé kívánatosná is teszik.”⁹

Ugyanerre az 1936-os szegedi lehetőségre Wignerhez hasonlóan reflektált Neumann is:

„Amit Szegedről írsz, igen érdekelt, tényleg kár volna, ha Széll kapná meg. Én azt hiszem, hogy a praktice leghatékonyabb ellenrendszabály az volna, a) elhatározni, hogy ki a legjobb belföldön élő jelölt, akinek a ma »elfogadott« axioma-rendszer mellett chancea van sikerre, és aztán b) minden erőfeszítést oda koncentrálni, hogy az illető megkapja az állást – azt hiszem, hogy ez hatékonyabb volna, mint több névvel operálni. Ami az én személyemet illeti, én az a) feltételnek nem felelek meg, és amellet azt hiszem, hogy hibát követnék el, ha Európa mai állapotában oda visszatérnék.”¹⁰

Ortvay megfogadta Neumann tanácsát és az eredményről azonnal be is számolt a tanácsot adónak:

„Itthon végre eldőlt a szegedi tanszék ügye Gombás kinevezésével, aminek igen örültem. Igen erős nyomás volt különböző helyekről Széll érdekében, de végre oly megoldást találtak, hogy Gombás megy Szegedre és Debrecenben felállítottak egy elméleti fizikai tanszékot, amelyre Széllt fogják kinevezni.”¹¹

A kinevezés hátterére jellemző Gelei József Szegedről Ortvayhoz intézett levele, amelyben

8 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 88. (A múlt magyar tudósai)

9 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 89. (A múlt magyar tudósai)

10 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 90. (A múlt magyar tudósai)

11 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 85. (A múlt magyar tudósai)

beszámol Gombás érdekében Szily államtitkárnál tett látogatásáról. Gelei megütközve tapasztalta, hogy a másik jelölt mellett csak a korára és az egyházi támogatásra vonatkozó érvek szólnak:

„Ti is vegyetek igénybe mindennemű egyházi támogatást is ... Karunkban ma egyetlen katolikus ember sincs, csupa protestánsok vagyunk. Tehát menjetek el Serédyhez és mozgassatok meg mindent, hogy Hómannál a Gombás kinevezését a legerélyesebben szorgalmazza.”¹²

Gombás Pált valóban jól ismerte Ortvy, hiszen hat éven keresztül volt díjtalan tanársegédje. Az Elméleti Fizikai Intézet személyi állománya ugyanis még a kísérleti tanszékekhez képest is kicsi volt – az igazgatón (Ortvy) kívül egy tanársegédből és legjobb esetben egy díjtalan tanársegédből vagy díjtalan gyakornokból állt.

Gombás matematika-fizika szakos tanári oklevele megszerzésekor több kedvet érzett a fizika műveléséhez mint tanításához, ezért vállalkozott arra, hogy a pesti Tudományegyetem elméleti fizika intézetében díjtalan gyakornok legyen. Ennek a díjtalan gyakornokságnak a belátható perspektívája a díjtalan tanársegédség volt – mindkettő anyagi haszna kizárólag a félárú vasúti jegy váltására jogosító arcképes igazolvány birtoklása. Távolabbi kilátások: egy-egy itthoni vagy külföldi ösztöndíj, majd sok év múlva, tudományos sikerek birtokában, a szóba jöhető három egyetemi tanszék valamelyike.

Ortvy kitűnő érzékkel ismerte fel a tehetséget, és asszisztensei közül a magyar fizika jelentős egyéniségei kerültek ki. A rabbiátus Ortvyval való együttműködés önmagában is embert próbáló feladat volt. Azonban a személyes kapcsolat alakulásától függetlenül Ortvy korrektségére, támogatására számítani lehetett.

A támogatás mindig fáradságos volt, de ritkán eredményes: Szegedi asszisztense, Kudar János Ortvy segítségével jutott Németországba szóló kultuszminisztériumi ösztöndíjhoz. Az ösztöndíj révén Hamburgba utazott Paulihoz, ahol relativisztikus hullámegyenletre vonatkozó kutatásai igen jól indultak. Sokat ígérően kapcsolódott be a szemináriumi munkába, és ahogy Ortvyhoz írt hosszú leveleiből kiderül, Dirac által is méltányolt ötletekkel közelített ehhez az igen fontos kérdéshez. Néhány hónap múlva azonban kedvét veszítette – nem csekély része volt ebben az alacsony ösztöndíj miatti megélhetési gondjainak –, és nem egészen fél évvel odaérkezése után Pauli panaszkodó levélben volt kénytelen Ortvyhoz fordulni. Ortvy négy hónapon keresztül türelmesen intézte a különböző ösztöndíj változtatási és segélykérelmeket, de amikor arról értesült, hogy Kudar öngyilkossággal fenyegetőzve Sommerfeldet zaklatja, akkor már a közbenjáró Szilárd León keresztül is csak a kijózanodást és a tanári vizsga letételét javasolta.

12 Füstöss László: Ortvy Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 86. (A múlt magyar tudósai)

Három évvel később azonban még mindig Kudar ügyével foglalkozott. A Kudar érdekében Koppenhágából hozzá forduló Pál Gyulának felajánlotta, hogy szívesen előkészíti Kudar pesti habilitációját, és segíti egy Rockefeller-ösztöndíj megpályázásában.

„Szíves elnézésedet kérem, hogy csak most válaszolok kedves leveledre és csak most köszönöm meg önzetlen szívességedet, mellyel Kudar érdekében a ministeriumban közbenjártál...” – írta Wigner Jenő 1930 utolsó napjaiban. Neumann János pedig arról számol be néhány hónappal később, hogy „Kudar ... visszatért Koppenhágába, ahol Bohr ezen semester tartamára egy kisebb dán stipendiumot biztosított neki. Hogy, a semester vége után mi lesz vele (tehát augusztusban) azt Schrödinger nem tudja. Én részemről azt hiszem, hogy mivel mindeddig nem tűnt fel Berlinben vagy Pesten, feltehető, hogy a sorsát Bohrra bízta.”¹³

Ortvay jóval több kapcsolatot teremtett, mint amennyi hivatala ellátásának feltétele volt – elég, ha a kollokviumokra vagy kiterjedt levelezésére gondolunk. Pedig személyiségének alapvető vonásaiból ez nem következett. Meglehetősen merev volt, zárkózottsága nem sok alkalmat kínált a barátkozásra, kirobbanásra kész ingerültsége pedig társas érintkezésének minden szakaszában állandó veszélyforrásként volt jelen. Egyenessége, belső feszültségtől hajtott lobogása mégis sokak rokonszenvét szereztek meg számára, humánuma és korrektsége pedig a közös munkát, a vele való együttműködést tették vonzóvá.

Nem véletlen, hogy olyan szívesen levelezett. A levélírás távolról sem kíván annyi hajlékonyságot, mint a társalgás, ideges ember számára meg egyenesen jótétemény. Ortvay ráadásul még csak nem is beszélt szépen magyarul, mondatalkotásában, sőt hanglejtésében is sok árulkodott a német környezetű gyermekkorról, ideges periódusaiban pedig már az érthetőség került veszélybe. Levelei ezzel szemben jól szerkesztettek, megfelelően tagoltak, figyelemkeltőek. Társai a levelezésben a század legkiválóbb természettudósai közül való magyarok és nem magyarok. A levelek a fizika fejlődéstörténetén kívül a korszakot is jellemzik, ahogy azt néhány kiváló logikájú gondolkodó megéli és értékeli. Neumann János pl. már amerikai tartózkodása első éveiben pontosabban jósolta meg az elnökválasztás eredményét, mint a közvélemény-kutatók. De a külpolitikában is matematikus módjára mérlegelt – 1938 tavaszán így írt Ortvaynak:

„Nem hiszem, hogy a katasztrófa el lesz kerülhető. A fegyverkezés intenzívebb, mint 1914 előtt volt ... Ami 1914-ben megesett, az most a fortiori meg fog esni. Nem azt kell bizonyítani, hogy miért lesz így, hanem azt, hogy miért ne lenne így: És erre az utóbbira

13 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 80. (A múlt magyar tudósai)

semmilyen elégséges okot nem látok.”¹⁴

Ortvaynak jól jöttek a határozott hangvételű elemzések, mert itthon zavarosak voltak a nézetek, és neki magának prognózisok helyett inkább csak vágyai voltak:

„Általában annyi téves és sokszor teljesen gyerekes véleményt hallottam ez év folyamán magukat sokra tartó egyénektől, hogy kezdem a tanult emberek értékét nagy mértékben redukálni. Én csak azt szeretném, hogy valamiképp rendeződjenek és stabilizálódjanak az európai viszonyok. Nagyon hiányoznak az angol és amerikai tudományos folyóiratok”¹⁵ – írta Neumann-nak 1940 júliusában.

A 20-as, 30-as években a levelek és a személyes találkozások váltották egymást. Ezekben az időszakokban megélnéült az Elméleti Fizikai Intézet. A viták a fizikáról minden körülményeskedés nélkül folytak a közvetlenség olyan fokán, ahol a kisebb gorombaságok már udvariasságszámba mentek. Neumann, Wigner, Teller, Lánczos hatalmas szellemi erőt jelentettek, Ortvay mégis partner tudott lenni. Ez sok erőfeszítésébe került, de hallatlan kíváncsisággal és szorgalommal nézett utána mindennek, olvasott el minden fontosabb közleményt és rendszerezte az olvasottakat. A tágas budai lakásának falait borító polcokon nemcsak könyvek sorakoztak, hanem az elolvasott közlemények kivonatait tartalmazó, pedánsan rendezett fiókok is. Végeredményben sikerült elérnie, hogy a fiatal, nagy eredményeket felmutató fizikusok hallgattak a véleményére, mert érdemes volt odafigyelni, hogy mit mond az összefüggésekről, analógiákról, lehetőségekről.

Nem volt hiábavaló az elméleti érdeklődésű emberek istápolása. Indiai útján tartott előadása a magyar fizikáról szokatlan részletességgel mutatta be tanársegédei munkásságát:

„Neugebauer Tibor kutatásai felölelik az optikai Kerr-effektus elméletét és a kristályrácsok dinamikáját. Különösen a polarizáció szerepét tárta fel különböző jelenségekben, így pl. a fénytörés növekedésében és csökkenésében. Foglalkozott a kristályok vezetőképességével, a Van der Waals-erővel és kiszámította egyes molekulák állandóit. – Gombás Pál kutatásai hasonló típusúak, mint Neugebaueré. Nagyon részletesen tárgyalja a fémes kötés elméletét, különösen az alkálifémekét... Bebizonyította, hogy az alkálíkristályok energiája és rácsállandóik között fordított arány áll fenn. A kálium, rubidium és cézium rácsállandóit, rácsenergiáit és a szublimációs hőjét a tapasztalattal egyezően, 12–16%-os hibával számította ki. Végül Fermi és Thomas elméletével kapcsolatban kidolgozott egy statisztikai perturbációs elméletet a

14 Neumann János levelei Ortvay Rudolffhoz. Közli: Györgyi Géza. = Fizikai Szemle 23 (1973) No. 12. p. 367.

15 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 211. (A múlt magyar tudósai)

kicserélődési energia figyelembevételével és anélkül. – Tisza László a molekulák rezgésspektrumát a csoportelmélet segítségével vizsgálja.”¹⁶

Ortvay ebben az írásában több kutatóhely eredményeiről is beszámolt, nemcsak elméleti eredményekről:

„Az utóbbi néhány évben Tangl professzor intézetében egy nagy kísérleti berendezést állítottak fel Forró Magdolna kozmikus sugárzásra vonatkozó vizsgálatai céljára. A módszert később Barnóthy Jenő tökéletesítette. Az elmúlt nyáron a dorogi szénbányákban vizsgálták a kozmikus sugárzás abszorpcióját, és azt találták, hogy a kozmikus sugarak behatolásának megfigyelhető határa 1400 m-es vízrétegnek megfelelő mélységben van.”¹⁷

Gyulai Zoltánnak „...a szelén és a só fotoelektromos effektusára, valamint azok fény hatására létrejövő elektromos vezetőképességére, továbbá a kristályosodás folyamatára vonatkozó munkáit említhetem meg. Náray szabó István Bragg módszerével meghatározta egyes kristályok szerkezetét. Szalay a dielektromos állandót és az ultrahangot tanulmányozta. Különösen felhívom a figyelmet Békésy Györgynek a hallás mechanizmusára irányuló nagy elismerést kiváltó vizsgálataira.”¹⁸

A középiskolai tanár Novobáztzy Károlynak a harmincas években nemcsak a 'Matematikai és Fizikai Lapok'-ban jelentek meg cikkei, hanem a 'Zeitschrift für Physik'-ben is a térelméletről és a kvantumelektrodinamika egy különösen egyszerű kvantálási módjáról. Ortvayhoz írott levelében Born egyenesen magasztalja Novobáztzy teljesítményét, pedig nem volt lelkesedő természetű:

„Úgy gondolom, hogy ez briliáns közlemény: a legcélravezetőbb módon old meg egy problémát, amely olyan embereket foglalkoztatott mint Pauli, Heisenberg vagy Fermi. És úgy gondolom, hogy az elektromágneses vektorpotenciálokra vonatkozó új kommutációs törvényeinek komoly következményei lesznek. Szeretnék többet tudni erről az emberről.”¹⁹

A kísérleti fizikát művelő egyetemi emberek közül Ortvay segítője, majd szövetségese, Tangl

16 Ortvay Rudolf: Fizika Magyarországon – múlt és jelen. = Fizikai Szemle 35 (1985) No. 5. p. 180.

17 Ortvay Rudolf: Fizika Magyarországon – múlt és jelen. = Fizikai Szemle 35 (1985) No. 5. p. 178.

18 Ortvay Rudolf: Fizika Magyarországon – múlt és jelen. = Fizikai Szemle 35 (1985) No. 5. p. 178.

19 Füstöss László: Ortvay Rudolf. Bp., 1984. Akadémiai Kiadó. p. 94. (A múlt magyar tudósai)

Károly továbbra is a tehetségek felismerésére és támogatására összpontosította nem csekély tekintélyét.

Első doktoranduszainak egyike Békésy György volt. Ekkoriban Tangl folyadékok és gázok dielektromos tulajdonságaival, folyadékok határfelületén kialakuló felületi feszültséggel foglalkozott. Ez utóbbi kutatásba kapcsolódott be Békésy György.

Békésy György így emlékezett vissza az 1922–23-ban Budapesten, Tangl Károly irányításával töltött doktoranduszi évekre: „A budapesti egyetem igen különbözött a bernitől... A laboratórium igazgatója – Tangl professzor előtt – Eötvös volt. Sohasem találkoztam vele, a technikusával azonban többször is. Valahányszor elvégeztem vagy hozzákezdtem egy kísérlethez, azt mondta, hogy a kegyelmes úr nem így csinálná. Néha igaza is volt. Így tudtam meg, hogyan gondolkozott és dolgozott Eötvös, és ismét csak azt mondhatom, hogy egy probléma több, különböző oldalról való makacs megközelítésének egyszerűsége volt az, amely Eötvöst a világ kimagasló tudósainak egyikévé tette...”

Tangl indította el pályáján Szalay Sándort, ő ismerte fel Forró Magdolna és Barnóthy Jenő tehetségét, és támogatta őket a kozmikus sugárzás tanulmányozásában.

Az ugyancsak Tangl mellől indult Pogány Béla, aki tudományos tevékenységet elsősorban az optika területén fejtett ki. A fémrácsról elhajlított fény polárizációs állapotát, igen vékony fémrétegek optikai és elektromos tulajdonságait vizsgálta. Különösen érdekes a Harress–Sagnac kísérlet megismétléséről az ‘Annalen der Physik’-ben írt közleménye. A szóban forgó kísérlettel azt kívánták bizonyítani, hogy ha a fény egy zárt utat, pl. tükrökkel vagy prizmákkal kialakított poligont fut be, akkor az ehhez szükséges időt a poligon forgása befolyásolja, vagyis két ellentétes irányba futó fénysugár ugyanazt az utat különböző idők alatt teszi meg. Ez azt jelenti, hogy az inerciarendszerben nyugvó berendezésben megfigyelt interferenciacsíkok forgás esetén eltolódnak. Ezt a hatást nem befolyásolja az, hogy a fény az utat vákuumban vagy anyaggal kitöltött térben teszi meg. E rendkívül nehéz kísérletet ismételte meg Pogány az említett szerzőknél sokkal nagyobb pontossággal. A szóban forgó jelenség tárgyalásánál még ma is az ő kísérletére hivatkozik a legtöbb kézikönyv.

„Pogány Béla érdeklődése ezután az atomspektrumok felé irányult és 1933, 34, 35-ben megjelentetett egy-egy munkát a nemesgázok Zeeman-effektusáról. Schmid Rezső pedig más elméleti fizikusok után nézett a kísérleti eredmények értékelését illetően. Így 1930-ban Neugebauer Tiborral, 1931-ben Bródy Imrével jelentetett meg közös publikációkat... rövidesen a Műszaki Egyetem Fizika Tanszéke a Széchenyi-alapítványból egy modern Rowland-rácsot vásárolt, s ez megnyitotta az utat egy rendkívül széleskörű, nemzetközileg is nagyra értékelt molekulaszpektroszkópiai

kutatómunkához. Ez a kutatómunka szinte vonzotta a fiatalokat, doktoranduszok serege lepte el a laboratóriumot, akik két-, hároméves munkával megírták a disszertációjukat és le is doktoráltak... Schmid egyik első doktorandusza Gerő Loránd, egy akkor frissen végzett gépészmérnök volt 1933-ban, aki később a legjelentősebb munkatársává vált. Ketten együtt, valamint irányításuk alatt 1945-ig 114 kísérleti tárgyú publikációt tettek közzé... Budó Ágoston III. éves egyetemi hallgató kora óta, 1935-től a Tudományegyetemről kijárt a műegyetemi kutatóközpontba, ahol Schmidéktől első kézből kapta a megoldásra váró elméleti molekulaspektroszkópai problémákat, amelyek megoldásával világraszóló feltűnést keltett. Ezekbe az elméleti kutatásokba kapcsolódtam magam is 1936-tól kezdve” – így emlékezik vissza Kovács István pályakezdő éveire.²⁰

Pogány Béla alkotásai közé tartozik az igen nagy érzékenységgű szeizmográfok gyakorlatilag jól működő prototípusának kifejlesztése. Az ipari igények és az egyetemi lehetőségek egymásra találása mind jellemzőbb Magyarországon is. Ennek következménye a Társulat mindennapjait illetően, hogy a meghatározó összetevők között az ipari kutatólaboratóriumokat is számon kell tartani.

„Pogány mindezen kívül nagyszerű könyveket írt, egyetemi tankönyveket és kézikönyveket egyaránt, amelyeken generációk nevelkedtek.” 1918-ban levelező, 1931-ben pedig rendes tagja lett az Akadémiának. „...Nagy tekintélyét mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy ha egy állami vagy fővárosi intézménynek olykor-olykor fizikusra volt szüksége, tőle kértek személyi ajánlást. Ha történetesen volt akkor a tanszéken vagy másutt tevékenykedő, a kívánt célra alkalmasnak tartott fiatal fizikus, pozitív választ adott, ami az akkori nehéz elhelyezkedési körülmények között biztos állást jelentett az illető számára.”²¹

A szegedi egyetemen Pogány Bélát követő Fröhlich Pál amerikai tanulmányútjáról hazatérve elsősorban a foszforeszcencia jelenségét vizsgálta, de továbbra is foglalkozott lumineszcenciával, nevéhez fűződik a polarizációs színek fogalmának kialakítása. Tudományos munkásságának jelentős hányadát teszik ki a zselatinfoszforok tárgykörébe tartozó kutatások. Az ún. előgerjesztés jelenségét zselatinban oldott rodulin-oranzs N szárított lemezein közösen fedezték fel Gyulai Zoltánnal.

20 Kovács István: Újabb eredmények a kétatomos molekulák színeinek multiplett szerkezetében. = Fizikai Szemle 37 (1987) No. 8. p. 286.

21 Bozóki László: Hogyan látta dolgozni főnökét, Pogány Bélát egykori munkatársa? = Fizikai Szemle 37 (1987) No. 8. pp. 292–294.