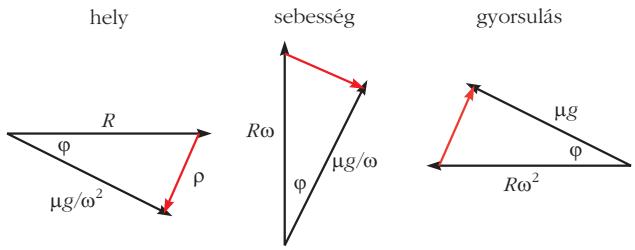

bességvektora függőlegesen felfelé áll, nagysága $R\omega$. Az érme sebességvektora szintén merőleges a helyvektorra, nagysága

$$\frac{\mu g}{\omega}.$$

A gyorsulásvektorok további elforgatással nyerhetők, és nagyságuk $R\omega^2$ és μg.

Az ábrából minden információt leolvashatunk:

$$\cos\varphi = \frac{\mu g}{R\omega^2}.$$

A Eötvös-verseny feladatának eredménye a rajztáblához viszonyított mozgás sugara, amit a Pitagorasztétel határoz meg:

$$\rho = \sqrt{R^2 - \left(\frac{\mu g}{R\omega^2}\right)^2}.$$

Továbbá az érem gyorsulása és a sebességkülönbség hányadosából kapjuk β-t, és látjuk a rajztáblán lévő mozgás fáziskésését is.

A geometriai megoldás sokkal rövidebb, de többet hagyatkozunk gondolatainkra, több gondolkodással fizetünk. Azon megoldásban, ahol többet kellett számolnunk, a félreszámolás lehetősége nagyobb, az kevesebb gondolkodást, de több figyelmet követel.

Ez a cikk az állandósult, azaz stacionárius mozgással foglalkozott. Következő írásunk a teljes mozgás leírását tartalmazza, azt is, ahogy a stacionárius állapot beáll, valamint vizsgáljuk a mozgás stabilitását is. Vizsgálatunk nagy része a numerikus számolás eredményének taglalásából áll majd.

HÍREK – ESEMÉNYEK

ZAWADOWSKI ALFRÉD (1936–2017)

Zawadowski Alfréd akadémikus, nemzetközi hírű elméleti fizikus, a Műegyetem korábbi igazgatója, professzor emeritusa 2017. augusztus 5-én elhunyt. A Széchenyi-díjas, iskolateremtő tudós nevéhez fűződik a hazai modern szilárdtest-fizikai kutatások elindítása, fizikusgenerációk felnevelése, a nemzetközi szintű műegyetemi fizikusképzés kialakítása.

Zawadowski Alfréd 1936-ban született Budapesten. Fizikusi oklevelét 1959-ben szerezte meg az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében töltött gyakornoki évek után, 1962-től 1989-ig, 27 éven keresztül az MTA Központi Fizikai Kutató Intézete munkatársa, majd főmunkatársa, kutatóprofesszora volt. Tíz éven át irányította az Elméleti Szilárdtest-fizikai Csoportot, majd a KFKI Tudományos Tanácsadó Testületének vezetője lett. 1989 és 1992 között az MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport kutatóprofesszoraként dolgozott. 1992-től a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Intézetének egyetemi tanára, 1992 és 2001 között igazgatója. 2006 óta a BME professor emeritusa.

Kutató- és oktatómunkája mellett számos tudományos közéleti szerepet is vállalt: 1990 és 1993 között az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke, 2013 és 2014 között elnöke volt. Évtizedeken keresztül volt a *Solid State Communications* folyóirat szerkesztőbizottsági tagja, valamint tagja volt a *Fizikai Szemle* szerkesztőbizottságának is.

A fizikai tudományok doktora fokozatot 1969-ben szerezte meg: disszertációjában a kvantummechanikai alagútjelenség egy új elméleti leírását adta normál és szupravezető anyagokra. 1985-ben az MTA levelező, majd 1990-től az Akadémia rendes tagjává választották.

Zawadowski professzor mindig az elméleti szilárdtest-fizika legfontosabb kérdéseire koncentrált, munkássága jelentősen hozzájárult a nemzetközi fizikusközösség által is legérdekesebbnek tartott problémák megoldásához. A híg mágneses ötvözetekben fellépő Kondo-effektusra vonatkozó számításai alapozták meg nemzetközi hírnevét még a ’70-es években. A töltéssűrűség-hullámok, illetve a kétnívós rendszerek területén publikált munkái hosszú időre meghatározták e kutatási területek fejlődését. Maradandót alkotott a szupravezetők és a mezoszkopikus rendszerek elméleti vizsgálatában is. Zawadowski professzor az általa művelt területeken új módszereket vezetett be, és új kutatási irányokat alapozott meg. Tudása és egyénisége mindig is vonzotta a tehetséges fiatalokat, generációkat nevelt fel, és indított el a tudományos pályán. Tanítványai közül mintegy tízen lettek az MTA hazai vagy külső tagjai, és közel húszra tehető azok száma, akik neves külföldi vagy hazai egyetemek professzorává váltak.

A hazai szilárdtest-fizika megalapozását jelentették a 70-es években az Eötvös Loránd Tudományegyetemen tartott kurzusai. Ezt követően több éven keresztül meghívott professzorként kutatott és tartott előadásokat olyan neves külföldi egyetemeken, mint a University of Virginia, Rutgers University, University of Illinois, valamint a University of California, Los Angeles.

A Műegyetem professzoraként és a Fizikai Intézet igazgatójaként 1992-től megszervezte a nemzetközi követelményeknek megfelelő mérnök-fizikus képzést, megalapította a MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoportot. Nevéhez fűződik a BME fizikus PhD-programjának létrehozása, a doktori képzés feltételeinek megteremtése. Meghatározó szerepet játszott a Fizikai Intézet korszerű kísérleti laboratóriumainak létrehozásában, a magas színvonalú szilárdtest-fizikai kísérleti kutatások egyetemi környezetben történő meghonosításában. Az általa tanított tárgyak – félvezetők fizikája, szilárdtest-fizika, soktestprobléma, elektrodinamika, kvantummechanika – sokrétűsége jól tükrözi széleskörű érdeklődését. A mezoszkopikus fizika területén indított előadás-sorozatával egyúttal új kutatási területet is kijelölt. Erre építve vált napjainkra a nanofizika elméleti és kísérleti vizsgálata a BME kiemelt, rendkívül sikeres kutatási területévé.

Munkássága elismertségét több díj, így Akadémiai Díj (1977), Állami Díj (1980), Alexander von Humboldt-díj (1996) és Széchenyi-díj (2003) is fémjelzi. A BME szenátusa 2017 májusában a Műegyetem legrangosabb kitüntetését, a József Nádor Emlékérmet adományozta Zawadowski Alfrédnak.

Iskolateremtő munkásságát és a nemzetközi tudományos életben betöltött szerepét jól mutatja, hogy a 80. születésnapja alkalmából tartott rendezvényre a világ minden részéről érkeztek volt tanítványai és munkatársai. A Zawadowski-iskolát bemutató tudományos workshopról a *Fizikai Szemle* 2016. májusi száma http://fizikaiszemle.hu/arhivum/fsz1605/FizSzem-201605.pdf számolt be.

Zawadowski professzort a Magyar Tudományos Akadémia és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem saját halottjának tekinti.

Mihály György gyászbeszéde

Sokan eljöttünk tanítványok, munkatársak, barátok és tisztelők, hogy búcsút vegyünk Zawadowski Alfrédtól, a világszerte elismert tudóstól.

Ő teremtette meg a korszerű szilárdtest-fizika hazai művelésének alapjait, nevéhez fűződik az elméleti és kísérleti kutatások szoros összekapcsolása, korábban nem művelt, új kutatási területek elindítása. Elismertségét és a tudományos életben betöltött szerepét jól mutatja, hogy a 80. születésnapjára Amerikától Németországig/Svájcig a világ minden tájáról érkeztek volt tanítványai és munkatársai, hogy Frédit köszöntsék.

Másfél évvel ezelőtt, születésnapján többen felidéztük a Zawadowski-iskola létrejöttének mozzanatait. Ennek meghatározó eleme volt az 1972/73-ban, ELTE-n tartott előadássorozat – amikor hosszú idő után megengedték Frédinek, hogy az egyetemen tanítson. A kurzus a felettünk járó évfolyamnak lett meghirdetve, de mi is bejártunk, és ott voltak a minket tanító egyetemi oktatók is. Egy teljesen más fizikát ismertünk meg, akkoriban felfedezett érdekes jelenségeket, modern elméleteket és új matematikai módszereket.

Néhány évvel később, többen már Frédi lakásában, a Galeotti utcában találtuk magunkat és a KFKI-ból kiviteli engedéllyel szerzett fekete tábla előtt igyekeztünk megérteni egy-egy éppen megjelent tudományos közleményt. Így utólag tudjuk már, hogy ezek a cikkek a modern szilárdtest-fizika fejlődési irányait kijelölő alapvető gondolatokat tartalmazták. Frédi iránymutatása meghatározó volt számunkra mind az elméleti, mind pedig a kísérleti témák kiválasztásában.

Frédi mindenkit ismert, aki a tudományterület vezető kutatója volt, és Frédit is világszerte ismerte mindenki. A tudomány nemzetközi, és csak nemzetközi szinten érdemes művelni. Miatta jöttek el Nobel-díjas fizikusok Magyarországra, vagy olyan elméleti és kísérleti fizikusok, akik néhány évvel/évtizeddel később kaptak Nobel-díjat. A KFKI-ban a 70-es és 80-as években egy Nyugat-Kelet találkozási pontot tudott létrehozni a világ vezető tudósai számára, és ebbe integrálódott a hazai Zawadowski-iskola. Számunkra ez akkor természetesnek tűnt, de most már tudjuk, hogy a sors kivételezettei voltunk.

Szerencsések azok, akik Frédi barátjának mondhatták magukat. Egy Los Angelesben együtt töltött év minket és családjainkat is közelebb hozott egymáshoz. Sok kaliforniai kirándulás vagy más közös program emlékét őrizzük családommal együtt ebből az időből, és ez a kapcsolat hazatérve is megmaradt. Megismerhettem Frédi sokszínű egyéniségét a mindennapi életben is. Megcsodálhattam például a profi módon kivitelezett házi barkácsolásának eredményét, amire legalább olyan büszke volt, mint valamelyik tudományos közleményére. Az élet minden területén lehetett tanulni tőle. Rengeteg embert ismert, kivételes történeteket tudott, és ezeket mindig érdekfeszítően mesélte el.

Befejezésül *Holczer Károly Fizikai Szemlében* írt mondatait szeretném idézni: „Frédi az életet, a fizikát, a fizika művelőit, az országot és mindent, ami körülvette úgy látta és formálta, ahogy csak kivételes emberek, elmék képesek. A cél a megértés, és az természetes, hogy a megértéshez vezető munkát el kell végezni. Ehhez a munkához a legjobb emberek kellenek és egy olyan környezet, amiben elvégezhető. Frédi fáradhatatlanul dolgozott ezen, ebben élt, teremtette saját igaz világát."

Mi, munkatársai és barátai a jövőben is azon leszünk, hogy a Frédi által teremtett világ továbbéljen és a Frédi által képviselt szellemiségben működjön.

Kertész János gyászbeszéde

Zawadowski Fréditől búcsúzunk, a kiemelkedő tudóstól, akadémikustól, akit Nobel-díjasok tekintettek partnerüknek; a kiváló tanártól, aki sikeres kutatók nemzedékeit nevelte fel; a nagyszerű vezetőtől, akinek köszönhetően a Műegyetem Fizikai Intézete nemzetközi színvonalú tudományos és oktató központtá vált. És nehéz szívvel búcsúzunk a szeretetre méltó embertől.

Az élet nagy ajándékának tartom, hogy Frédi barátja lehettem. Személyiségének vonzása persze tudományos tekintélyéből is fakadt, de színes egyéniségének, érdeklődő, nyitott szellemének hatása alól nem tudta magát kivonni, aki ismerte.

Szorosabb kapcsolatunk egy „összeesküvés a jóra" jellegű vállalkozással kezdődött, amikor 1992-ben Frédi megpályázta a Műegyetem Fizikai Intézetének igazgatói állását, és bíztatására én is pályáztam. Az új idők jeleként a dékán nem a régi igazgató megbízását hosszabbította meg, hanem a legalkalmasabbat, Frédit választotta. Ő pedig ragaszkodott hozzá, hogy én legyek a helyettese.

Ekkor elkezdődött egy csodálatos, építő korszak, amiben Frédi igazán elemében volt. Létrejött a modern műegyetemi fizikusképzés és a kapcsolódó doktori iskola, laboratóriumok létesültek és újultak meg, kiváló kollégák csatlakoztak, megalakult a Matematikai Intézet és a Természettudományi Kar. Mindezen fejlemények motorja Frédi volt. Persze számos nehézség akadt, kezdve azon, hogy mérnökkari dékánokat kellett meggyőzni, hogy legyen a Műegyetemen fizikusképzés, addig, hogy betörésbiztossá kellett alakítani az intézetet. Frédi céltudatossága, bátorsága és tekintélye legyőzte az akadályokat. Ha kellett, stratégiát dolgozott ki és órákig tárgyalt, ha kellett, felgyűrte az ingujját és napokig könyvtárat rendezett, vagy tárolót épített saját kezűleg az Elméleti Fizika Tanszéken. Küzdelmeiben mindig határozott volt és eltökélt – pedig ezzel nem csak barátokat szerzett magának –, de soha nem a saját érdekeit nézte.

Utálta a butaságot és az önzést. Fel tudott háborodni, de kitűnő humorérzékkel ki is gúnyolta, ha ilyesmivel került szembe. Az első időben, amikor még a Természet- és Társadalomtudományi Karhoz tartoztunk, szemben ültem Frédivel a Kari Tanácson, néha nehéz volt nevetés nélkül megállni, amikor álkomoly arccal bólogatott a „posztmarxisták" hosszan előadott sületlenségeit hallgatva. Mondanom se kell, a posztmarxisták elnevezés is tőle származik. Szerette ugratni a barátait is, és ha sikerült a tréfa, remekül szórakozott. Történetei a moszkvai banánevéstől a KFKI-s héliumcsatákig mára a közös anekdotakincs részei.

A kilencvenes évek végére a körülmények romlottak, és Frédi úgy döntött, hogy lemond igazgatói megbízatásáról. Ez egyike volt élete számos, valamilyen pozícióról való lemondásainak. Erkölcsi kérdésként értelmezte ezeket a helyzeteket. Érdeklődésünkre, hogy nem lenne-e jobb maradni és valamilyen kompromisszumot keresni, csak annyit felelt: „Engem a papám így tanított."

Valóban, az a polgári környezet, amelyből származott, meghatározó volt Frédi számára. Rendszerfüggetlen erkölcsi tartása, tettekben megnyilvánuló hazaszeretete ebben gyökerezett. Kiváló nyugati egyetemek szívesen fogadták volna professzorként, de ő úgy érezte, hogy itthon van feladata. Amerikai útjai során alkalma volt részletesen megismerni egy működő liberális demokráciát, aminek eszménye mellett mindig is elkötelezett volt. Az utóbbi időben a Magyarország sorsa fölött érzett aggodalom nyomasztotta. Ugyanakkor Ádámék hazatelepülésével utolsó éveiben meleg családi légkör és a folytatás ígérete vette körül. Jó, hogy ez még megadatott neki.

Kedves Frédi! Megőrzünk a szívünkben és igyekszünk méltók lenni emlékedhez. Nyugodj békében!

Zaránd Gergely gyászbeszéde

Az a szomorú feladatom, hogy Frédi fiatalabb tanítványai nevében búcsúzzam röviden most tőle.

Azóta, hogy utolért Frédi letaglózó halálhíre, szüntelenül egy kép jár a fejemben. Az a mozaikkép, amit Frédi 80. születésnapjára készítettünk *Simon Feri* javaslatára, Frédinek ajándékképp. Ez a mozaikkép Frédit nagyon jellegzetes pillanatban mutatja. A képen Frédi tekintete tűnődő, de a szája szélén a mindannyiunk által jól ismert huncut mosoly sejlik. A kép eredeti, vágatlan verziójában talán még egy borospohár is volt Frédi kezében. Mi mindannyian így ismertük Frédit.

Ez a mozaikkép 3600 apró kis kockából áll össze, amelyek mindegyike egy-egy különálló fénykép. Ezeket a fényképeket – sok száz fényképet – Frédi tanítványai, barátai, munkatársai küldték a világ minden tájáról, és a képek őket vagy Frédit ábrázolják egy-egy fontos ünnepi vagy jellegzetes pillanatban.

Nem hiszem, hogy ennél a képnél, vagy annál a levéláradatnál, amit Frédi halálhíre váltott ki, lehet több méltatás Frédinek. De azt sem hiszem, hogy Frédi valóban elment közülünk. Ahogy Frédi mozaikképét sok apró kép hordozza, úgy hordozzuk mi is mindannyian Frédi emlékét, munkáit, tanácsait és legfőképpen példáját.

Mert Frédi leginkább példájával tanított bennünket, tanítványait.

– Tanított először is, mint tudós, lényegre törő kérdéseivel, átfogó, legendás tudásával és hihetetlen intuíciójával.

– Tanított, mint barát és munkatárs, azzal a figyelemmel, amellyel mindannyiunk pályáját kísérte, és azzal a kifogyhatatlan humorral, amelyet megőrzött a legnehezebb helyzetekben is.

– És tanított, mint vezető, megingathatatlan etikusságával, becsületességével, tisztánlátásával és azzal a konok kitartással, amellyel utolsó erejéig küzdött minden jó ügyért.

Frédi minden tanítványa nevében hálát adok azért a törődésért, és figyelemért, amivel bennünket kísért, és azért a példáért, amit életével mutatott nekünk.

Köszönöm, hogy tanítványod és munkatársad lehettem.