

A RENESZÁNSZ FIZIKÁJA – BETEKINTÉS ÉS KITEKINTÉS

Kovács László

dr. habil., főiskolai tanár, NYME Fizika Tanszék
klaci@ttmk.nyme.hu

Bevezetés

A fizikatörténeti dolgozatoknál azt kérem tanítványaimtól, hogy legyen munkájukban mindig valami eredeti: saját vélemény vagy összehasonlítás. Elvárom, hogy legyen az írásokban levéltárban talált adat, olyan leírás, amely eddig még nem jelent meg nyomtatásban vagy az interneten; olyan tény, amely régi folyóiratokban, évkönyvekben eldugottan szerepel. Most szégyenkezniem kell, mert a reneszánsz fizikájával kapcsolatban én magam nem tudok saját munkát felmutatni. Láttam ugyan a Loire menti Amboise-ban a *Leonardo da Vinci* sírját őrző St. Hubertuskápolnát, de nem jártam szülőfalujában, a Vinci melletti Anchianóban. Láttam Oxfordban a Sheldonian melletti múzeumban *Galileo Galilei* távcsövét, láttam síremlékét Firenzében a Santa Crocében, de nem volt türelmem végigolvasni a *Discorsi*-t. Nem fényképeztem le *Simon Stevin* szobrát a róla elnevezett téren, szülővárosában, a hollandiai Bruges-ben, de még csak fényképet sem láttam az *Eugen Simonis* alkotta szoborról. Nem ellenőriztem személyes megtekintéssel, hogy legenda-e vagy valóság: Stevin sírkövére a lejtőre helyezett gyöngysort – meglátásának szeniális ábrázolását – vésték. Nem volt a

kezemben *Giambattista della Porta* 1558-tól kiadott húsz könyvéből, a *Magiae Naturalis*-ből a 8. könyv, amely a fizikai kísérletekről szól, és az angol fordítást, a *Natural Magick*-et is csak az interneten tudtam megnézni.

Így csupán annak felsorolása következik, hogy mit találtam kedvenc forrásaimban. Összességében azt állapítottam meg, hogy a reneszánsz idején nem végeztek korszakalkotó kísérleteket, nem volt átfogó elmélet, de megjelentek ezek csírái. A fizika vándorútján nagyon messze van még *Eötös Loránd* és *Albert Einstein*, *Michael Faraday* és *James Maxwell*, de közel vagyunk már Galileihez és *Isaac Newton*hoz.

A harmónia születése

Fizikatörténeti forrásaimban a kezdet és a vég *A fizika kultúrtörténete*. Ebben a páratlan műben *Simonyi Károly* „modern tudománytörténeti munkák” alapján felsorolja, hogy a szerzők miért ítélik el a 16. század tudományát. Túlzottan építettek az antik tudományra, ez lekötötte a legkiválóbb elmék szellemi energiáit. Előterbe helyezték a filológusokat, megvetették a közvetlen múlt eredményeit. A százéves angol–francia háború akadályozta a késő középkor két tudományos központjában, Oxfordban és Párizsban a szellemi élet

fejlődését. A reneszánsz pozitív vonásai Simonyi olvasatában a következők. Megbízható, hű fordítások alapján hozzáférhetővé vált az „antik tudáskincs”. Túl tudtak lépni az ókori hagyományokon, megtették az első lépéseket a teljes szellemi függetlenség felé. A reformáció megmutatta, hogy még a hit kérdéseiről is lehet vitatkozni. Végül nagyon fontos, hogy a kibontakozó, csodálatos reneszánsz művészet természettudományos ismereteket követelt: optikát, botanikát, anatómiát, statikát.

Máig ható élményem az 1966-os, első olaszországi utam. Firenzében az Uffizi Képtárban az idegenvezető felhívta a figyelmünket a természeti háttérre és az emberábrázolásoknál a helyes arányok megjelenésére. Ekkor szerettem bele *Michelangelo* szobraiba. Ő a márvány holt anyagában ábrázolt alakot élővé tudta tenni. A firenzei Akadémia kiállítótermében a *Dávidhoz vezető út* jobb oldalán a *haldokló rabszolga* karja már élettelenül csüng, mégis az ember önkéntelenül oda akar nyúlni, hogy segítsen. A fiatalkori *Pietán* Mária ölében a holt Krisztus megtört vonalban fekszik, mintha nem akarna teljes súlyával édesanyjára nehezedni. Az épületet, ahova ezt a szobrot tették, szintén Michelangelo tervezte. Igaz, ő még a legtökéletesebb mértani testnek, gömbnek (félgömbhéjnek) akarta kívülről is látni a Szent Péter bazilika kupoláját, olyannak, amilyennek a példaképül vett firenzei *Filippo Brunelleschi* tervezte dóm kupolája belülről látszik. Utódai a kor ízlésének megfelelően nyújtották meg azt.

Furcsának tűnhet, hogy „fizika” címszó alatt ilyen dolgokról írok, ám a reneszánsz lényegéhez tartozik, hogy tökéletes volt a harmónia az ember, a természet és az ember alkotásai közt. Azért tudott Leonardo, Michelangelo, Stevin, *Garay*, Porta az embereket jól szolgáló, szép eszközöket, épületeket ter-

vezni, mert voltak művészi adottságaik és egységben látták a teljes emberi kultúrát, ismerték, tisztelték magát az Embert. Napjaink kiemelkedő egyéniségei közül éppen Simonyi Károly juthat eszünkbe. Ő harmóniát teremtett a reál és a humán tudományok közt: a fizika kultúrtörténetét írta meg. Ő azért tudott – szemben nagyon sok kollégájával – kiváló egyetemi tankönyveket írni, mert ismerte a hallgatók lelkivilágát, tudásszintjét. Ellenpéldaként a számítógépes programok szerzőinek nagy részét említhetnénk. Nem hogy az emberi lelket nem ismerik, de még pedagógiai érzékük sincs, és hiányoznak alapvető didaktikai ismereteik.

Nagyon jó lenne, ha a reneszánsz éve kapcsán nemcsak emlékeznénk, hanem tanulnánk is az akkori emberektől. Ismét Michelangelóról írok. Ő maga tervezte a Sixtusi Kápolna mennyezetfreskói elkészítéséhez az állványzatot. Gondos volt a kivitelezés is, így minden rendben folyt. Ezzel szemben nemrég meghalt egy magyar művész-restaurátor nő azért, mert a templomban összeomlott alatta az állványzat.

Amikor megcsodáltam a pompás görög szobrokat a Vatikáni Múzeumban (azután Berlinben, Párizsban, Londonban majd a maradékot Athénban) és a falfestményeket Pompeiben: elgondolkodtam azon, hogy hogyan lehetett az emberi testnek ezt az erőteljes, kifejező ábrázolását elfelejteni. Én a vallást okolom ezért. Az emberek figyelmét a földöntúlira, az ég felé kellett terelni, hogy békésen dolgozzanak, ne figyeljenek a földi társadalmi viszonyokra, ne lázongjanak. *John D. Bernal*, a neves ír kristályfizikus, Cambridge-i majd londoni professzor fizikatörténeti művében (1977) kiemeli, hogy a középkor „előkészítette a tudományos forradalmat”. Azt fejtegeti, hogy „sötét középkorról beszél-

ni földrajzilag meghatározott, nagyon *egyoldalú* nézet. [...] a civilizációnak mint egységes egésznek a történetében *nem következett be* törés, csupán a világnak abban a részében tapasztalható ez, amelyet jól ismerünk. Ezért számunkra sokkal nagyobbnak tűnik ez a törés, mint amekkora valójában volt.”

Forrásaim útmutatása

Simonyi Károly a reneszánsz eredmények közül a következőket emeli ki. *Domenico de Soto* a szabadesést egyenletesen változó mozgásnak tekintette. *Niccolò Fontana Tartaglia* a lövedék pályáját három szakaszra bontotta. *Giovanni Battista Benedetti* a szabadesésre vonatkozó gondolat kísérletet, Stevin és társa tényleges ejtési kísérletet végzett. *Isaac Beeckman* elméleti úton levezette, hogy a szabadon eső test sebessége arányos az idővel. *Juan Bautista Villalpando* a Földre állított test feldőlésével foglalkozott. *Gerhard Kremer (Mercator)* jó térképeket készített. *Albrecht Dürer*



1. kép • Simon Stevin

megalapozta az ábrázoló geometria szemléletét. Az önálló alfejezetben szerepeltetett Leonardo összekapcsolta az egyenletesen változó mozgást és a szabadesést, vizsgálta a lejtőn való mozgást.

Fizikatörténeti bibliám *Edmund Hoppe Geschichte der Physik* című műve (1926). Természetesen Hoppe is ír Benedettiről, Stevinről, Leonardóról. Újdonság nála, hogy a hőtani fejezetben szerepeltet külön reneszánsz kori részt, és itt ismét Leonardoról majd Portáról és Garayról ír.

Megkaptam a vezérfonalat, és a fent említett tudósok életútja valamint alkotásai után kutattam. Nagy segítségemre volt még *René Dugas A History of Mechanics* című műve (1988) és az internet.

Simon Stevin

A reneszánsz ember sokoldalúságának kiváló példája. Szükszavúan matematikusnak és mérnöknek nevezik, de – továbbra is mai fogalmakat használva – fizikus, csillagász, geográfus, nyelvújító, zeneteoretikus, tanár és közgazdász is volt (1. kép). Születésének évét (1548/49) és halálának helyét (Hága vagy Leiden, 1620) nem ismerjük pontosan. *Maurice van Nassau* herceg tanácsadója volt. Ő csinált belőle köztisztviselőt: többek közt szállásmentert a spanyolok ellen folytatott függetlenségi háborúban.

Matematikai képességeit számos területen alkalmazta. Kezdjük a zenével! Galilei apjának, Vincenzo Galileinek a hatására 1585-ben – a kínai Csü Cai-juvel¹ egy időben, de tőle függetlenül – megalkotta a billentyűs hangszerek egyenlő közű hangolásának elméletét. Igazán csak az énekesek tudnak egy dallamot a harmonikus „hangolásnak” megfelelően

¹ A különböző latin betűs átírások szerint: Chu Tsai-Yu, illetve Zhu Zaiyu

megszólaltatni, azaz úgy énekelni, hogy a hangközök hangjaihoz tartozó frekvenciák hányadosa egész szám legyen, például kisszekund esetén $25/24 = 1,0417$. A vonós hangszerek hangolása a kvintekre épül. A billentyűsök játszanak összhangzattani hangzás szempontjából a legrosszabbul, mert náluk a kromatikus skálában (ahol az összes félhangot játszunk le egymás után) bármely két egymásra következő hanghoz tartozó frekvenciák hányadosa azonos: tizenkettedik gyök 2, azaz közelítőleg 1,0594630944. Ezt találta ki Csu Cai-jiü és Stevin. (Házi feladat nem zenészeknek: miért éppen tizenkettedik gyök?). Az egyenlő közül hangolás (zenei szakszóval: egyenletes temperálású hangolás) előnye az, hogy egy dallam bármely hangnemben azonosan jól (illetve a „vájtfülűek” számára azonosan rosszul) hangzik. Tudtam én gimnazista koromban, hogy az egyenlő közül hangolást *Johann Sebastian Bach* (1685–1750) is népszerűsítette, de hogy ezt a temperálást egy fizikus találta ki, azt most olvastam a neten. Támadt is egy ötletem: ha én énekes lennék, akkor az engem kísérő zongorát D-dúrban harmonikusan hangoltatnám, s minden dúr dallamot csak ebben a hangnemben énekelnék.

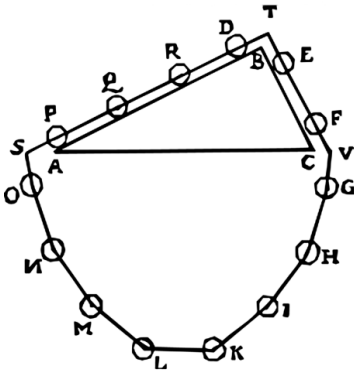
Stevin fogalmazta meg azt a hidrosztatikai ténytet, hogy az edény aljára a benne levő folyadék által kifejtett nyomóerő csak az edény aljának területétől és a felette levő folyadékoszlop magasságától függ, az edény alakjától független. Ezt hidrosztatikai paradoxonnak mondják, megzavarva ezzel a tizenévesek fejét: miért paradoxon, ha ilyen szép a törvény! (Ha picit belegondolunk, láthatjuk, hogy a háttérben meghúzódik az erők felbontása és összetevése, amit majd a lejtőre helyezett teknél is használ.) *Blaise Pascal* (1623–1662) kieszelt egy pompás kísérletet a hidrosztatikai paradoxon szemléltetésére. „100 fontnyi te-

herre van szükség ahhoz, hogy egy uncia víznek az edény aljára gyakorolt nyomását kiegyensúlyozzák, a kísérlet során a víz megfagy, és ezután elegendő egy uncia teher. Pascal sajátos pedagógiai érzékkel rendelkezett.” (*Gingyikin*, 2003). Simonyi Károly fizikatörténeti könyvéből tudtam meg, hogy *Kosztolányi Dezső* Pascalnak tulajdonítja a világirodalom legszebb mondatát: „A végtelen tér örök csöndje megrémít.” Ezután elolvastam a *Gondolatok*-at, s még néhány más szépirodalmi Pascal-művet.

Visszatérve Stevinre és a folyadékokra: Stevin tervezett vízimalmot is. Az árapály-jelenséget a Hold vonzásával magyarázta. „Földi yachtjával” vízparton is tudott vitorlázni. 1600 körül huszonhárom társával Scheveningen és Petten között a tengerparti fövényen csupán a szélről hajtva gyorsabban haladtak, mintha lovakkal húzták volna magukat.

Stevin 1586-ban megjelent *De Beghinselen der Weeghconst* című könyvében leírta, hogy társával 30 láb magasságból egyszerre ejtettek le két golyót. (Nekünk nehéz ugyan megértenünk a flamand szöveget, de dicséretes, hogy anyanyelvén s nem latinul publikált!) A golyók egy időben koppantak a földre helyezett deszkán. Csupán egy koppánás hallatszott akkor is, amikor a két tömör ólomgolyó egyike tízszer akkora térfogatú volt, mint a másik, és akkor is, amikor két azonos térfogatú golyót ejtettek, de olyanokat, amelyeknek súlya egy a tízhez arányban állt egymással.

Lehet, hogy nem tudjuk megnézni a gyöngyosrábrázolást Stevin sírján, de a most említett, 1586-os könyvének címlapjára biztos, hogy ezt a rajzot tette (*2. kép*). Megmutatott ezzel sok dolgot. Megmutatta, hogy kiváló tanár. (Nem tudom, hogy milyen szakon fejezte be 1683-ban a Leideni Egyetemet, de úgy tudom, hogy később nem tanított). Nincs



2. kép • Stevin könyvének címlapja

erővektor, vektorfelbontás (ezt ő vezette be az erők összetevésének megfordításaként), nem ír fel arányokat, trigonometrikus összefüggést, mégis – vagy talán épp ezért – azonnal látjuk, hogy a gyöngyszemek súlyának lejtővel párhuzamos összetevője arányos a lejtő hosszával. Ugyanehhez az ábrához fűzött magyarázatával, a virtuális munka elvének felhasználásával bizonyítja, hogy nem létezhet örökmozgó.

Stevin javaslatára szerveztek mérnöki kart a Leideni Egyetemen. Itt az első professzor az



3. kép • Niccolò Fontana Tartaglia

a *Ludolph van Ceulen* (1540–1610) volt, aki 35 tizedesjegyre kiszámította a π értékét. (Ézert is hivatkoznak a kör területének és átmérőjének hányadosára Ludolph-féle számként.) Ezt a 35 jegyet meg is nézhetjük 2000. július 5. óta a Pieterskerkben (a Péter-templomban), ugyanis rekonstruálták a matematikus 19. század elején eltűnt sírkövét.

Stevin emlékét sokoldalúan ápolják a Leideni Műegyetemen. A róla elnevezett egyesület működőképesen megépítette, s feltalálójáról nevezte el a földi yachtot.

Niccolò Fontana Tartaglia

Ő, a „dadogós” (tartaglia) alapvetően matematikus;² ilyen szemlélettel foglalkozott ballisztikával, így került be a fizikusok látókörébe. Hadmérnöknek és földmérőnek is tekintik; szerkesztett lőtáblákat, foglalkozott a lejtőn álló testek egyensúlyával, a szabadesséssel. Tervezett erődítményeket és könnyebb használhatóságot biztosító tokot az iránytű számára. Az ő születési éve sem ismert pontosan: Bresciában született 1499-ben vagy 1500-ban. Halálának helyét és idejét ismerjük: Velence, 1557. december 13. (3. kép)

Quesiti et Inventioni diverse (Különböző feladványok és megoldások) (Velence, 1546) c. művének ajánlásában szépen fogalmazza meg a reneszánsz már taglalt lényegét:

*Kéket új dolgok égő vágya izgat
Mikről nem tudtak Platón sem Plotinosz
Sem semmi régi görögök s latinok
S csak Munka, Mérés, Ész hozott világra.*

(Vekardi, 2000)

Alapvetően autodidakta volt: picit tanult otthon és Páduában. Később viszont matematikát tanított Veronában és Velencében.

² Matematikai munkásságába cikkgyűjteményünkben Szabó Péter Gábor dolgozata nyújt betekintést – a szerkesztő megjegyzése.

Értetlenül állok az előtt a tény előtt, hogy aki olyan kiváló matematikus, hogy általános eljárást talált a harmad- és a negyedfokú egyenlet megoldására, hogyan tudott a hajítá-sokkal kapcsolatban megmaradni Arisztote-lész és francia követőinek befolyása alatt, az impetuselméletnél. Hogyan állíthatta az 1537-ben megjelent *Nova Scientia* című könyvében azt, hogy a kilőtt ágyúgolyó először egyenes vonalban, majd körpályán, végül függőle-gesen lefelé halad? Picit meglepett, hogy Simo-nyi Károly is ebből a könyvből vette a három szakaszra osztott ferde hajtás illusztrációját. Ugyanis az említett, 1546-os Tartaglia-könyv-ben már az áll, hogy a pálya egyetlen része sem egyenes. (Sajnos ezen állítást nem tudtam megnézni a *Pierluigi Pizzamiglio*, az Univer-sità Cattolica del Sacro Cuore matematika-professzora által készített CD-n, mert azt a kézirat leadásáig nem kaptam meg, de hiszek Gingvikinnek, akinél a fenti sorokat olvastam, ő megbízható szerző. Pizzamiglio, aki digita-lizálta Tartaglia összes írását, nekem küldött elektronikus üzenetében megerősítette, hogy Tartaglia nem végzett kísérleteket, matema-tikai modell alapján dolgozott.) Furcsának érzem, hogy 1537-ben Tartaglia nem figyelte meg egy eldobott kő pályáját. Különösen az zavar, hogy a végső szakaszt függőlegesnek tekintette. Kirohantam a szobából, s hogy korhű legyenek, elmentem a vízcsapra szerelt öntözőcső mellett, egy vödör vízbe szívócső-vet tettem, s figyeltem a kifolyó víz pályáját. Valóban egyenesnek tűnhet a kezdő szakasz, rá lehet fogni az utána következő részre, hogy kör, de semmilyen szögnél nem ment a víz az utolsó szakasznál függőlegesen. Lehet, hogy ez túl távoli analógia: vizet vizsgálni ágyúgo-lyó helyett, ezért a továbbiakban izzó majd füstölő fadarabot dobtam el, de ott sem lett függőleges a végső szakasz.

Ugyanakkor matematikailag remekül közelítette meg Tartaglia a mozgás elemzését, hisz tudta, hogy 45 fokos kilövés esetén jut legmesszebbre az ágyúgolyó.

Giovanni Battista Benedetti

A reneszánsz szellemi kapcsolatainak, tanítvá-nyi vonulatának fontos láncszeme. Tartaglia tanítványának fő műve, az 1585-ben megjelent *Diversarum Speculationum*. Ennek a sza-badesérről szóló fejezetei készítették Galileit ilyen jellegű kísérleteinek megtervezésére il-letve elvégzésére. A könyv második kiadása, a *Speculationum liber* halála után, 1599-ben lá-tott napvilágot. *Stillman Drake* szerint e könyv tartalmazza a Galilei előtti legfontosabb itá-liai hozzájárulást a fizikai gondolatokhoz.

Benedetti Velencében született 1530. au-gusztus 14-én. A pármai herceg matematikus-ként alkalmazta, majd 1567-től haláláig, 1590. január 20-ig *Savoya* hercegének tanácsadója, udvari filozófusa volt Torinóban.

Matematikai képzettsége révén nemcsak Galileit előzte meg a szabadesérről vallott gondolataival, hanem hidrosztatikai meglátá-saival Stevin, a perspektív ábrázolásban pedig *Guido Ubaldo del Monte* előfutára volt. Ha meg szeretnénk nézni az egész oldalas famet-szetet, amely a perspektív ábrázoláshoz hasz-nálható Benedetti-eszközt ábrázolja, mind-össze 11 500 euróra van szükségünk. Ennyiért kapható a torinói korszakból, 1574-ből szár-mazó *De gnomonum umbrarumque solarium usu liber* című Benedetti-mű kézírata. A ke-vésbé ingyencék viszont 15 euróért az internetről letölthetik az egészet.³

Abban az időben ez a könyv volt a nap-órák készítéséről és használatáról szóló legát-

³ http://digital.casalini.it/editori/default.asp?codice_o pera=04621115&cprogresivo=0003&tipologia=M

fogóbb tanulmány. (Benedetti Torinóban nemcsak napórákat, hanem szökőkutakat is tervezett.) A képkötéssel már 1585-ös könyvében is foglalkozott. Leírta például azt, hogy egy 45 fokban állított tükör segítségével a lencse által alkotott képet meg tudjuk fordítani. Zenei ismeretei is voltak. 1563-ban egy lefelében korszonáns hangzatokról, az azokat előállító levegőrezgésekről, hanghullámokról értekezett.

Mechanikai gondolatai közül még megemlíthjük, hogy Benedetti ismerte az emelőtörvényt, a centrifugális erőt, s vallotta: ha a centrifugális erő megszűnik, akkor az adott test a körpálya érintőjének irányában távozik.

Giambattista della Porta

1535. november 15-én született Nápolytól 12 mérföldre délre, Vico Equensében. Ez a sokoldalú autodidakta tudós Nápolyban élt, ott is halt meg 1615. február 4-én. Valódi reneszánsz csodabogár volt. Drámaíróként a közismertebb, a kedveltebb *comedia dell'arte* műfajjal szemben a „tudós” drámát, a *commedia eruditát* művelte. Műszaki területen is alkotott: hidraulikával, hadmérnöki munkákkal, gépekkel, sőt gyógyszerekkel is foglalkozott. Ő írta kora legátfogóbb művét a titkosírásokról: *De Furtivis Literarum Notis* (1563) címmel. Ő készítette el az első ismert poligrafikus helyettesítő kódot – egy hússzor húszas táblázatot töltött fel négyszáz jellel.

Foglalkozott okkult filozófiával, asztrológiával, alkímiával, filozófiával, mezőgazdasággal (*Villa*, 1583–92), s szerencsénkre meteorológiával és matematikával, fizikával is. Érdekeltek az arcbereendezések, fejformák jellegzetességei is (*De humana physiognomonia libri III*, 1586), ő maga is híve volt annak az elképzelésnek, mely szerint az emberi és állati külső hasonlóságokból következtetni lehet az ember



4. kép • Giambattista della Porta

belső tulajdonságaira. A kötetet különösen érdekfeszítővé teszik a szerző szerint korrelációt mutató emberi és állati arcokat, fejeket bemutató fametszetek.⁴ Volt saját (magán) természettudományi múzeuma, sok ritka tárggyal és egzotikus növényvel. (4. kép)

William Gilbert előtt írt a mágnességről. Számon tartják Portát mint a hőmérő, a holland távcső és a gőzerővel történő vízemelés feltalálóját. A vízemelésnél csak ismétli *Heront*, illetve közvetlen elődeit, nem alkotott újat sem az elméleti indoklásnál, sem pedig a kísérleti kivitelezés területén. *Johann Mathesius* említi 1562-ben, hogy a szász bányákban Heron módszerét használják vízemelésre. Heront ismételte V. Károly kapitánya, a tengerészeti találmányairól ismert Blasco de Garay is 1543. június 17-én. A kiáramló gőz erejével hajtotta 200 tonnás *Trinity* nevű hajóját, gabonát szállítván Colibre-ből Barcelonába.

⁴ A kötet illusztrációi a http://www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/porta_home.html oldalon tekinthető meg.

Porta foglalkozott a színszórás elméletével és a sötétkamra képének megjavításával. Ez utóbbit úgy érte el, hogy gyújtólencsét tett a kamra nyílásához.

1580 táján ő alapította Európa első tudományos társaságát, a *Accademia dei Segretti*, közismertebb nevén az *Otisit*. Ő inspirálta a Római Akadémia (*Accademia dei Lincei*) 1603-as megalakulását; maga 1610-ben, Galilei 1611-ben lett a *Hiúzok Akadémiájának* tagja.

*A reneszánsz közvetlen hatása:
Accademia del Cimento*

Hamza Gábor (2007) a tudományos akadémiákról írt áttekintésében egyetlen mondattal elintézi ezt az akadémiát: „A Galileo Galilei tisztelői és részben követői által 1657-ben alapított Accademia del Cimento (Kísérleti Akadémia) csak tíz éven át, 1667-ig működött.” Igaz, hogy Vekkerdi László tanulmányában is csak egyetlen mondatot írt erről a firenzei intézményről, de értékelő mondatot: „Az Accademia del Cimento a modern matematikai-kísérleti módszer szimbóluma.”

Eötvös Loránd a Magyar Tudományos Akadémia 1899. május 7-i ünnepi közgyűlésén tartott elnöki megnyitó beszédében méltó helyére tette az Accademiát: „Egy rövid évtizedben egymást követve született meg az Accademia del Cimento Florenczben, a Royal Society Londonban és a párizsi akadémia. Az első, a fejedelmi kegy védelme alatt gyorsan felvirágzó, elmúltával pedig már tízéves fennállás után elenyésző Accademia del Cimento, a közös cél elérésére irányított összetartó munkálkodásnak oly eszményi példáját adta, melyhez foghatót az emberi törekvések történetében csak ritkán, a tudományok történetében pedig egyáltalában nem találunk. Tagjai mintegy kivétközve saját egyéniségökből, egy tudományos egyén-

né forrtak össze s munkálkodásuk eredménye úgy áll ma előttünk, mint egy egyetlen hatalmas szellem alkotása. Az az értékes kötet, mely ez eredményeket magába foglalva 1667-ben jelent meg, szerzőjéül csak az akadémiát nevezi, elhallgatva azok neveit, kik hozzájárultak, úgy hogy ma a tudomány történet-írója alig tudja megállapítani, kinek mi része volt benne. A tudományos feladatokat tekintve, melyeket ez a tudós testület magának kitűzött, figyelemreméltó, hogy javarészők a hőmérséklet, a nyomás és a sűrűség mérésére, azaz olyan kérdésekre vonatkozik, melyeknek megoldása a tudósok munkásságának tervszerű egyesítését napjainkig újra meg újra szükségessé tette.”

Most már több forrásból is tudhatjuk, hogy a patrónus, *Frederico Cesi* halálával az 1603-ban Rómában alapított Accademia dei Lincei 1630-as felbomlása után a tudományos élet központja Nápolyba (*Accademia degli Investiganti*, 1650) és Firenzébe került. A firenzei akadémiát két Medici testvér: Leopold herceg és II. Ferdinánd toszkánai nagyherceg hívta életre. Galilei kísérleti módszerére alapoztak, azaz a természetfilozófiai elvek szigorú kísérleti ellenőrzése volt kitűzött fő céljuk. A címerükben megfogalmazott jelmondatuk: „*Provando e riprovando*”, azaz „Próbálkozás és ismételt próbálkozás”. (5. kép) Összejöveteleiket a csodálatos Palazzo Pitti épületében tartották. Nem volt hivatalos tagfelvétel. Az ülések kilenc állandó tagjáról tudunk: *Giovanni Alfonso Borelli*, *Candido del Buono*, *Paolo del Buono*, *Lorenzo Magalotti* (titkári minőségben), *Alessandro Marsili*, *Antonio Oliva*, *Francesco Redi*, *Carlo Renaldini* és *Vincenzo Viviani*.

Eötvös Loránd fent említett beszédének elején azon kesergett, hogy sokan lekicsinylő véleményükkel megkérdőjelezzik a tudományos akadémiák létjogosultságát. *Luciano*



5. kép • Az Accademia del Cimento címere

Boschiero New South Wales-i kutató a firenzei akadémia kiadatlan levelezése és kéziratai alapján napjainkban is azt állítja, hogy a firenzeiek tényleges kísérleti módszerek alkalmazása helyett mindössze – az ő természettfilozófiai céljait és érdeklődésüket kielégítő – két kísérletet terveztek. Két tag foglalkozott hőtani kérdésekkel és egy csoport – köztük patrónusuk, *Leopold Medici* – mechanikai kérdésekkel. Azonban valószínűleg *Martha Ornsteinnek* az 1928-as doktori dolgozatában leírt véleménye tükrözi az igazságot (Orstein, 1963). Ő „a modern fizika kezdetének” nevezi a „kilencek” munkálkodását. Ornstein véleményét megerősíti az a tény, hogy az Accademia kiadványát még az 1700-as években is laboratóriumi kézikönyvként használták. A titkár, Lorenzo Magalotti szerkesztésében 1667-ben megjelent kötet címe: *Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento* (szabad fordításban: A Kísérletek Akadémiájának természettudományi kísérleteiről írt tanulmányok. Úgy gondolom, helyesebb a Kísérletek Akadémiája vagy a Kísérlet Akadémiája elnevezés, mint a Hamza Gábor által írt Kísérleti Akadémia.)

A Saggi 1684-es angol fordításának szövege elérhető a következő webhelyen: http://www.scholarly-societies.org/history/IMSS_FlorenceDigitalLib.html. Ornstein pozitív véleményét erősíti Luciano Boschiero (2003) közelmúltban megjelent írása, továbbá *Marco Beretta* és *Andrea Scotti* kutatási terve (1997) is.

A Saggi 75 teljes oldalas metszetet tartalmaz, megmutatva a felhasznált kísérleti eszközöket és elrendezéseket. A mai napig megtalálható az Accademia tagjainak 300 (!) eszköze Firenzében a természettudományi múzeumban (Istituto e Museo di Storia della Scienza): a legkülönbözőbb méréstartományú és elrendezésű hőmérők, kvadránsok, hygrométerek, barométerek, fiolák és különböző edények, laboreszközök. Az akadémia kéziratai 49 kötetben 1700 oldal terjedelműek. Ebből tizenhárom kötet szól a kísérleti fizikáról: naplók, feljegyzések az ülésekről, a kísérletekről, vízfestmények az eszközökről. Tizenöt kötet tartalmazza azt a mintegy 1600 levelet, amelyek címzettjei közt van Isaac Newton, *Marin Mersenne*, *Ismaël Boulliau*, *Niels Stensen* és *Gottfried Wilhelm Leibniz*. A kéziratoknak eddig csak a tíz százalékát publikálták, s most folyik a teljes anyag digitalizálása. Több mint három évszázad elteltével így végre közkinccsé válik a fizikatörténet számos jelentős dokumentuma a reneszánsz és a modern tudomány közötti korszakból.

Kulcsszavak: *fizikatörténet, kísérleti fizika, Accademia del Cimento, Benedetti, della Porta, Stevin, Tartaglia*

IRODALOM

- Beretta, Marco – Scotti, Andrea (1997): *Transactions of the Accademia del Cimento; A multi-task database Research Project Proposal*. <http://www.pinakes.org/cimento.html>
- Bernal, John D. (1977): *A fizika fejlődése Einsteinig*. Gondolat, Budapest
- Boschiero, Luciano (2003): Natural Philosophical Contention Inside the Accademia del Cimento: the Properties and Effect of Heat and Cold. *Annals of Science*. 60, 4, 329–349.
- Dugas, René (1988): *A History of Mechanics*. Courier Dover Publ. <http://books.google.hu/szerző+cím>
- Eötvös Loránd (1899): A tudományos akadémiák létjoga. *Természettudományi Közlöny*. 31, 358. füzet
- Gingyikin, Szemjon Grigorjevics (2003): *Történetek fizikusokról és matematikusokról*, Typotex, Bp.
- Hamza Gábor (2007): Áttekintés a külföldi nemzeti (tudományos) akadémiák struktúrájáról. *Magyar Tudomány*. 167, 9, 1189–1198.
- Hoppe, Edmund (1926): *Geschichte der Physik*. Vieweg, Braunschweig
- Orstein, Martha (1963): *Role of Scientific Societies in the XVIIth Century* Archon Books, Hamden–London
- Simonyi Károly (1981): *A fizika kultúrtörténete*. 2., bővített kiadás, Gondolat, Budapest
- Vekkerdi László (2000): Matematikai humanizmus. (Niccolò Tartaglia). *Ponticulus Hungaricus*, IV, 11, <http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/tartaglia.html>
- Vekkerdi László (é. n.): Természettudományos oktatás, tankönyvek, tudós társaságok a XVII–XVIII. században. http://www.mek.oszk.hu/05400/05455/pdf/Vekkerdi_oktatas.pdf

