

M. ZEMPLÉN JOLÁN (1911–1974): A FIZIKA MŰVELÉSE ÉS OKTATÁSA A FELVIDÉKEN A XVIII. SZÁZADBAN

**A szöveget sajtó alá rendezték a Magyar Tudománytörténeti Intézet munkatársai,
Gazda István vezetésével.**

A fizika megjelenik az oktatási rendszerben

Periodizálni mindig bonyolult feladat, jól periodizálni pedig szinte lehetetlen. A fizika történetében pedig különösen, ha egyetlen ország fizikatörténetéről van szó. Több szempontot is figyelembe kell venni, a hazai és egyetemes történelem alakulása mellett az egyetemes fizikatörténetet, amelyet a felvidéki fejlődés szükségképpen némi fáziskéséssel követ.

Az új politika a szatmári béke után annyiban jelentett némi előnyt a felvidéki iskolázás számára, amennyiben azt az uralkodóház érdekei megkívánták. Tudjuk, hogy Mária Terézia nevéhez fűződik a selmeci bányászati akadémia alapítása, majd a Ratio Educationis, II. Józseféhez pedig a szenci gazdasági iskoláé. De ugyanaz a Mária Terézia vitte el az egyetemet Nagyszombatról Budára, és nem pótolhatta ezt a nagyszombati, majd a Pozsonyba költöztetett királyi akadémia. Kassa is ebben az időben vesztí el rövid ideig élvezett egyetemét, és viszonylagos függetlenségét. II. József németesítő törekvései olyan ellenállásra találtak, hogy az iskolák a két Rationak még a hasznos rendelkezéseit sem akarták megvalósítani, és ez még a német ajkú Szepességre is jellemző volt. Az is igaz, hogy mindenféle üdvös rendelkezést semmissé tett a kormánynak az az állandó törekvése, hogy a régi nagy hírű iskoláktól elvegye a főiskola jelleget. Eperjes, Késmárk, Pozsony és Lőcse szinte naponta küzdött az ellen, hogy grammatikai iskolává fokozzák le. A XVIII. században ez a törekvés igen jelentős, mert hiszen a fizika (a Ratio szerint is) csak a felső tagozat stúdiuma volt, a filozófián belül. Erre a kérdésre még az iskolák fizikaoktatásának tárgyalásánál visszatérünk.

Ha az egyetemes történetet nézzük, logikus lenne a francia forradalomnál határvonalat húzni, hiszen Európa politikai arculata, gazdasági, társadalmi berendezkedése teljesen megváltozik ezután. Csakhogy ez ismét nem igaz a Kárpát-medence népeire. Napóleon bukását követő reakció nem kedvezett a fizika fejlődésének.

Persze van néhány biztató mozzanat is, például a fizika végleges leválása a filozófiáról. Ugyanakkor a tankönyvekben még sokáig együtt szerepel a fizikával a kémia, az ásványtan, a természetrajz. Ez azt jelenti, hogy a tudományok differenciálódása Magyarországon és a Felvidéken valamivel lassabb.

Az egyetemes fizikatörténet szempontjából az 1800-as év kétségtelen határvonal (elektromos áram felfedezése), de a XVIII. század téves elméletei csak később törölődnek ki (a fény hullámelméletével és az energia-elv felfedezésével, és az új felfedezések csak egyes kivételes esetekben kerülnek be a tankönyvekbe, főleg már 1850 után (Fuchs Albert).

Míndezeket egybevetve tehát, nem célszerű éles határvonalat húzni az említett mintegy 150 esztendőben a XIX. század fordulóján.

Ezt indokolja maguknak az oktatási intézményeknek a története is, amelyeken belül a fizika fejlődését vizsgáljuk.

A nagyszombati egyetem 1777-ben átkerül Budára, illetve Pestre, a kapcsolat ezután a Felvidékkel meglazul, csupán az ott tanuló hallgatókon és a Felvidékről származó, illetve régebben ott működött tanárokon keresztül marad meg.

Látni fogjuk, hogy a kapcsolat a XIX. században a Felvidék és a pesti egyetem között azért is válik szorosabbá, mert a protestáns diákok külföldi utazásai egyre nagyobb nehézségekbe ütköznek, és a jövődő protestáns tanárjelöltek kénytelenek a pesti egyetemet látogatni, míg a teológusok számára elsősorban a bécsi hittudományi akadémia nyújt továbbképzési lehetőséget.

Az egyetem mellett a XVIII–XIX. században – minden nehézség ellenére – működnek és virágoznak a Felvidék régi híres iskolái, amelyek nyíltan vagy burkoltan viselik az akadémia rangot, azaz rendelkeznek filozófiai tanfolyammal, ahol azután vagy tanítanak fizikát, vagy nem, vagy legalábbis nem minden évben. A legtöbb helyen 1796 táján jön létre olyan reform, amely a reáliáknak nagyobb teret enged ott, ahol erre megfelelő professzor is akad (Kováts-Martiny Gábor).

Felsőoktatás folyik még a jezsuita (Kassa) majd kir. akadémiákon (Nagyszombat, azután Pozsony). Nagyszombattal kapcsolatban azonban el lehet mondani azt hogy, a XIX. század inkább a bölcsészet lassú kimúlásának ideje.

Megjegyezzük, hogy erre a sorsra jut Kassa mellett Eperjes, sőt a pozsonyi akadémia is a XIX. század második felében. Bayer János, Kéry Borgia Ferenc, Jedlik és Tomcsányi akadémiai egyszerűen jogakadémiákká válnak, megkönnyítve a Felvidék értelmiségének a jog végzését, de elsorvasztva sok szép természettudományos kezdeményezést, amelyért a pozsonyi Erzsébet Tudományegyetem csak szerény kárpótlást jelent 1912-ben.

A jelzett korszakban tehát Nagyszombat, Kassa, Pozsony és az evangélikusok főiskolái azok az oktatási intézmények, amelyek a fizikaoktatás otthonai lehetnek.

Persze ott vannak még az igen nagy számú különféle felekezetek, szerzetesrendek, később az állam által fenntartott középiskolák. Ezeket többnyire gimnáziumnak nevezték, de nem mindig rendelkeznek a még abban az időben szokásos osztályokkal sem.

Idetartozott néhány, a protestánsoktól elvett és szerzetesi (jezsuita) kezelésbe vett középiskola, a piaristák iskolái és néhány nevezetesebb református iskola a Felvidéken (Rimaszombat, Losonc), amelyek elsősorban Sárospatakkal és Debrecennel tartották a kapcsolatot.

Ezekben az iskolákban (mint például Modorban vagy Losoncon) a XVIII. században a kivételesen és „engedély nélkül” működött hosszabb-rövidebb ideig filozófia tanfolyam fizikával együtt.

A középiskolákban, beleértve a piaristák egyébként kitűnő iskoláit is, általában némi matematikát, természetrajzot tanítottak, egyéb reáliákat nem.

Éppen ezért a kor oktatásának egésze szempontjából oly fontos Ratio Educationis a fizikaoktatás szempontjából inkább hátráltató jellegű volt, mint fejlesztő. Míg az első, 1777-es Ratio még hagyott valami fizikafélét a legmagasabb középiskolai osztályban, az 1806-os azt is eltörölte, és csupán fakultatív tárgyként hagyta meg a fizikát.

Persze az autonómiával rendelkező protestáns oktatási intézmények nem ezért opponáltak a Ratio ellen az egész Kárpát-medencében, hanem önállóságuk védelmében.

Jó hatása volt talán a Ratióknak az akadémiák felállítására és velük szemben az egységes tanterv követelésére. Hasonló törekvésekből született a nagyszombati egyetem orvostudományi kara is.

Visszatérve a középiskolákra, érdekes módon a filozófiai tanfolyam és ezen belül a fizika hiánya ellenére néhány iskolában mégis tanítanak fizikát mind a XVIII. században, mind a XIX. század első felében.

Az 1848/49-es szabadságharc azután a legvirágzóbb, letehetősebb professzorokkal ellátott iskolák fejlődését is akadályozza, vagy megbénítja. Ennyiben is jogos ezt a korszakot itt lezárni, mert az „Organisations Entwurf” merőben új helyzetet teremt. Ennek az eredménye, hogy az 1861-es, illetve 67-es fellendülés legtöbb helyen a fürdővízzel kiönti a gyereket is, és a nacionalizmus szent jegyében a meglevő jót is lerontja. Ez azonban már más történet, amelyet tájékozott politikatörténésznek kell feltárnia. A fizika története számára itt lényegében megszűnik az iskolák kérdése, mint központi kérdés. Az egységes gimnáziumokban, reáliskolákban, sőt a polgári iskolákban is egységes fizikaoktatás folyik, többnyire azonos tankönyvekből. Eltűnnek az egyéni színek és a színes egyéniségek, helyüket jól képzett, de szürkébb tanárok veszik át.

A jelzett korszak az oktatás terén még két fontos iskolaalapítás tanúja lehetett: A selmeci bányászati akadémiáé és a szenci gazdasági iskoláé. Az utóbbi nem volt hosszú életű. Megemlíthető még a pesti Tudományegyetem mellett működő Institutum Geometricum, amelynek sok felvidéki növendéke és tanára volt, mint akkor az egyetlen ilyen intézménynek.

Így logikus, hogy e könyvben helyet kapjon a felvidéki tanárok által művel mechanika is, beleértve azokat is, akik részben az ország, illetve az egyetem területén kívül fejtették ki tevékenységüket (Segner János András, Kempelen Farkas, Born Ignác stb).

A XVIII. században még nehezen választható el a csillagászat fejlődése a fizikáétól. Ezért röviden meg kell majd emlékeznünk azokról a Felvidéken működő (Kéry B. Ferenc, Weiss Ferenc), illetve felvidéki származású csillagászokról, akik közül különösen az utóbbiak nagy nemzetközi hírnévre is szert tettek (Hell Miksa, Zach Ferenc).

Végül a fizikának egyes speciális területén működő tudósokat említjük meg. A hőtan, fénytán, elektromosság megtalálta a maga felvidéki művelőit is, és a szakirodalom kutatása során itt több érdekes és értékes monográfiát találunk. Persze a szerzők közt lesznek olyanok, akikkel már a jegyzet- vagy tankönyvírás során találkoztunk (Fischer Dániel, Kéry B. Ferenc, Fuchs Albert).

Az a tény, hogy nemcsak a fizikában, hanem a természettudományok egyéb ágaiban és a technika területén is sok azonos névvel találkozunk, megvilágítja a korszak legjellegzetesebb alakját: a polihisztort. Ebben a korban polihisztornak lenni mást jelentett, mint ma. A nagy külföldi példák mellett (Lomonoszov, Alexander von Humboldt) bőven találunk példákat a Felvidékről is: a nagy technikus, Kempelen Farkas, aki gőzgépet, beszélőgépet szerkesztett, hidakat, szökőkutakat és színházat tervezett és építtetett, közben drámákat, verseket is írt. Segner János András nemcsak a kor egyik kiemelkedő matematikai és műszaki géniusza volt, hanem kitűnő orvos, csillagász és egy igen jó fizikatankönyv szerzője is.

A polihisztorságnak persze van olyan oka, amely a tudományok differenciálódásának hiányából származik. Horváth Jánosnál, a nagyhírű nagyszombati, majd pesti professzornál elég természetes, hogy terjedelmes fizikatankönyvei mellett jelentős műszaki és mechanikai tanulmányokat is írt, de mai szemmel már furcsa, hogy tanulmányának tárgya a filozófia is, pedig akkor ez természetes volt. Egészen 1773-ig Nagyszombatban egyetlen tanár feladata volt a fizika és filozófia előadása. Nagyszombatban például a matematikával kivételt tettek (erre még visszatérünk), de a fizika mellett, amelyben akkor még ásványtani, biológiai, kémiai és antropológiai (néha még pszichológiai) fejezeteket is elő kellett adni, a tanár logikát, metafizikát stb. is tanított. Érdekes példa erre, hogy 1832-ben, amikor Jedlik Ányos Pozsonyból pályázta meg a pesti fizikaprofesszori állást, a pályázatot elbíráló bizottság megpróbált előnyben részesíteni olyan jelölteket, akik történelmet vagy jogot tanítottak, mert adott alkalommal az illető alkalmasnak bizonyulhatott egy beteg vagy hiányzó kolléga helyettesítésére.

Ha a Kárpát-medence egyéb iskoláit nézzük, ott is hasonló okokat találunk. Hatvani István jeles debreceni professzor a fizika, a kémia, a biológia művelése mellett kiváló orvos is volt. Nyilván ez utóbbi tevékenysége biztosította megélhetését, mert azt már valószínűleg nem anyagi érdekből csinálta, hogy lelkészkedett, sőt felügyeletet gyakorolt a gyógyszerészet felett is. Az

erdélyi Bolyai Farkas kiváló matematikus és fizikus professzor volt, de Kempelenhez hasonlóan drámákat is írt. A példákat még sokáig sorolhatnánk. Beszélhetnénk a már említett Buchholtz Györgyről, Fischer Dánielről vagy Hell Miksáról akinek nemcsak a csillagászat, hanem az összehasonlító nyelvtudomány is örzi a nevét.

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a tudományok differenciálatlansága mellett, amikor a tehetséges fiatalember nem tudta egykönnyen eldönteni merre keresse a képességeinek legjobban megfelelő területet, szerepet játszott a megélhetés kérdése is. Láttuk már a XVII. században, hogy pl. Bayer János (bizonyos személyi torzsalkodások mellett) szívesen cserélte fel professzori állását egy lelkészivel. A lényeg: polihisztornak lenni egzisztenciális kérdés is volt a Felvidéken, értelmiségi pályán pedig csak többféle képességgel lehetett érvényesülni.

A következőkben a felsorolt példákat részletesebben is fogjuk látni, valamint továbbiakat az eddig elmondottak illusztrálására.

Nagyszombati professzorok

A XVII. század fizika oktatásának ismertetése során nem szenteltünk külön fejezetet a nagyszombati fizikaoktatásnak, mert a hiányos adatok, a skolasztika makacs továbbélése nem nyújtott túl sok mondanivalót. Szentiványi Márton ismertetett könyveivel pedig tulajdonképpen már átléptünk a XVIII. századba, amely azonban – mint látni fogjuk – eleinte nem túl sok újat hoz, ha bizonyos mennyiségi növekedéssel találkozunk is.

Szentiványi Márton azonban minden konzervativizmusa ellenére tudományos szempontból egyedülálló jelenség volt.

A nagyszombati egyetemmel kapcsolatban még talán annyit jegyzünk meg, hogy ellentétben az eddig megismert iskolákkal, amelyekben túlnyomórészt a mai Felvidék értelmisége tanított és tanult, az iskolákat fenntartó egyházak pedig minden eszközzel védték, fejlesztették azokat, valamint legteljesebb mértékben bírták a helybeli polgárság és nemesség támogatását, a nagyszombati egyetem nem volt jellemző sem Nagyszombatra, sem a Felvidékre, sem Magyarországra. A nagyszombati egyetem jezsuita intézmény volt a jezsuiták internacionalizmusával együtt, amikor pedig a jezsuita rendet feloszlatták, elsősorban Bécs volt rá hatással. Bécsset kellett követnie, és ez nem változott meg egyhamar az egyetem Pestre költözésekor sem. Mindezek ellenére a nagyszombati egyetem diákjai között sok a felvidéki, és tanárai is túlnyomórészt azok, bár van köztük olyan is, aki Magyarország más részéről kerül oda, vagy még távolabbról, külföldről.

Visszatérve a fizikaoktatáshoz, ha Nagyszombatról van szó, lehetett volna úgy is periodizálni, hogy valahol 1740 és 1750 táján húzunk határvonalat. Ezért vitába kell szállnunk a nagyszombati egyetem néhány történetírójával, akiknek a periodizációja – legalábbis a fizika oktatására nézve – számunkra nem elfogadható.

Szentpétery Imre például a jezsuita tanulmányi rendszer korszakáról beszél (1635–1773), míg Pauler Tivadarnál az első korszak 1770-ig tart, mint az érseki egyetem kora.

A XVII. századot már áttekintettük, a XVIII. század első évtizedeinek relatív hanyatlásáról már volt szó, de mégis ez idő tájt indul meg valamiféle mennyiségi növekedés, amire az előbbieken már céloztunk.

Persze kísérletek is vannak. 1708-ban ugyanis egy Kovácsi István nevű diák leírta Raicsányi János fizika előadásait, és ebből a jegyzetből kiderül, hogy Raicsányi kísérleteket is végzett.

1713-ból maradt fenn Földvári Mihály fizikai disszertációja, amely azonban nem megy túl az arisztotelészi fizikán.

Éppen ezért vitatható állítás Rapaics Raymundé, aki szerint „a nagyszombati egyetemen a természettudomány nem volt sem rosszabb, sem jobb állapotban, mint a református főiskolá-

kon”. Ez annyiban nem helytálló, hogy mind Debrecen, mind Sárospatak, mind az erdélyi református főiskolák, mind pedig Késmárk, Lőcse, Eperjes iskolái természettudományos oktatása magasabb színvonalú volt.

A rendelkezésünkre álló irodalom alapján nyugodtan kijelenthetjük, hogy a XVIII. század 40-es éveig a Pázmány–Szentiványi színvonalhoz képest sok fejlődést nem látunk. A hároméves filozófiai tanfolyamon nyilván csak az arisztotelészi fizika kerül előadásra, ennek téziseit védik meg a vizsgákon. Ezért hiába találunk Nagyszombatban már az egyetem alapításától kezdve „fizika” tanszéket, a kor protestáns iskoláinak „filozófa” tanszékein (ezeken a főiskolákon csak a XVIII–XIX. század fordulóján alakulnak önálló, többnyire matematika–fizika tanszékek) modernebb, haladóbb természetfilozófiát tanítanak. Ennek okát a jezsuiták merev és szigorú tanulmányi rendje mellett abban is találhatjuk, hogy a jezsuita oktatáspolitikát követve (amelynek egy példáját Szentiványi életrajzában láthattuk) hiányzott az oktatásnak az a személyi tényezője, amely a protestáns főiskolákon egy-egy nagy pedagógus egyéniség útján az oktatás színvonalát európai szintre emelte, és lehetővé tette, hogy – ha a tanterv nem is írta elő – a diákok a modern természettudomány eredményeit megismerjék (mint pl. Bayer János és Czabán Izsák Eperjesen, vagy a debreceni Hatvani István stb.).

Szentpétery a továbbiakban feltételezi, hogy az arisztotelészi filozófiától a tanárok már a XVIII. század elején (sőt a XVII. században is) gyakran eltértek. Erre mutat szerinte több határozat, amelyben tételesen elítélik Descartes, Leibniz, Locke stb. tanait. Igaz, hogy ezeket nem a nagyszombati egyetemre hozták, de felteszi, hogy itt is voltak ilyen törekvések. Az 1740–50-es évekig azonban erre nézve kevesebb bizonyítékot, mint ellenbizonyítékot találunk mind a nyomtatott, mind a kézírásos anyagban. Abban viszont egyet kell értenünk Szentpéteryvel, hogy „azt a következtetést vonhatjuk le, hogy míg a matematikát speciális ismereteket megkívánó tannak tekintették, s ezért ezt, valamint a legfelsőbb tudománynak tekintett (skolasztikus) teológiának tanítását szívesen meghagyták kipróbált erők kezében, addig a filozófiának tanítására, mint az alsóbb fokot a legfelsőbbel összefogó tudománynak... bárkit alkalmasnak találtak.” Így pl. Kassa jezsuita, majd királyi akadémiáján Myrnik Tamás 25 évig tanított matematikát, míg a fizika tanára néha félévenként változott, sőt néha már a magisteri (doktori) fok megszerzése előtt megkezdhatték a fizika oktatását.

Mіндеzek miatt tehát az egyetem történetének vizsgálatát látszólag sokkal rövidebbre fogjuk, mint a többi iskoláét, de ennek oka az is, hogy a XVIII. század közepétől nagy mennyiségű nyomtatott anyag is rendelkezésre áll.

Itt csak egynehány dolgot bocsátunk előre. A protestáns iskolák esetében az uralkodói beavatkozás inkább hátráltatta, mint elősegítette ezen intézmények szakmai fejlődését; hiszen a modern filozófiai áramlatokat a Habsburgok éppúgy elítélték, mint a jezsuiták. A jezsuita intézményeknél viszont a királyi beavatkozásnak elvi jelentősége és következménye volt: a merev jezsuita tanítási rendnek a meglazulása még a jezsuita korszakban, ami fizikaoktatás alakulására feltétlenül kedvezően hatott. Nem bizonyítható, de nagyon valószínű, hogy ennek köszönhető annak a személyi tényezőnek, az egyéni színnek a megjelenése a fizika tankönyveiben, amelynek század eleji hiányáról a protestáns iskolákkal kapcsolatban már beszéltünk.

A reformtörekvések történetét vizsgálva ugyanis, ezek a reformok nem sok változást hoznak, sőt, mintha éppen az oktatás színvonalának csökkenésével járnának.

Először III. Károly próbál 1733-ban az egyetem oktatási rendjén változtatni oly módon, hogy a filozófiai tanfolyamot három év helyett kettőre óhajtja összevonni. Ez a próbálkozás az egyetem tanárainak ellenállásán azonban megbukik. 1749-ben a holland származású van Swieten veszi át Bécsben az oktatási ügyek vezetését, és reformálja meg a bécsi egyetemet. Ezt a reformot Mária Terézia a többi egyetemre, így Nagyszombatra is kiterjeszti, ahol némi módosítással 1753-ban be is vezetik. Ekkor valóban megtörténik a bölcsészeti tanfolyamnak két évre való összevonása. Az első évben logikát, metafizikát és matematikát, a másodikban fizikát

és etikát tanulnak. A reform az oktatás tartalmát nem érintette ugyan, de lényeges intézkedése volt, hogy előírta a tanároknak – a diktálás megszüntetése céljából – a tankönyvek írását. Szinte érthetetlen, hogy az első évtizedek sivárságához képest úgyszólván egyik napról a másikra a modern természettudomány egész gazdagsága megjelenik Nagyszombatban: Kopernikusz, Galilei, Descartes, Newton, Musschenbroek eddig elhallgatott vagy cáfolt tanításai terjedelmes kötetekben, sokszor egészen eredeti tárgyalásban látnak napvilágot, és az úttörők munkáját egyre újabb és egyre jobb könyvek követik úgy, hogy az egyetem Budára költözése idején már nem sok reformálni való marad a fizikán. Horváth János könyvei már párhuzamosan fejlődnek magának a fizikának korabeli fejlődésével.

Ha ennek a jelenségnek közvetlen okaért Mária Terézia említett rendeletét próbáljuk megjelölni, még mindig nem találtuk meg a pontos magyarázatot, már csak azért sem, mert Kéry B. Ferenc könyvei, amelyek véleményünk szerint ezt a fejlődési folyamatot elindították, még a rendelet előtt (1752), vagy azzal egy időben (1753) jelentek meg. Nyilvánvaló, hogy itt többről van szó: a jezsuita rendnek változtatnia kellett eddigi oktatási politikáját, ha nem akart reménytelenül alulmaradni az ideológiai versenyben a felvilágosulás polgári filozófusainak hatásával szemben. Tudomásul kellett venni és el kellett fogadni az új eredményeket, legalábbis a természettudományok terén. (Bár kétségtelen, hogy a fizikakönyvekkel együtt készült logika-, metafizika-, etika- stb. könyvekben is tűnnek fel modern gondolatok).

A Habsburg-uralkodóház támogatása ebben persze fontos tényező volt, de lazult az egyház szigorú felfogása a Kopernikusz–Galilei-kérdésben is. 1757-ben feloldották az 1616-os tilalmat, amely szerint a Föld mozgásáról szóló tanítás hamis és eretnek tétel (Kopernikusz és Galilei művei azért továbbra is indexen maradtak).

Az 1769–70-es reformoknak tehát – mint mondtuk – inkább az egyetem egésze szempontjából volt jelentősége. Ekkor jött létre végre az orvosi kar, bővült a jogi kar, és tanszéket kapott a történelem. Ez kétségtelenül nagy fejlődés volt, ugyanakkor azonban most már visszavonhatatlanul előírta a Norma Studiorum a bécsi mintának követését: „A nagyszombati egyetem mind a tankönyvekben, mind a vizsgálatok tartásában, mind a tudományos fokozatokban, mind az előadás módszerében kivétel nélkül és mindenképpen köteles lesz a bécsi egyetem számára megszabott és megerősített szabályhoz alkalmazkodni.”

De még ha ezt a szabályt nem is kellett volna betartani, Nagyszombat akkor sem lehetett volna az egész Felvidék és Magyarország egyeteme. Nemcsak elsősorban jezsuita, másodsorban bécsi, hanem a társadalom csupán igen korlátozott hányadának intézménye volt. Erre mutat ugyanis az új szabályzat harmadik pontja. „E pont a felsőbb iskolázás jótéteményében csakis a vagyonos és nemesosztály fiait kívánja részeltetni, ellenben azokat, kik a kellő anyagi eszközöknek híjával vannak, a szintaxis osztályának bevégeztével (ha csak külön vizsgálatral nem igazolják kitűnőségüket), a gimnáziumból kirekeszti és gyakorlati mesterségre utalja. A gimnáziumi tanulmányok a nemes emberek különleges gyakorlására és díszére állanak fenn, s ezért nemes származású ifjak, ha netán kevésbé tehetségesek is, soha nem rekesztendő ki az iskolából, hanem különös figyelemben részesítendők.”

A fenti elv talán magyarázatot ad arra a kérdésre is: ha már az 50-es évek végén a természettudományos oktatás elérte Nagyszombatban a korszerű színvonalat, hogyan lehetséges, hogy az egyetem hallgatói közül nem került ki egyetlen komoly kutató sem, aki nemcsak az új fizika átvételére és megtanulására, hanem annak továbbfejlesztésére is képes lett volna? A nemesek számára az egyetemi tanulmányok csak külső dísz jelentettek, segítséget esetleg a politikai pályán való emelkedéshez. A jezsuita növendékek közül a kiválóbbakból lettek a későbbi tanárok, de a rend gyakorlata nem tette számukra lehetővé, hogy egyetlen tudományban elmélyedjenek. Még az említett tankönyvírók közül is kevesen foglalkoztak egy-két évnél tovább tudományokkal. Más okokból, más árnyalattal tehát hasonló volt a helyzet a protestán iskolákéhoz: az iskola elsősorban teológusokat képzett, lelkészeket és tanítókat az egyházak számára. Az anyagilag egyedül független nemesi osztályt pedig ugyancsak nem érdekelte a

tudomány önmagáért. A XVIII. század végén indul csak meg úgy – ahogy a tudomány szekularizálódása Magyarországon és a Felvidéken, a valóságban azonban csak a XIX. század második felében lesz általános.

Visszatérve a nagyszombati egyetemhez: önálló kutatásról a fizika területén nem beszélhetünk ugyan, de a csillagászat, majd az újonnan alakult orvoskar keretein belül a kémia területén mégis akadnak önálló eredményeket felmutató egyének, a már említett Kéry B. Ferenc, Weiss Ferenc, a Bécsbe távozott Hell Miksa, majd Winterl Jakab személyében.

Végül néhány szót a kísérleti fizika oktatásáról. Pontosán nem lehet megállapítani, mikor indult meg az előadásoknak kísérletekkel való szemléltetése, de az említett tankönyvek már igen sok szép rézmetszetes ábrát tartalmaznak. Pontos adat ugyancsak az 1770-es Normában található először, amely már „kísérleti fizikáról” is beszél (a régebbi generális és particuláris helyett). Itt találjuk azt a megjegyzést is, hogy kerülni kell a „matematikai vitatkozásokat”, valamint azt, hogy a kísérleteket akkor kell bemutatni, amikor az előadás folyik. Mivel a bölcsészeti kar megmarad még ebben az időben (1773-ig) a jezsuita rend irányítása alatt, a Norma előírja azt is, hogy az ő kötelességük a hiányzó kísérleti eszközökről gondoskodni.

Nem egészen tudni, hogy Rapaics Raymund milyen adatokra építi azt az állítását, amely szerint 1725-től Kolozsvári Pál már kísérleti fizikát tanított, és hogy az egyetem gazdag szertárral, sok kísérleti eszközzel rendelkezett már a XVIII. század első felében, de legalábbis 1755-ben. Ebben az időben az említett tankönyvek ábráira hivatkozik, de nincs bizonyíték, hogy az ott lerajzolt eszközök mind meg is voltak.

Másik ilyen irányú túlzás az az adat, amelyet Fejér nem tudni milyen forrás alapján közöl (és Szinnyi is átvett), hogy Csapodi Lajos (1729–1801) „Nagyszombatban elsőnek tanította a filozófiát Newton elvei alapján”. Mivel Csapodit 1740-ben vették fel a rendbe, 1763-ban szentelték fel, és 1770-től már teológiát tanított Nagyszombatban, tehát ez 1763–1770-ig lehetett, ekkor pedig már régen megjelentek Ádány, Jaszlinszky és Reviczky könyvei, amelyek már bőven foglalkoznak „Newton alapelveivel”.

Általában tehát mind Nagyszombatban, mind Kassán a fizikaoktatás tartalmáról 1755-ig igen keveset lehet megtudni. A jezsuita tanárok irodalmi munkásságának vizsgálata viszont arra fog mutatni, hogy – kevés kivételt leszámítva – a tanítás nem lehetett valami magas színvonalú, és hogy ez az irodalom alig-alig halad túl Szentiványi Mártonén, esetleg el sem érte azt.

Pontosabb és kissé biztatóbb, de már 1777-ből származó adat az egyetem átköltözésekor Budára szállított eszközök jegyzéke. Ebből kiderül, hogy az egyetem fizikai intézetéből összesen 62, a „mechanikai intézetből” 44 eszközt szállítottak Budára. Az első 62 eszköz között is vannak természetesen mechanikai eszközök is. Általában ezek a fizika különböző fejezetei szerint körülbelül a következőképpen oszlanak meg („eszköznek” nevezik azonban a különféle műszerekhez tartozó rudakat, tartókat, állványokat stb. is.): mechanikai 15 (pl. mérlegek, lejtőn felfelé szaladó kúp, csigaszorok, ferdehajtás pályáját bemutató, két mozgás összetételét, centrális erőket bemutató gép stb.); optikai 14 (prizmák, tükrök, mikroszkópok stb.); légnemű testek fizikájához 5 (légszivattyú, tartozékok, barométerek stb.); folyadékok fizikájához 8 (Segnerkerék, areometerek, közlekedő edények stb.); hőtani 6 (hőmérők, pirométerek stb.); elektromos és mágneses 6 (elektromos gépek, mágnesűk); egyéb 8 (kémiai kohó, éggömb stb). Túlságosan gazdagnak tehát ez a szertár nem nevezhető. Lehet az is, hogy volt több eszköz is, de a hibásakat vagy a hiányosakat nem szállították el. Feltűnő a hangtani eszközök teljes hiánya, az elektromos és mágneses felszerelés szegénysége. Pl. a Tőke István könyve alapján rekonstruálható nagyenyedi szertár ennél lényegesen gazdagabb lehetett.

A mechanikai intézet felszerelése ennél valamivel teljesebbnek látszik: hengerkerekek, emelők, daruk, cölöpverő gépek, csigák, csigaszorok mellett egy mechanikai műhely berendezésének kezdeteit: kovácsfújtatót, különféle malmokat, kalapácsokat stb. is találunk itt, és talán ez a magyarázata, hogy a Budán, illetve Pesten működő egyetemen, majd az egyetem mellett

létesült Institutum Geometricumban a műszaki mechanika oktatása elég magas színvonalat ér el a század végén.

Ennek ellenére – és a XIX. században is, ha majd Jedlik Ányos működését tanulmányozzuk – azt fogjuk találni, hogy a pesti egyetem fizikai felszerelése szegényes, a ráfordított évi összeg nevetségesen csekély.

Annak idején, amikor Pázmány Péter 1635-ben megalapította a nagyszombati egyetemet, az a cél vezette, hogy a törököktől aránylag védett helyen létesüljön az egyetem, de hangsúlyozta, hogy amint lehetséges, kerüljön át az esztergomi egyházmegye területére.

Erre persze kissé többet kellett várni, mint Pázmány Péter gondolta. Mária Terézia az egyetem áthelyezésekor nem is a Pázmány-féle szempontra gondolt: arra törekedett, hogy a központi helyen létesítendő egyetem talán jobban fogja szolgálni azt a célt, hogy a birodalom számára hasznos polgárokat neveljen.

Akárhogy volt is: Nagyszombat a XVII–XVIII. századi Felvidék egyik kulturális centruma volt. Talán nem állt olyan közel a Felvidék népeihez, mint Késmárk vagy Eperjes főiskolája, de itt jött létre, itt fejlődött és növekedett, tehát a XVIII. századi Felvidék számára érzékeny kulturális veszteség volt az egyetemtől való megválás. Különösen akkor – amint azt a továbbiakban látni fogjuk – amikor a kassai vagy pozsonyi akadémia nem nyújtott elég kárpótlást az egyetem elvesztéséért Észak-Magyarország értelmiségének. Elég késő kárpótlást nyújtott csak az 1912-ben alapított pozsonyi Erzsébet Egyetem.

Mindez megmagyarázza, hogy a Nagyszombatból távozó tanárok és diákok búcsúja elég fájdalmas volt. Igaz, elméletben talán jobb körülmények közé költözött az egyetem, de a Felvidék számára érzékeny veszteség volt, és Magyarországon csak bizonyos idő eltelte után érte el a nagyszombati színvonalat, bár néhány tanárnak – éppen Horváth Jánosnak, a fizika tanárának a személye nem is változott.

Jezsuita disszertációk a XVIII. század első felében

A XVIII. század említett átmeneti hanyatlása mellett, amely azonban egyben a dokumentumok hiányát is jelenti, már többször szoltunk bizonyos mennyiségi növekedésről. Ezt az említett jegyzetek mellett megtaláljuk a XVIII. század elejéről fennmaradt nagyszombati disszertációkban. A nagyszombati disszertációkhoz most hozzávesszük a kassaiakat is, bár Kassáról még külön is szó lesz. Olyan műveket tárgyalunk itt, amelyekben még különösebb egyéni szint nem találunk.

Mindez az irodalom, amelyről szó van, jellegzetes műfaj alakjában jelentkezik. Doktori értekezések ezek, de nem hasonlítanak sem a múlt század protestáns egyetemein készült disputációkhoz, sem ahhoz a néhány jezsuita értekezéshez, amelyeket a XVII. században találunk.

A XVIII. században a jezsuita akadémiákon a hallgatók egy csoportjának baccalaureatusi vagy doktori avatására rendszerint valamelyik promoveáló professzor írt egy értekezést. Szerzőként ez a professzor nem mindig szerepel, hanem rendszerint a felavatandók közül a legelőkelőbb, akinek költségén valószínűleg a munka kiadásra került. A szerzőséget azután sokszor igen nehéz megállapítani, mert néha fel van tüntetve az összes (filozófia és teológia) tanár neve, és nem lehet tudni, melyik a szerző. Ez esetleg valami más forrásból megállapítható, de néha találgatásra vagyunk utalva, és a szereplő professzorok egyéb munkásságából próbálunk következtetni. Általában az a jellemző, hogy a doktorálók, patrónusok nevei nagybetűs szedéssel kerülnek a címlapra vagy címlapokra, míg a szerző neve esetleg az ajánlás végén vagy még ott sem – olvasható. Többnyire, de nem minden esetben, az ún. „tézisek” is felsorolásra kerülnek, és ezek rendszerint tartalmasabbak is, mint magának a disszertációnak a fő témája, amely sokszor

éppoly kevésbé „fizikai” – bár címében a fizika szó szerepel – mint például az előbb idézett néhány kérdés.

Mint sok más esetben, az időrend itt sem jelent mindig egyben fejlődést is, ezért a néhány még ma is rendelkezésre álló munkát elsősorban tartalmilag, és azon belül időrendben fogjuk sorravenni.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy az ilyesféle értekezések száma jóval nagyobb lehetett, mint amennyit hazánkban és a környező országokban meg lehetett találni. Azokon a műveken kívül is azonban, amelyeknek szerzőjéről vagy címéről tudunk, valószínűleg még nagy számú ma ismeretlen lehet esetleg Bécsben, Grazban vagy másutt.

Időrendben az elsők Csiba István (1673–1719) 1713-ban és 1714-ben megjelent munkái, amelyek e műfajban az értékesebbek közül valók, de inkább kémiai és ásványtani tárgyúak. Az első, a hőforrásokról szóló munka a bevezetője a könyvek és vizsgálatok hosszú sorának, amelyek az ország természeti kincseinek feltárása mellett a kémiát is előbbre vitték.

Csiba két könyvéből látható, hogy a „fizika” szónak a XVIII. század elején valóban nincs még meg az egyértelmű jelentése, sőt legritkábban értik rajta azt, amit ma. Ezt példázza egy 1717-ben megjelent kis mű is, amelynek címe: 'Exotikus fizika, vagy a természet és művészet titkai'. Szerzője Gabon Antal (1677–1735), aki Egerben, Győrben és Nagyszombatban tanított filozófiát. Ha a tartalma alapján akarnák e művet műfajilag meghatározni, valami háztartási kémia-félének nevezhetnék, tehát mind a fizikát, mind az egyéb szenzációt, „exotikus titkokat” váró olvasónak csalódást okoz. Például 'A színek titkai' című fejezet sem fizikáról, hanem a különféle festékekről szól. Ennek a fejezetnek a függeléke egyébként a tükörcsívítést mondja el. A folyadékokról vagy „pyrotechnicáról”, azaz a „mesterséges tüzes meteorokról” szóló fejezetben is igen kevés a fizika.

Úgy gondoljuk, érthető, hogy a 1720-as évek táján a disszertáció-írók témáikat nem a fizikában, hanem a gyakorlatibb jellegű kémiai vagy más kérdésekben keresik. Itt nem kötik a szerzőket a Ratio Studiorum merev előírásai, mint a fizikai tételekben. Ezek egyelőre nem sokat változnak a múlt századhoz képest. A kémiai, gyakorlati tárgyakkal kapcsolatban a szerzők keze kevésbé volt megkötve.

1720-ban Turóczy László tesz közzé egy, Gabon Antaléhoz hasonló munkát, amelyben „vidám” (iucunda) természetfilozófiai szórakozást ígér, és amelyben különleges ritka anyagokról, orvosi kérdésekről stb. van szó.

A gyakorlati kérdések iránti érdeklődés továbbra is megmarad: 1748-ban Schmith Miklós hexaméterekben írt kohászati munkával ünnepli az újonnan felavatottakat.

Nem minden professzor írt azonban az általa promoveált ifjak tiszteletére önálló könyvet. Így 17 évvel Gabon Antal munkájának megjelenése után, 1734-ben Felker András (1698–1737) nagyszombati, majd kassai tanár egész egyszerűen kiadta Gabon könyvét a saját neve alatt, csak kissé másképpen hangzó címmel, Fischer József báró doktorra avatására. A szöveg szinte szóról szóra azonos, csupán egyetlen új fejezet van benne a folttisztításról. Az ajánlás nem hagy kétséget afelől, hogy Felker e művet sajátjaként kezeli: „Fogadd tehát Illustrissime Domine Baro ezt a te kedvedért és tiszteletedre általam írt munkát”. Gabon neve elő sem fordul. Persze fennáll az a lehetőség is, hogy a két szerző ugyanazt a – ma már kideríthetetlen – külföldi forrásmunkát másolta ki.

Turóczy könyve és a Gabon–Felker-féle mű erősen emlékeztetnek műfajilag és színvonalban Szentiványi Márton 'Miscellanea'-jának egyes részleteire. Ez természetes is, hiszen a 'Miscellanea'-t még a XVIII. század első évtizedeiben is kiadták, és a szerző nyilván követendő példaképe volt Nagyszombat és Kassa tanárainak. Erre mutat címében ugyancsak a fizika igényével fellépő, több diák promociójára készült könyvecske. A szerző Kazy János (1686–1759), aki Nagyszombatban és Grazban tanított filozófiát, többször volt a nagyszombati egyetem rektora és kancellárja. Filozófiai, történeti és teológiai munkái mellett ez az egyetlen „természettudományos” műve. Címe: 'Komoly-érdekes fizikai kérdések, Néhány a lélekről

egyes vegyes kérdésekkel és a legvalószínűbb válaszokkal megoldva'; 1720-ban jelent meg Nagyszombatban.

Ez a munka is nyilvánvalóan a Szentiványi-iskola terméke, bár az előzőnél szerkezetileg egységesebb. Első része pszichológia-fizológia-féle, de teljesen Arisztotelész szellemében. A látásról szóló kérdések és az azokra adott válaszok is teljesen figyelmen kívül hagyják az optika XVII. századbeli felfedezéseit. A „vegyes” kérdések válaszaikkal a mai népszerű képesújságok szerkesztői üzeneteire emlékeztetnek. Még a démonokról, mágiákról, mágusokról is sok szó esik.

Egy lépéssel közelebb jut már, ha nem is a fizikához, legalábbis néhány igazi fizikai problémához a maga korában nagynevű Balogh József (1701–1756). Kolozsvárt, Pécsen és Kassán tanított, ott is adta ki 1737-ben 'A természet és művészet tanúsága által igazolt filozófiai tételek' című, Stegner József és társai avatására készült művét.

A címlap az ajánlás és az avatandók névsora után külön lapon két „probléma”, nyilván a vitatkozás tárgyai vannak feltüntetve. Az egyik: „Eldöntendő, hogy a filozófia a művésztől vagy természettől kapott-e többet a fejlődésben?”, a másik: „Katoptrikai bizonyítás a tapasztalatból. Egyik parabolikus tükör gyújtópontjába helyezük a tüzet (világító tárgyat), egy másik, szemben 20 lábnyira fekvő (tükör) fókuszában el tud-e a tűz valamit égetni?” Hogy hogyan oldotta meg a jelölt a kérdéseket, nem tudhatjuk.

A könyv a négy elem (tűz, levegő, víz és föld) szerint tárgyalja a legkülönbébb mesterségesen (arte) előállítható, és a természetben előforduló dolgokat. Van ebben szó a lidércfénytől kezdve az asztma gyógyításáig, a növények növekedéséről, ásványokról, állatokról, fejteln emberről, egyszóval mindenről, csak tudományról nem. Szentiványi mellett a kezdetlegesebb kalendáriumok mellékleteire emlékeztet.

Szentiványin kívül még két szerző munkáiban véljük megtalálni ezeknek a műveknek a forrásait. Egyikük Athanasius Kircher, a XVII. század jezsuita polihisztorja, akinek munkásságában jellegzetesen keverednek össze a skolasztikus fizikával a babonás hiedelmek és a modern kísérleti eredmények, mindez erős gyakorlati érdeklődéssel párosulva. Erre mutat az is, hogy Tolvay Imre (1694–1775), aki a 30-as években volt professzor Nagyszombatban, majd Kolozsváron, Kircher két munkájához is írt terjedelmes kommentárokat avatási alkalmakra.

A másik, ugyancsak jezsuita szerző, Noël Regnault, akinek fizikai dialógusait 1735-ben megjelent műve alapján 1745-ben fordította le franciából Addai László avatására Hallwax Ferenc (1712-?) nagyszombati tanár. Ebben is elsősorban fizikai „érdekességek”, „meteorok”, földrengés, villámlás stb. találhatók, a végén egy-egy hangtani és fénytani, főleg a tükrökről szóló fejezettel.

Találunk a korszakban két asztronómiai munkát is, amelyek a kopernikánizmus hazai elterjedésére (illetve el nem terjedésére!) szolgáltatnak adatokat. Klobusitzky Xavér Ferenc avatására készült. 'Az égi vilárendszer' című 1726-ban Kassán megjelent, 207 lap terjedelmű könyv, amely minden valószínűség szerint Mayr Péter professzor (1709–1753) munkája, aki Kolozsvárt és Kassán is tanított filozófiát.

A kérdésekben és feleletekben való előadás is mutatja a még erős skolasztikus hatást. Érdekessége talán az, hogy az ajánlásból megtudjuk, hogy a jezsuiták kassai főiskoláján lehetett ebben az időben doktori fokozatot szerezni. Sőt azt is, hogy a jelölt tanulmányait előzőleg Bécsben végezte.

A könyv négy fő fejezetre oszlik, az I. arról szól, ami közös minden csillagon és bolygón; a II. a bolygókról különösen; a III.-ban a csillagos égről; és a IV.-ben a Földről értekeznek.

Ha csak néhány pontot nézünk meg, azonnal látjuk, hogy nem érdemes a tartalmára sok szót vesztegetni: Így például az Isten által az angyalok segítségével készült, vízből való csillagokat az angyalok mozgatják. Egyébként pedig az arisztotelészi fizika, illetve asztronómia tételeivel találkozunk, jelezve, hogy úgy látszik a jezsuita főiskolákon nemcsak 1600–1689-ig állt meg az idő (Pázmány Péter és Berzeviczy György fizikai előadásai között eltelt idő), de még

1726-ban is áll, sőt: peripatetikus fizika, babona és vallás ilyen keverékével a XVI. vagy XVII. században is alig találkoztunk.

Látszólag 1737-ben sem jutnak Kassán messzebbre, sőt mintha Mayr könyve mintát szolgáltatott volna az utókornak, mert az Akai Kristóf (1706–1766) által promoveált Gruber Ker. János tiszteletére készült 536 lapos disszertáció, amelynek címe 'Kozmográfia, vagy a világ filozófiai leírása', igen sokat vesz át mind beosztásában, mind tartalmában az előzőtől, bár terjedelme sokkal nagyobb. A kimondottan asztronómiai részek mellett az egész akkori „fizikát” tartalmazza.

Ebben a fizikában azonban semmi olyan nincs, amivel a száz év előtti, vagy még régebbi munkákban nem találkoztunk volna.

Csak néhány jellemző idézet: „Már megcáfolták (az egyházatyák, a Biblia alapján) „azoknak a filozófusoknak az esztelenségét”, akik szerint a világ atomokból áll. – A világot március 20-án teremtették. – A Föld a világ középpontjában van. – A Hold az oka az árapálnak, mert növekedéskor több nedvességet vonz. – Magyarországon erősebb a csillagok ereje, mert sok fém van...”

A dologban nem is annyira az a meglepő, hogy a protestáns főiskolai tanárok jegyzetei mennyivel magasabb színvonalat képviselnek ugyanabban az időben, hanem inkább az, hogy az Akai könyvével körülbelül egy időben, vagy csak kevéssel később jelennek meg olyan könyvek is, mint Kéry Borgia Ferenc mechanikai, fénytani és asztronómiai munkái, amelyek magas tudományos színvonala visszatükrözi a kor legfontosabb elméleti problémáit, és Lipsicz Mihály majdnem teljesen korszerű 'Statica'-ja. Mindketten Kassán is tanítottak, tehát az új tanok már eljutottak a jezsuita főiskolákra is, csak Akai Kristóf nem vette észre, de nem vette észre úgy látszik könyvének elavult voltát kortársainak egy része sem, mert a művet első 1737-es kiadása után még 1739-ben, 1741-ben és 1749-ben is kiadták.

Lipsicz Mihály (1703–1765) a rend különféle intézményeiben, Grazban, Kolozsvárt, Kassán, Egerben, Nagyszombatban, Zágrábban és Sopronban tanított matematikát, filozófiát és teológiát. Úgy látszik kassai működése (1738–1741) volt a reáltárgyak szempontjából a legeredményesebb, mert ebből az időből származik egy algebra és egy csillagászati munkája is.

Ha Lipsicz könyvét a református iskolák kartézianizmusával, Akai skolasztikájával és a lutheránus iskolák elsősorban Wolff hatását tükröző fizikájával vetjük egybe, elmondhatjuk, hogy ez a könyv az új fizikának felvidéki elterjedése szempontjából igen fontos láncszemet alkot. Kissé skolasztikus formában, de Descartes-ra is támaszkodva megjelennek a newtoni dinamika elemei, ha még nem is a teljes newtoni elmélet, majd a tulajdonképpeni statika. A 133 oldalas mű három részből áll. Az első a mozgásról és annak okairól, a második a mozgás négy tulajdonságáról, ezek okairól és törvényeiről szól, míg a harmadiknak a címe: 'A mozgás változásáról és fajtáiról különösen'.

A több helyen Arisztotelészre emlékeztető fejezet- és paragrafuscímek mögött komoly, mélyreható Arisztotelész-kritikát találunk.

Általánosságban ez a könyv nemcsak fontos átmenet a teljes newtoni mechanika felé, hanem egyben, mintegy csírájában tartalmazza mindazokat a problémákat, amelyek a XVIII. század során a mechanika alapfogalmaival, alaptörvényeivel kapcsolatban felmerültek. Ezekkel még bőven fogunk találkozni mind a nagy tankönyvekben, mind a monográfiászerűen feldolgozott mechanikában. Lipsicz általában világosan veti fel a kérdéseket, és nem tart igényt arra sem, hogy az ő válaszai az egyetlen lehetséges és helyes megoldást adják.

Az első részben a kinematikai tárgyalás teljesen korrekt, a dinamikai fogalmak azonban már kevésbé tisztázottak. Igaz, ő maga is védekezik: a nyájas olvasó ne követeljen annyira világos axiómákat, amilyenekhez a geometriában hozzászokott, ezt a szóban forgó tárgy természete nem engedi meg. Elég, ha olyan axiómákat sorolunk fel, amelyeket az értelem (ratio) és a tapasztalat (experientia) alapján leszűrhetünk; ezek igazsága mintegy intuitive tűnik ki. Ilyenek:

1. Egyetlen test sem semmisülhet meg természetes módon.
2. Minden változást külső agens hoz létre a természeti testekben, mert minden test az anyag tehetetlen tömegéből (moles) áll, amely önmagát megváltoztatni nem képes.
3. A hatások (okozatok) okaikkal arányosak stb., lényegében Newton módszertanának kissé átalakított formája.

Ezek után joggal várhatjuk, hogy egyenesen a newtoni dinamikánál kötünk ki, ez azonban nem így van, mivel szerinte az egész statika „legnemesebb és legalapvetőbb elve” a mozgásmennyiség, a különféle erők, súlyok stb. csak ennek „determinatioi”. Az, hogy a mozgásmennyiséget itt Lipsicz nem Newton, hanem Descartes szellemében használja, az tulajdonképpen a III. részben derül ki. Itt ugyanis a gravitáció okát az éterrészecskék nyomásában jelöli meg. A második rész egyébként Newton három alaptörvényével zárul.

A tulajdonképpeni statikai rész mind a szilárd testek tárgyalására, mind a folyadékokra nézve igen rövid, inkább csak felveti a problémákat, és néhány példán illusztrálja a megoldást. Például kiszámítja egy „összetett gépnél” a mozgáserőt. A súrlódást is figyelembe veszi, de nem mondja meg, hogyan jut a számadathoz. A hidrosztatikában a legfontosabb kísérleteket ismerteti.

Lipsicz könyve tehát mind tartalmát, mind „korai” időpontját tekintve kiemelkedik az átlag jezsuita disszertációk közül. Az átmenetet azonban: – skolasztika, Descartes, Newton – még érdekesebben mutatják Kéry B. Ferenc mechanikai munkái. Ezek is még „disszertációknak” készültek, névtelenül is jelentek meg, de tartalmuknál fogva éppúgy, mint Lipsicz statikája, messze kiemelkednek közülük. Valószínűnek látszik, hogy Lipsicz munkája ösztönzőül hatott Kéry B. Ferencre, de ő lényegében jobban elmélyed a mechanika alapkérdéseibe. Részben ez is indokolja, hogy tárgyalását a következő pontra halasszuk, de még inkább az, hogy Kéry nélkül Ádány, Jaszlinszky és Reviczky könyvei, és általában a jezsuita iskoláknak az a késői kartézianizmusa, amely a felvidéki fizikai irodalomnak egyik legkülönösebb és nagyjából egyedülálló jelensége, sem érthető meg.

Még van néhány disszertáció jellegű munka, amelyek tárgyalása – miután szintén nem tankönyvekről van szó – ide kívánczok. Ezek ugyan későbbiek, nem is mindegyik felvidéki, de célkitűzéseiben (promotióra készültek) és abban, hogy elsősorban a mechanikát tárgyalják, megegyeznek. Egyik-másik a szigorlati téziseket is tartalmazza, tehát az oktatáshoz is fontos adalék. Persze az, hogy 1760-ra a színvonal már elég nagyot emelkedett, nem meglepő, de valószínűleg Lipsicz és Kéry B. Ferenc kezdeményezéseinek is van benne része.

Időrendben az elsőnek a szerzője Kéri Bálint (1712–1763), aki azonban főképpen Bécsben és Grazban tanított, bár 1763-ban a nagyszombati egyetem rektora is volt. Mechanikai bevezetése két részben jelent meg 1743-ban és 1746-ban, ezek közül sajnos egyik sincs meg sem a Felvidéken, sem Magyarországon. Valószínűleg az első tartalmazza – Lipsicz munkájához hasonlóan – az elméleti alapvetést, míg a második már az alkalmazásokról szól. A VI. fejezettel kezdődik, és ez a VII. és VIII.-kal együtt a ferde hajítás tisztán geometriai tárgyalását nyújtja. Ugyancsak – egyelőre – geometriailag adja a IX. fejezetben a súlypont definícióját, mozgásának tárgyalását, a merev testtel kapcsolatban.

Általában nem sokat elmélkedik súlyról és erőről, hanem áttér az egyszerű gépekre, azok egyensúlyi viszonyaira.

Az első rész ismerete nélkül sajnos nem lehet ezt a könyvet Lipsicz munkájával összehasonlítani, mert a statikai részek – mint e század majd minden könyvében – azonosak, éppen az elméletek tárgyalása mutat rá a különbségekre. Mindenesetre azt mondhatjuk, hogy a bécsi és kassai színvonal között, ha e két utóbbi munkát nézzük, nagy eltérés nincsen. Nehéz a szerzőt megállapítani egy címében asztronómiát ígérő, de tartalmában mechanikát nyújtó 1760-as nagyszombati disszertációban: 'Asztronómiai és fizikai breviárium Newton elvei szerint a szorgalmas ifjúság használatára'. Ranics István pécsi diák doktorálására készült. Ebben az időben Nagyszombatban a filozófiát Hegyi József, a matematikát Eberle Antal, a természeti jogot és etikát Ábel Ferenc tanította. Sem a doktoráló, sem a professzorok egyike munkájaként

nem tartják nyilván a különféle bibliográfiák. Elképzelhető azonban, hogy akár Hegyi József, akár Eberle Antal a szerző, hiszen Hegyi József Kassán is tanított filozófiát, Eberle pedig többször is volt a matematika tanára.

A könyv a logikából, majd a metafizikából vett tézisekkel kezdődik, majd a 15.-től a 36.-ig a generális fizika, 37.-től pedig a speciális fizika tételei következnek.

A címben ígért newtoni fizika ellenére ezek a tételek elég vegyes képet mutatnak. A kinematikai és dinamikai tételek mellett néhány furcsaság és érdekesség is akad. Néhány példa: 16. A fizikai test érzékelhető tulajdonságai a 4 elemből és az 5 kémiai elvből adódnak. 19. A rugalmas erőt részben a kohéziós erők, részben az éter összehúzódása okozza. 20. Minden test súlyos, a tűz sem kivétel. 32. A hó a részecskék gyors rezgő mozgása. A hideg a nyugalom. 35. A fény az éter rezgése, amelyet a világító test gerjeszt. 36. A színek oka a testek különböző mechanikai szerkezete, amely visszaverődésnél a visszavert sugarak rezgésszámát és mennyiségét megváltoztatja. 37. Kopernikusz rendszere jobb, mint Tycho Brahéé. 44. A levegő a gőzöktől és exhalációktól különböző folyadék. 45. A víz részecskéi valószínűleg kicsit összenyomhatók. 48. Az északi fény, a villámlás földi testek kipárolgásai, amelyek meggyulladnak. 49. Az elektromos anyag tűz, kénes, száraz kipárolgásokkal keverve divergens vagy konvergens módon sugárzik ki a testekből stb.

Szerepelnek ezután még matematikai, főleg geometriai tételek, valamint kérdések a polgári és katonai építészetből.

Ezek alapján elég áttekintést kapunk az 1760-as nagyszombati tanulmányokról, a haladás és maradiság érdekes keverékéről.

Érdekes módon maga a könyv a tézisek tartalmánál nagyobb színvonalat tükröz. A bevezetésben a szerző elmondja, hogy Newton filozófiája a legkiválóbb, mert az égitestek mozgását matematikailag ki tudja számítani „nagyobb bizonyossággal, mint remélni lehetett volna”. A szerző azonban matematika nélkül szándékozik megírni művét, mint ahogy Newton is népszerűen akarta, csak attól félt, hogy matematikai bizonyítások nélkül nem fognak neki hinni. A newtoni igazság ereje azonban olyan nagy, hogy a könnyed, vázlatos tárgyalás alapján is meggyőző. Kevés geometriára azért szükség lesz. Ennyi a 16 lapos bevezetés tartalma.

A 117 lapos tárgyalás azonban „skolasztikus”, mert kérdések és feleletek alakjában, propozíciókkal stb. megy. A skolasztikus forma ellenére azonban a tartalom azt mutatja, hogy a szerző – bárki is legyen – nemcsak a newtoni dinamika eredményeit ismeri, hanem e korban és környezetben szokatlan éleslátással ismeri fel ennek a mechanikának jelentőségét és lehetőségeit.

Így az örvényelmélet cáfolata, Kepler és Newton törvényeinek ismertetése után a hajított testek pályáját elemezve rámutat, hogy a parabola is egy ellipszis részének tekinthető, majd így folytatja: „Mert, hogy a ferdén felfelé hajított kő azután visszaesik a földre, ez még nem jelent semmit. Ha ugyanis először egy igen magas hegyről hajtják el, először közepes erővel, közepes ívet írva leesik a földre, ha gyorsabb mozgással hajtják, tovább mozog, és növelve sebességét, megtörténhetik, hogy több ezer mérföldes ívet ír le ..., és végül folytatva (útját) a Föld határain túl, nem esik többé vissza a Földre, hanem körbefutva visszatér a hegyhez és bolygóvá válik”.

Ezután a hajítások, centrális mozgások, köztük az egyenletes körmozgás kifejtése következik néhány egyszerű mechanikai képlet felhasználása, és néhány probléma sűrű ismételtetése mellett. A szerző azonban – mint kiderül – szándékosan folyamodott az ismétléshez, mert ezt a részt ezekkel a szavakkal fejezi be: „Ezt az állítást különböző módokon megtárgyaltuk azok miatt, akik a matematikát és Newton euclidészi bizonyításait nem értik, a kákán is csomót keresnek, és legnagyobb tudatlanságukban, bocsánat a szóért, sem szűnnek meg írni.”

A továbbiakban is lényegében a bolygók mozgásával, az általános gravitáció törvényével foglalkozik, minden alkalmat felhasználva a kartézianusokkal való vitára.

Ennek a kis könyvnek a jelentőségét két dologban látjuk. Az egyik inkább helyi jellegű: a nagyszombati disszertációk színvonala az 1700-as és még későbbi évek „fizikájától” nagy utat

futott be. Hiszen, mint látni fogjuk, az 1755-től megjelenő tankönyvek álláspontja, éppúgy, mint Kéry B. Ferencé is, még sokkal tisztázatlanabb a mechanika legfontosabb kérdéseiben. A másik egy általános szempont a magyarországi fizika fejlődése szempontjából: a protestáns iskolákban is csak a 70-es évek után beszélhetünk tisztázott nézetekről, a nagyszombati fizikakönyvek szerzői pedig Descartes és Newton közé a Boscovich-féle fizikát iktatják mind közbeeső állomást (Radics, Makó, Horváth), amelynek nyomai még a század végén is megtalálhatóak. Tehát 1760 táján ez a névtelen szerző látszik az egyetlennek, aki a Felvidéken és Magyarországon Newton dinamikáját – legalábbis az égi mechanikára vonatkozólag – fenntartás nélkül elfogadja.

Már a következő évben, 1763-ban találunk egy disszertációt, illetve egy téziseket tartalmazó értekezést, amelyben a Boscovich-féle szemlélet jelentkezik. Ez nem meglepő, hiszen addigra Radics Antal és Makó Pál ilyen jellegű tankönyvei már megjelentek; a disszertációk vonalán azonban mégis ez az első. A szerző személyének megállapítása itt is nehézségekbe ütközik. A szóban forgó mű egy több értekezést tartalmazó, 1763-ban megjelent kötetben van, amelyeket a bordeaux-i királyi akadémia díjával tüntettek ki 1740-ben, illetve 1741-ben.

Ezzel kapcsolatban két érdekes körülményre kell rámutatni. Az egyik maga az a tény, hogy Nagyszombatban általában még csak jezsuiták sem voltak. A maga korában elég híres fizikus, Christian Gottlieb Kratzensteinnek (1723–1729), a pétervári akadémia tagjának, hallei, majd koppenhágai tanárnak a munkáján kívül (amely a gőzök felemelkedéséről szól franciául és németül is megjelent), a másik két szerző teljesen ismeretlen.

A másik érdekesség, hogy ennek a munkának van egy korábbi, 1743-as kiadása is, amely nem tartalmazza a kétségtelenül nagyszombati eredetű téziseket, hanem negyediknek egy orvosi, ugyancsak a bordeaux-i díjat elnyert értekezést fűztek hozzá.

Kétségtelenül nagyszombati téziseket tartalmaz az a munka, amelyet Ürményi Mihály baccalaureatust szerzett Nyitra megyei nemes adott ki doktorrá avatása alkalmából. Nem látszik valószínűnek azonban, hogy ő maga lenne a szerző, de nem található ez az értekezés azon professzorok neve alatt sem, akiknek előadásai alapján készült. 1763-ban Kenyeres József (1724–1805) valóban a filozófia, Schnelzer Ignác az etika, Gottgeisl Ker. János a matematika tanára volt Nagyszombatban, de nevük mellett semmiféle bibliográfiában nem szerepel ez a munka. Bár Kenyeresnek sok értekezése jelent meg, amelyek ugyan általában nem természettudományi tárgyúak, de mégis ő látszik a legvalószínűbb szerzőnek, már csak azért is, mert sok művét írta névtelenül.

Tulajdonképpen nem is fontos a szerző megállapítása, mivel a tézisek önmagukban is jellemzőek az 1763-as év (tehát a jezsuita korszak lezárta előtt egy évtizeddel) oktatására.

Az Ürményi–Kenyeres-féle tézisekben I.–XIII.-ig a logika és metafizika tézisei kerülnek ismertetésre, és a XIII.-tól kezdve következnek a fizikaiak. Ezekben a Boscovich-féle elmélet kerül röviden, eléggé összefüggéstelen tételekben ismertetésre, majd statikával és az egyszerű gépekkel zárul a fizika.

A jövőben még felbukkan néhány ilyen téziskönyv, vagy promoteálásra a tanár által készített disszertáció, a műfaj azonban idejét múlta. A további oktatási reformok során többször eltörlik, majd újra behozzák a vizsgáztatásnak előre kinyomtatott tézisek szerinti módját, de szigorúan megtiltják, hogy a diáknak kötelező legyen a kinyomtatás. A jezsuiták írnak tankönyveket, sőt értékes monográfiákat, különösen az exjezsuiták.

Annyit azonban e rövid áttekintésből is megállapíthatunk, hogy a jezsuita szemlélet már jóval a királyi reformok, illetve a jezsuitarend feloszlata előtt elavulttá vált a renden belül is: az új korszak – nyugathoz képest kissé megkésve ugyan – jelentkezett a nagyszombati egyetem falai között is, és megnyilvánult ezekben a névtelen, tehát szinte felelősség nélkül készített művekben is.

A nagyszombati tanárok fizikatankönyvei

Az előzőkből következik, hogy „tankönyv” alatt egyelőre – egy vagy két kivételtől eltekintve – kizárólag a felsőoktatásban, az egyetemen használt könyvekről lehet szó.

Ma már elfogadott elv az, hogy tankönyvben csak olyan elméleteknek, tételeknek, törvényeknek van helyük, amelyek már – legalábbis a szaktudomány mindenkor éppen elfogadott álláspontja szerint – nem vitathatók, hanem bizonyos megalapozottságot, véglegességet nyertek. Természetes, hogy a XVIII. században ilyen követelményt a tankönyvíróval szemben támasztani éppoly kevésbé lehetett, mint a XVII. században. Sőt, a XVII. században éppen azokat találtuk a legértékesebb munkáknak, amelyek legjobban eltértek az akkori hivatalos állásponttól, a skolasztikától. Ezek a könyvek azonban akkor sokkal inkább csak a réginék a lerombolását tűzhatték ki célul, s nem egy újnak a létrehozását.

A XVIII. században a helyzet megváltozik. Megváltozik elsősorban abban, hogy a skolasztikus-arisztotelikus fizika felszámolása véglegessé válik Nagyszombatban is.

Mint kiderül, a nagyszombati fizikatankönyvek három nagyobb csoportba sorolhatók: későkartézianus, a Boscovich hatását tükröző átmeneti és a tiszta newtoni munkák. A fenti osztályozáson túlmenően minden egyes könyvnél meg kell még vizsgálni néhány kérdést. A fizika felosztása, területének kijelölése, szűkebb vagy tágabb értelmezése mind jellemző nemcsak egy-egy műre, hanem az egész felvidéki fizikai irodalom fejlődésére.

A 'Philosophia naturalis' cím még elég gyakran előfordul, már csak azért is, mert az oktatásban a fizika a filozófia tanfolyam része, de már lassan kezdenek helyette az Institutiones physicae, Physica stb. címek elterjedni. A legtöbb ilyen fizika két nagyobb részből áll, az általánosból – „physica generalis”, és a különösből: „physica particularis” vagy „specialis”. Hogy azonban melyik részbe milyen fejezetei kerülnek a fizikának, arra nézve semmiféle egységes szempont nem alakult ki. Van ahol például a csillagászat, az égi mechanika az „általános” részben van, van ahol a speciálisba kerül. Amelyik fizika a „természet három országát” is tárgyalja (ásványtan, növénytan, állattan), azt rendszerint a speciálisba teszi. Sűrűn előfordul még a négy elem szerinti tárgyalás, bár már kevés szerző ragaszkodik az annak alapjául szolgáló nézethez.

Mindebből az következik, hogy a fő osztályozási szempont csak a fenti hármas csoportosítás lehet, bár éles elhatárolásról – mint látni fogjuk – nem lehet szó. Előnye a csoportosításnak, hogy többé-kevésbé követni lehet általa a történeti időrendet, és a tárgyalt korszaknak végére érve már egészen közel jutunk – legalábbis jellegben – a mai fizikatankönyvekhez. Azért csak jellegben, mert hiszen a XIX. század még sok sorsdöntő felfedezést tartogat a fizika számára, és bár a tankönyvek egy-egy új felfedezéssel akkoriban már elég hamar kibővülnek, a XIX. század egész fizikája csak a század végére, illetve a XX. század elejére érik tankönyvanyaggá.

Általános történeti áttekintésünk megmutatta, hogy a XVIII. század kevesebb „korszakalkotó” felfedezést hozott, mint akár a XVII. vagy a XIX. Az elméleti mechanika kialakulásában, a kalorimetria és az elektrosztatika kiépítésében találtuk meg a legdöntőbb új mozzanatokat. Ezek közül a két utóbbi aránylag hamar bekerül a tankönyvekbe, de az elsőnek egyes fejezetei – legalábbis a felvidéki tankönyvirodalomban – csak kivételesen kerülnek tárgyalásra.

A XVII. században elsősorban elmélkedéseket olvashattunk arról, hogy a matematika milyen fontos segítőtársa a fizikának. Kimondottan számítással (tehát tulajdonképpen még nem matematikával) csak néhány csillagászati disszertációban talákoztunk. A felvidéki fizikai irodalomba, amely lényegében még csak természetfilozófia volt, még nem vonult be a matematika.

A XVIII. században ehhez képest nagy az előrehaladás, de túlnyomórészt mégis csak inkább egészen egyszerű algebrai képletekkel, néhány geometriai aránnyal találkozunk, képletek

használata éppoly kevésbé általános még, mint ahogy csak igen elvétve kap helyet mind a tankönyvekben, mind a speciális munkákban a felsőbb analízis. Ilyen módon természetesen az elméleti mechanika legújabb eredményei sem hozzáférhetőek a tankönyvszerzők számára, vagy legalábbis sokkal kevésbé, mint a szemléletesen, kísérletekkel tárgyalható legújabb hőtani vagy elektromosságtani eredmények.

Nem elsősorban arról volt szó, hogy a tankönyvek szerzői maguk keveset értettek a matematikához, hanem az egész hazai matematikai és fizikaoktatás szűkre szabott tanterve nem tette lehetővé, hogy a professzorok a hallgatókkal szemben túlzott követelményeket támasszanak. Mindenesetre azonban az egyes könyvek értékeléséről mint fontos szempont fog felmerülni, milyen mértékben használja fel a szerző a matematikát.

Részben a matematikához való viszonyból származik a tankönyvekben az aránylag kis érdeklődés gyakorlati, műszaki problémák iránt. A mechanika például csak akkor válhat a gyakorlatban a legegyszerűbb gépeken és a hidrosztatika törvényeinek egyes felhasználásán túl a műszaki alkotások alapjává, ha művelése magas matematikai színvonalon történik. Így a matematikával kapcsolatban eddig mondottakból következik, hogy a tankönyvekben aránylag kevés alkalmazást találunk, mint ahogy ebben a korszakban igen kevés még a kimondottan műszaki, mérnöki munka is. Az alkalmazás, vagy legalább az alkalmazás lehetőségének és fontosságának a hangsúlyozása azért is fontos fokmérője egy-egy könyv értékének, mert hiszen éppen az alkalmazásuk jelzik, hogy a fizikának sikerül végképp elszakadnia a filozófiától és a természet megismerésében és felhasználásában önálló szaktudománnyá válnia. A XVIII. század fizikájának történetében éppen ezt a folyamatot kísérhetjük nyomon, és ez a folyamat – mint a XVII. században a teológia uralma alól való felszabadulás is – tükröződik a nagyszombati tankönyvirodalomban, bár kissé összesűrűsödve az 1753-tól kb. a század végéig terjedő időszakra. Igaz, az egyetem időközben Budára, majd Pestre költözik, de a tankönyvszerző Horváth János megmarad a fizika professzorának.

A késő karteziánizmust tükröző tankönyvek

A század első felében Nagyszombatban helyi szerzőnek nyomtatott tankönyvről nem tudunk. A néhány fennmaradt jegyzet azt mutatta ebből a korból, hogy hivatalosan még az arisztotelészi fizikát tanították, de a disszertációk némelyikében már fel-feltűnnek az új gondolatok is. Ilyen korai kivétel volt többek között például Lipsicz Mihály 'Staticá'-ja, már csak azért is, mert formailag is kerek egészet alkot, szemben a többi disszertáció szaggatott, sokszor témáról témára ugráló menetével. (Van még egy ilyen korai kivétel, Purgine elektromos munkája, erről később még lesz szó.)

Lipsicz könyvével egyidőben, vagy az azután néhány évvel megjelenő munkák azonban azt mutatják, hogy ez a korai és kiváló kezdeményezés egyelőre követők nélkül maradt.

Más a helyzet Kéry B. Ferenc mechanikai munkáival. Műfajilag ezek is a disszertációk közé tartoznának, vagy – színvonaluk következtében – a fizika egyes speciális fejezeteit feldolgozó munkák között kellene ezeket számba vennünk. Hogy mégis a nagyszombati első teljes tankönyvek előtt ismertetjük Kéry mechanikáját, annak az az oka, hogy Kéry könyvei már nem maradtak hatás nélkül, sőt egyenes elindítói, szellemi őseivé váltak az első jezsuita tankönyveknek, amelyek e korban többé-kevésbé egyedülálló érdekességet mutatnak.

Az „egyedülálló” jelző nem éppen értékítélet, csupán azt jelzi, hogy itt nem egy európai általános, hanem elsősorban Nagyszombatra, helyesebben a Habsburg örökös tartományokra és a Felvidékre jellemző jelenséggel fogunk találkozni: a jezsuita tankönyvszerzők késői karteziánizmusával. Nagyszombat mellett Bécs, Prága, valószínűleg Graz egyetemein készültek az 50-es évek végén ilyen tankönyvek, dátum szerint a Kéry művek a legrégebbek, úgyhogy talán nem túl merész feltételezés, hogy éppen ő ennek a Bécsre is kiterjedő irányzatnak az elindítója.

Mint említettük, az első nagyszombati tankönyveket Mária Terézia 1753-as reformja hozta csak létre, és ezek ugrásszerű változást jelentettek az egyetem fizikaoktatásában.

Néhány éven belül 4–5 többkötetes, aránylag magas színvonalú tankönyv megjelenésének azonban feltétlenül kellett valamilyen előzményének lennie. Maga a királyi rendelet önmagában nem lehetett elegendő, hogy egyik percről a másikra tudomány szülessék ott, ahol eddig csak az előzőkben ismertetett művekhez hasonló színvonalú könyvek láttak napvilágot. Ezért jogosnak látszik, hogy az összekötő láncszemet Kéry B. Ferenc munkásságában keressük, aki éppen akkor volt az egyetem rektora, amikor a királyi rendelet a tankönyvkészítésről megjelent. Ő maga felterjesztésében ugyan azt írja, nem tartja feltétlenül szükségesnek a tankönyvek megírását, pedig akkor ő már több igen érdekes és értékes munkának volt a szerzője.

Kéry Borgia Ferenc 1702-ben született Kenyérkőn, nemes családból. 17 éves korában lépett be a jezsuita rendbe, majd a jezsuita tanárok szokásosan sűrű helyváltoztatással tarkított életét élte. Szakolcán görög nyelvet, Nagyszombatban filozófiát és teológiát tanított, Grazban és Bécsben volt tanulmányi felügyelő és cenzor. Majd ismét Buda és Nagyszombat következik, utána Kassán igazgatója a papnevelőnek, és részt vesz Rómában a generális választáson. 1753–54-ben és 1762–63-ban az egyetem rektora is volt. Filozófián és teológián kívül tanított fizikát, és ő volt Szentiványi után a csillagászat egyik első művelője Nagyszombatban, még jóval a csillagvizsgáló felállítása előtt. Első megjelent munkája is csillagászati tárgyú, amelyben az 1729-ben feltűnt üstököséről számol be.

1735–36-ban tanított először Nagyszombatban matematikát, majd utána 3 évig filozófiát. Ezalatt csillagászzal foglalkozott. Ekkor még Nagyszombatban semmiféle műszer nem állt rendelkezésre és eszközeit magának kellett elkészítenie. Többek között tükrös teleszkópot is szerkesztett, és ennek működtetése közben kezén a forró higanytól egész életére kiható sérülést szenvedett. Az így készült újfajta távcső Londonban is feltűnést keltett. A híres francia csillagász, Cassini is meglátogatta egyszer Nagyszombatban, és nagy elismeréssel nyilatkozott működéséről.

Fizikai tárgyú könyvei közül három mechanikai kérdésekkel, egy pedig fénytani problémákkal foglalkozik.

Kéry mechanikai munkái a felvidéki fizikai irodalomban talán legtisztábban mutatják a kartézianizmus és a newtoniánizmus harcát. A mechanika elméleti problémáinak elevenségét mi sem tükrözi jobban, minthogy a szerző állásfoglalása, aki műveit három egymást követő évben adta ki, ezalatt az idő alatt maga is egy bizonyos fejlődésen megy át, és végül nem Newtonnal, hanem Descartes-nál köt ki.

Az első könyvnek, amely 1752-ben jelent meg, a pontos címe: 'Fizikai értekezés általában a testről és az azzal ellentétes vákuumról'. Szintén névtelen, promoteáló írás. Még az ajánlason vagy előszóban sem szerepel a szerző neve. A szóban forgó munkák közül ez az aránylag legkevésbé fizikai, mert a szerző sokat vesződik bizonyos filozófiai problémákkal. Ezt meg is indokolja: a fizikusnak először az alapvetést kell elvégeznie. És itt mindjárt beleütközik az első akadályba: látszik, hogy a kartézianus test-definíció a rokonszenves neki, de ezzel nem egyeztethető össze az oltáriszentségről szóló tanítás. Nem elégitik ki azonban a newtoniánusok definíciói sem, és főképpen Musschenbroeknek az a beismerése, hogy a test természetéről nem tud semmit.

Gondolatmenete annyiban nehezen követhető, hogy e kor szokásához híven igen nagy részletességgel ismerteti az egy-egy kérdéssel kapcsolatos nézeteket, és sokszor nem könnyű kihámozni a szerző saját felfogását. Végül a test lényegével kapcsolatban megmarad a kartézianus kiterjedés felfogásánál, és az eucharisztia kapcsolatos nehézséget valami nyakatekert kettősigazság-félével oldja meg.

A következő fejezetben a testek tőlünk független létezésének kérdésében határozottan materialista álláspontot vall, és élesen bírálja kora híres idealista filozófusait, Malebranche-ot és

Berkeley-t. De – mint Descartes is – Istenben találja meg annak biztosítékát, hogy érzékeink a külvilág létezésével kapcsolatban nem csalnak meg.

Az atomok kérdésében már ismét szembekerül Descartes-tal: a testek oszthatóságának van határa, és Leibniz tanítását sem osztja az anyag folytonosságáról. Vákuum is létezhet szerinte.

Ami viszont azt a kérdést illeti, hogyan épülnek fel a testek az egészen apró részecskékből, erre vonatkozólag rokonszenvesebb számára a Newton-féle vonzóerőknél a külső éternyomás.

Már a bevezetőben leszögezte ugyanis, hogy míg sok filozófus tagadja a legfinomabb anyag (az éter) súlyát „azt a vonzóerőt viszont, amellyel annyi newtonianus dolgozik, sokan elfogadják.”

A könyv befejezéséből azután ki is tűnik, hogy ezt a részben ismeretelméleti alapvetést a szerző bevezetőül szánta, a mozgásról és a vákuumról általában mondottak azonban elegendők.

A mozgásokról szóló munkák úgy függenek össze, hogy az elsőben: a 'Fizikai értekezés a testek mozgásáról' címűben inkább a mozgásról mint jelenségről van szó, míg a második tárgya a különféle erők, címe: 'Fizikai értekezés a mozgások okairól a testekben'. Ily módon tehát a két mű mindegyike szerves folytatása lenne az előzőnek, tartalmilag ez így is van, de a szerző véleménye közben változik. Mert míg az elsőben inkább Newton mechanikája felé hajlik, az erőkről kifejtett elmélete közelebb áll a kartézianus felfogáshoz, ha azzal nem is azonos.

Tartalomjegyzéke egyik könyvnek sincs, és sajnos az ábralapok is hiányoznak, pedig ezekhez a szerző már közöl néhány egyszerűbb képletet és levezetést.

A mozgásról szóló könyv bevezetése érdekes módszertani megjegyzéssel kezdődik. Miután kifejti, hogy a fizika ott halad előre legjobban, és ott a leghasznosabb az ember életére, ahol a testek mozgásáról van szó, hozzáteszi: „mégis ezt a legszebb helyet, amelyet a fizikusok azelőtt elhagytak, elvették kiművelésre a matematikusok”. Ma kezdenek csak a fizikusok visszatérni és megosztani a területet a matematikusokkal, mert vannak esetek, ahol csak kísérlettel lehet előrelépni.

Ez a megjegyzése Kérynek azt mutatja, hogy helyesen ismerte fel századában a fizika fejlődésének egyik legjellegzetesebb vonását, a matematikai-elméleti fizika kialakulását Newton után.

Vizsgáljuk meg ezután, hogy hogyan igyekszik Kéry Newton és Descartes mechanikáját összeegyeztetni.

Nem tartja kielégítőnek a karteziánus mozgásdefiníciót, szükségesnek tartja annak hangsúlyozását, hogy a mozgáshoz erő kell, és leszögezi, hogy a sebesség sohasem lehet végtelen nagy. Lényegében elfogadja Newton mozgástörvényeit, és hangsúlyozza a tehetetlenségnek a súlytól való különbözőségét; a tehetetlenség ugyanis arányos a tömeggel, de ez nem azonos a súlyal, bár szintén arányos azzal. A mozgásmennyiség megmaradása azonban elegendő, mint megmaradási elv, a Leibniz-féle eleven erő megmaradására szerinte nincs szükség, bár elismerve az akció és reakció elvét érzi, hogy még valami ilyesmire szükség lenne. Rögtön kiderül azonban például a rugalmatlan ütközés értelmezésénél, hogy nem tud mit kezdeni az itt „elveszett” erővel. Egyébként – mint már rámutattunk – az egész XVIII. századbeli fizika erősen küzd a pontatlan és főképpen dimenzionálisan nem tisztázott fogalmakkal. Ezért mondja ezt Kéry is, hogy Leibniz-féle holt és eleven erő megkülönböztetése felesleges: a mozgásmennyiséggel mindent meg lehet magyarázni, hiszen annak az idővel való szorzata megadja az mv eleven erőt!

Röviden tárgyalja a statikát és a gépeket, az egyensúly feltételét ugyancsak a mozgásmennyiséggel vezeti le.

Ebben a könyvben lényegében az erő fogalmát (amelyet egyszer a mozgásmennyiséggel azonosít, egyszer nem) még csak érinti, és inkább csak az mv vagy mv vitával foglalkozik.

Részletesen tárgyalja – mint a tartalomjegyzékből is kitűnik – a különféle erőket a mozgások okairól szóló könyvben. Isten a mozgás első oka, de ez távolról sem elegendő, mint a kartézianusok mondják. Másodlagos okok: a nehézségi erő, rugalmas erő, kitágító és

összenyomó erő, a folyadékot a kapilláris csőben felhajtó erő és a különböző vonzó és taszító erők. Ezek különféle mozgásokat hoznak létre, de valamennyi állandó (stabilis) erő. Ezeket az erőket sorra tárgyalva néhány – szerinte – újszerű elgondoláshoz jut, amelyek azonban közelebbről megnézve mégsem egyebek Descartes éterhipotézisénel.

A nehézség közismert jelenség, és az okára vonatkozó eddigi hipotézisek nem jártak sikerrel. Van olyan nézet is, amely szerint nem is érdemes a nehézség okát kutatni, elég a jelenségeket leírni. Ő ezzel nem ért egyet. Mindenesetre ő is felsorolja a magyarázatra váró jelenségeket. Ez a felsorolás szintén arról tanúskodik, hogy Kéry alaposan ismeri az újabb fizikai eredményeket. Minden testnek van súlya, még az ún. „könnyű” testeknek is. Itt csak a tűz képez problémát, de „tisztá”, más anyagokkal nem kevert tűz nincs, és ezért kísérlettel nem lehet a kérdést eldönteni. A hideg és meleg testek súlykülönbséget nem mutatnak. Ugyancsak nehéz magyarázatot találni arra, miért változik a nehézségi gyorsulás a földrajzi szélességgel. Lehetne ennek oka a centrifugális erő fellépte, vagy a Föld ellipszoid alakja, vagy az, hogy a sarkokon a hideg légtömegek sűrűbbek és nehezebbek. Az inga lengésidejének változását a hőmérséklettel viszont megmagyarázza az inga hosszának változása. Nem világos azonban, hogy a több tűzrészt tartalmazó meleg víz miért könnyebb, amikor a melegített fémek nem lesznek könnyebbek, teljes elégetésükkor viszont súlyváltozást észlelünk. Mindenesetre a súly változásaiban a felhajtó erő is szerepet játszik, ezért valamely közegben a súly mindig relatív.

Mindezekre a jelenségekre adott magyarázatok közül Arisztotelészé már éppúgy elavult, mint Gassendi vagy Kircher nézetei a szimpátiáról. Descartes magyarázata már sokkal világosabb, de ezzel szemben is sok ellenvetést lehet tenni, mert a hidrodinamika helyes ismeretében a kartéziánus éter-hipotézis nem fogadható el, és mint egyedüli magyarázat nem kielégítő az sem, hogy az éter eredetileg Istentől nyerte mozgását. Az bizonyos, hogy a gravitáció oka nem a testekben van, mert a testek azonos gyorsulással esnek, tehát az ok maguktól a testektől független. Végül előadja saját véleményét: „a gravitáció nem más, mint a tehetetlen testeknek a Föld középpontja felé üzetése, amely abból a törekvésből származik, hogy az étermolekulák saját középpontjuk körül forogva a szabadabb térbe igyekeznek”. Ez a magyarázat valójában csak annyiban különbözik a kartéziánus elmélettől, hogy ott a gravitációt egyszerűen az éter nyomása okozza, itt viszont inkább az éter mozgásának reakcióerejéről van szó. Kéry maga is csak hipotézisként adja elő, amelyet azért talált ki, hogy ne kelljen a távolba ható erő fogalmát segítségül hívni, és fejtegetéseit a következő szavakkal zárja: „Azt kérdezed, ezek a magyarázatok csupán álmok? Ha álmok is, nem tudománytalan (inerudita) álmok, és nem mondanak ellent sehol a kísérleteknek, azt hiszem ugyanis, hogy olyan dolgokban, ahol közvetlen bizonyítékhoz nem lehet eljutni, inkább kell tudományosan (erudite) álmodni, mint az égeszről semmit sem mondani.”

Végső fokon ezután már az összes többi erő hasonló magyarázatot nyer, és mégis abban állapotodik meg, hogy az éterrészcskék forgó mozgásukat közvetlenül Istentől nyerték. Az éter maga is rugalmas, tehát amikor például egy szilárd test alakváltozást szenved, a forgó éterrészcskék gerjesztik a szilárd test részecskéit, mozgásuk gyengül, de mikor a test visszanyerte az alakját, azok is visszakapják az átadott mozgást. Hasonlóképpen a testek hőokoosza tágulását nem a pórusok kitágulása okozza, hanem az éter, illetve a tűzrészcskék hevesebb mozgása. Az étermozgás működik a kapilláris csövekben is. Az elektromos és mágneses vonzó és taszítóerőknél éppúgy tagadja a távolbahatás lehetőségét, mint a gravitációnál, és tudja, hogy a törvények között formai hasonlóság áll fenn (négyzetes törvény). Távolról sem nevezhető azonban következetesnek, mert hol tagadja az erőt, hol csak külső, hol csak belső erőt hajlandó elismerni. Kétségtelen azonban, hogy igyekezett a mechanikáról egységes képet adni, következetlenségei, helyenkénti zavarossága éppen a nem mindig sikeres összeegyeztetési kísérletekből adódnak.

Körülbelül hasonló véleményt mondhatunk a fényről szóló értekezésről is.

Kéry munkásságának jelentőségét azonban elsősorban nem is műveinek mondanivalójában kell keresni.

Igaz, hogy ezeket feltétlenül egy eredeti gondolkodó, kora fizikájában jártas tudós írta, de mégsem tekinthetjük Kéryt – gondoljunk csak az életrajzára – a szó mai értelmében fizikusnak. A Nagyszombatban tanító jezsuiták közül csak egészen kevésnek adatott meg, hogy egész életét egy vagy akár két tudománynak szentelje (Hell Miksa, Makó Pál, Horváth K. János). Könyvei mint fizikai dolgozatok egyrészt jellemzőek a korra, visszatükrözik a fizikán belüli megoldatlan problémákat, és bár még mindig erősen filozófiai színezettel, nem vitás, hogy e problémák már sokkal inkább fizikaiak, mint filozófiaiak. Másik, ennél még nagyobb jelentősége van annak a ténynek, hogy Nagyszombatba és Kassára, a jezsuita peripatetikus tudomány utolsó fellegváraiba most már vitathatatlanul betört az új fizika. Ha meggondoljuk, hogy Akai Péter munkájának utolsó kiadása még 1749-ben is megjelent, Kéry első tárgyalt dolgozata pedig 1752-ből való, akkor szembeűnő az az ugrásszerű változás, ami ilyen rövid idő alatt végbement. Kopernikusz, Galilei, Descartes vagy Newton nevét legfeljebb ócsárolva lehetett eddig kimondani, Kéry könyveinek lapjain pedig már a XVII. század e nagy szellemóriásai vitatkoznak, komoly, tudományos színvonalon. A frontáttörés megtörtént: soha többet nem lehet már Nagyszombatban az elavult régi színvonalat felújítani.

Kéry munkássága előzményének legfeljebb Lipsicz művét tekinthetjük; külföldi mintaképet nem találtunk. Ezeknek a munkáknak az ismeretében viszont nem kell már csodálkoznunk azon a mennyiségben, terjedelemben olyan gazdag tankönyvtermésen, amely Mária Terézia felszólítását az 50-es évek közepétől kezdve követte.

Három, illetve négy tankönyvről kell itt megemlékeznünk, amelyek 1755–1758 között jelentek meg, három Nagyszombatban, egy pedig Bécsben. Kéry műveit még nem tekinthetjük tankönyveknek, Mayr vagy Akai munkái pedig még kevésbé voltak azok. Most tehát tulajdonképpen elérkeztünk az első egyetemi fizikatankönyvekhez, és ebből a szempontból kell vizsgálnunk ezek jelentőségét.

A négy könyv (időrendben) a következő: Ádány András (1715–1795): A természetfilozófia első része, általános fizika (Nagyszombat, 1755); Jaszlinszky András (1715–1783): Fizikai tanítások első része; vagy általános fizika (Nagyszombat, 1756); Uő.: Fizikai tanítások második része; vagy különös (particularis) fizika (Nagyszombat, 1756) Reviczky Antal, (1723–1781): A természetfilozófia elemei. Első rész vagy általános fizika (Nagyszombat, 1757), és A természetfilozófia elemei. Második rész vagy különös (particularis) fizika (Nagyszombat, 1758). Volt még ugyanebből az időből állítólag Ivancsics János (1722–1784) professzornak is egy hasonló című munkája, de ennek nem sikerült nyomára bukkanni.

Mindhárom szerzőnek az életrajza tipikus jezsuita életrajz. Megfordultak az osztrák örökös tartomány és Magyarország több iskolájában, és néhány évet tanított mindegyik filozófiát, illetve fizikát Nagyszombatban, egymás után vagy egymás mellett. Könyve tartalmánál fogva hozzájuk sorolható a pozsonyi születésű Klaus Mihály is (1719–1792), aki azonban nemcsak azokon a helyeken tanárkodott, mint az említettek, hanem a bécsi egyetemen és a Theresianumban is oktatót fizikát. Bécsben megjelent könyvének címe: 'A természetfilozófiának vagy fizikának első tárgyalása, amely magában foglalja a testekről szóló általános tanítást', és 'A természetfilozófiának vagy fizikának második része, amely magában foglalja a testekről szóló speciális tant'.

A címek feltűnő hasonlatossága önmagában még nem jelentős, hiszen ebben az időben minden fizikakönyvnek valami ilyesféle címe volt. A megjelenési időpontok közelsége azonban már arra mutat, hogy vagy a korábbiak voltak a későbbiek mintái, vagy valamilyen közös minta után dolgoztak. Ez utóbbi látszik a valószínűbbnek, mert például a legkorábbi, Ádány András könyve – 640 oldalnyi terjedelme ellenére – csonka és még a generális fizika sincs befejezve, de amit a tervezett partikuláris fizika tartalomjegyzékében ígér, az szóról szóra egyezik Klaus és Reviczky ténylegesen elkészült *physica specialis*ának, illetve *particularis*ának

tartalomjegyzékével. Hogy pontosan melyik korabeli tankönyv volt a négy szerző közös mintája, azt nehéz megállapítani. Mert Ádány például senkit sem idéz mondván, hogy oly sokan vannak, másrészt azért, mert a többiek végtelen sok nevet sorolnak fel, közöttük az ismertebbek (S'Gravesande, Musschenbroek, Wolff, Boerhaave stb.) mellett ma már teljesen ismeretlen szerzőket (Hartsoecker, Tournefortius, Scheuchzer, Verdries, Pluchius, Purchotius stb.), akik között szép számmal akadnak protestánsok is. Szerepelnek az ismert jezsuiták (Athanasius Kircher, Caspar Schott, Riccioli, Scheiner, Grimaldi, Fabry, Regnault) mellett ma már szintén ismeretlenek is (Casatus, de Lana, Castel, Marchenius, Belgradus stb.), akiknek azonosítása a nevek legkülönbözőbb helyesírásai miatt nehéz. Valószínű, hogy az utóbbiak egyik műve volt a közös forrás. Ennek megállapítása azonban nem is lényeges.

Lényeges inkább az, hogy pontosan olyan könyveket írtak – vagy ha úgy tetszik – másoltak, mint amilyenek Ádány, Jaszlinszky, Reviczky és Klaus könyvei, mert ezekből mégiscsak kiolvasható, milyen álláspontot foglalt el a XVIII. század közepén egy nagyszombati fizikaprofesszor a korszak legégetőbb fizikai problémáival szemben. Mert hiszen, ha a művek nem is „eredetiek”, nyilván a szerzők olyan forrásokat választottak, amelyek szerzőinek véleményével egyetértettek. Sőt: éppen néhány lényeges kérdésben fogunk találkozni a többiektől, tehát a forrástól is eltérő állásfoglalással. Ha pedig ilyen egyáltalában van, ez azt jelenti, hogy e könyvek megírása mégis több volt egyszerű másolásnál: a szerzők alaposan átgondolták az átvett anyagot, önálló véleményeket is alkottak. És ebből mindjárt következik egy igen lényeges dolog. Ha megnézzük ugyanis a szerzők születési dátumait, azt látjuk, hogy az 1756–58-as években kb. egykorúak voltak, úgy a negyvenedik évük felé jártak. Mária Terézia rendelete 1753-ban jelent meg. Bármilyen jó véleménnyel is legyünk a korszak egy-egy jezsuita professzorának szorgalmáról, munkabírásáról, szinte elképzelhetetlen, hogy egy-egy ilyen óriási terjedelmű mű – hozzászámítva a szedés és nyomtatás idejét – mindössze 2–3, vagy még kevesebb év munkája lett volna. Inkább arra enged következtetni, hogy „a modern iránynak az előkészítése már évtizedek óta folyt”, és az egyetemi reform jó alkalom volt az addig talán csak az íróasztalban tartott skolasztikaellenes tudományt elővenni.

Hozzájárulhatott ehhez az ugrásszerűnek látszó fellendüléshez a fizikában annak a tilalomnak 1757-es feloldása, amellyel még 1616-ban az egyház megtiltotta Galileinek, hogy Kopernikusz rendszerét tanítsa, vagy védelmezze. Igaz, hogy Kopernikusz könyve és Galilei műve csak 1835-ben kerültek le a pápai indexről, de az említett tilalom feloldása – amely egyébként Bosovich Roger fáradozásainak eredménye volt – is már nagy felszabadulást jelentett. Most már lehetett legalább írni nemcsak a Kopernikus-kérdésről, hanem Descartes és Newton fizikájáról is.

Az említett eltérések száma azonban lényegesen kisebb e művekben, mint a hasonlóságoké. Éppen ezért semmi esetre sem érdemes velük külön-külön foglalkozni, mert mind formailag – szerkezet, beosztás szempontjából –, mind tartalmilag, azaz az azonos fejezetcímek mögötti mondanivalót tekintve majdnem teljes az egyezés. Végül pedig az összkép a szerzők általános állásfoglalását tekintve szintén egységes és jellemző mind a XVIII. század fizikájára általában, és a Felvidékre különösen. Mindebből az következik, hogy akármelyik könyvről is van szó, akármelyiknek egy-egy részletét ismertetjük, vagy idézzük, azt éppúgy vehettük volna a másik három közül bármelyikből.

Szerkezet, felépítés szempontjából az első a fizika felosztásának kérdése. A generális és speciális (vagy partikuláris) fizikára való felosztás, mint láttuk, akkor még elég általános volt. Nincs abban sem eltérés, hogy a speciális részben általában a négy elem szerint megy a tárgyalás, és feltétlenül idekerülnek (a végére) a természetrajzi részek (ásványtan, növénytan, állattan, esetleg embertan); a biológiai részek, Jaszlinszky-nél s Reviczky-nél a legrészletesebben, mintegy utolsó képviselői – lényegesen modernebb tartalmuk ellenére – a skolasztikus természetfilozófiának. Később a *physica particularis* egyre szűkebb teret kap, majd elsorvad, és mint „*historia naturalis*” külön tudományként (illetve tantárgyként) jelenik meg. Ez egyben azt is

jelenti, hogy a XVIII. század második felében megindul a tudományok differenciálódása, a filozófia uralma alól felszabaduló fizikával együtt válik önálló tudománnyá a kémia, a természetrajz, az ásványtan stb. Az ásványtanban kap általában helyet az elektromosság és a mágnesesség. Ugyancsak a speciális részbe kerül már – a múlt század gyakorlatától eltérően – a csillagászat, a világrendszerek, bolygók, üstökösök kérdése.

A generális fizika a test általános tulajdonságaival foglalkozik, és mivel ezek közé tartozik a mozgás, feltétlenül idekerül a mechanika, de meglehetősen hosszú és részletes módszertani bevezetés és filozófiai alapvetés után.

Tartalmilag, sőt túlnyomórészt sorrendben is a szóban forgó négy könyv tartalomjegyzéke (Ádányé a maga csonka formájában) nagyjából azonos. A különféle részek és fejezetek pontok szerinti felosztása még erősen magán viseli a skolasztikus örökséget, még akkor is, ha az azokat megtöltő tartalom már messze eltávolodott a skolasztikától. Ha az elnevezések különböznek is, az anyag beosztása lényegében mindegyik könyvben ugyanaz: Pars, Sectio, Articulus (Ádány); Disputatio, Pars, Articulus (Reviczky); Pars, Sectio, Caput (Klaus). Ez utóbbinál azonban az egyes fejezeteken belül még bőven akadnak propositiók, corollariumok, animadversiók, adnotatiók, axiomák. Mivel azonban ezekből így még nem derül ki közelebbi vizsgálat nélkül, hogy miről is van szó, az alábbiakban elsőnek Ádány töredék bevezetésének, „phísica generalis”-ának tartalomjegyzékét közöljük, mint aránylag a legrészletesebbet, majd összehasonlítjuk a másik hárommal, előre hangsúlyozva, hogy – ha van is fogalmazásbeli eltérés – a lényegben alig különböznek egymástól.

Előljáró (prolegomena) az egyetemes fizikához.

I. Sectio.

1. art. A természet általában, a természeti és a természetfeletti.
2. art. A fizika természete, minősége, tárgya és felosztása.
3. art. A fizika eredete, haladása, ahol is a különféle fizikai nézetekről (sectis).

II. Sectio.

1. art. A Kr.u. híresebb fizikai „szekták” (arisztotelianusok, platonikusok és újabbak).
2. art. A mai fizika legfontosabb segédeszközei: ehhez a tudományhoz szükségesek a pontos, kritikus megfigyelések.
3. art. A filozofálás általános törvényei, a hibák elkerülése a kísérleti fizikában.

Ennek megfelelő bevezetés Jaszlinszkynél:

1. §. A fizika természete, tárgya és részei.
2. §. A fizika változatossága.
3. §. A természettudományban követendő út.
4. §. A jelenségek megfigyelése és a kísérletek berendezése.
5. §. A természet vizsgálásának módja Newton szerint.

A hipotézisek használata

A megfelelő prolegomena Reviczkynél és Klausnál sokkal rövidebb, de náluk sem marad el a rendkívül részletes filozófiatörténeti áttekintés, csak részben beleolvad a következő, az egyes problémák lényegbe vágó tárgyalásába. Itt kell megjegyezni, mint a könyvek tartalmára jellemző sajátosságot, hogy minden egyes problémafelvetésnél a szerzők előbb ismertetik a különféle forgalomban levő nézeteket, majd azt követően fejtik ki saját véleményüket, amely – mint a végelemzésben látni fogjuk, kivétel nélkül – valamiféle eklektikus állásfoglalás

valahol Descartes és Newton között, néhány korabeli, azóta feledésbe ment nézettel színezve. Ezek a szerzők éppen azért alkotnak egy aránylag homogén csoportot, mert az egyes részletekben megnyilvánuló árnyalatnyi, sokszor ennél nagyobb eltérések ellenére, semmiképpen sem nevezhetők ortodox kartézianusoknak, de Newtont sem követik sok mindenben. A dogmatikus kartézianizmustól megvédi őket jezsuita voltak, az, hogy nekik mint jezsuitáknak nem volt alkalmuk megszokni a kartézianizmust mint hagyományt. A kartézianizmusból azonban ennyi is elég ahhoz, hogy ne legyenek kritika nélkül Newton követői.

Meg lehet még röviden említeni két könyvet, amelyeket kb. ebben az időben Prágában adtak ki. Az egyiknek a szerzője Antonius Boll (1721-?) jezsuita, a prágai egyetem tanára. A címe: 'Fizikai tanítások az akadémia hallgatóinak használatára. Általános fizika' – 1756-ban jelent meg. Ebben két, egymástól élesen nem elválasztott kötet van, míg a hozzá tartozó harmadik, a „Természethistória, vagy speciális fizika” című 1757-ben jelent meg. A másik Caspar Sagner (1721–1781) munkája 1758-ból, amelynek két első kötete filozófia, és csak a III. tartalmazza a fizikát. Ezeknek a tartalomjegyzéke, de tartalma is feltűnő hasonlóságot mutat az említett nagyszombati könyvekkel, bár a későbbi Sagner-féle könyv kissé elavultabb, mint akár a legkorábbi, Ádány Andrásé. E két könyv megerősíti előző állításunkat, hogy az örökös tartományokban az 1750–60-as években a Descartes–Newton-féle, illetve minden egyéb más nézetet magába foglaló eklekticizmus volt a jellemző. Mint mondtuk, az igaz forrás kikutatása szinte lehetetlen: az idézett külföldi mintákat nyilván felhasználták Nagyszombatban, Bécsben, Prágában egyaránt, de a Kérynél korábbi művet, amely ugyanazt az álláspontot tükrözné, ezek között sem találunk.

Ha visszagondolunk Mayr, Akai stb. műveire, érdemes egy pillanatra megállni és megnézni, mit is mondanak az első felvidéki egyetemi tankönyvek szerzői a fizikáról, a természet megismeréséről, az ezzel kapcsolatos módszertani kérdésekről, valamint hogyan értékelik a természettudományok addigi történetét.

Reviczky bevezetése például így kezdődik: a fizika „A filozófiának az a része, amely a természeti dolgok tulajdonságait, rendjét, törvényeit nemcsak kérdezi, hanem azokat nem kevésbé az elméből, mint a tapasztalathból vett érvekkel magyarázza is, megerősíti, bizonyítja. Mindig nagyon kellemes és nagyon hasznos, amennyiben az egész világnak a szövevényét adja, a dolgok csodálatos bonyolultságával elgyönyörködtet, de ugyanakkor mindazon mesterségnek (artium), amelyek az ember boldogságára szolgálnak vagy szülője, vagy dajkája”. Ha ezt a meghatározást egybevetjük még azzal a megállapítással, hogy „A tudás megszerzésében az embernek öt út áll rendelkezésére: a tekintély, a külső érzékszervek tanúsága, a belső tudat, a belső érzékelés és az érvelés” és, hogy: „Az állandó (constans) és biztos kísérletezés az elv a legnagyobb súlyú fizikusoknál”, akkor máris lemérhetjük a döntő változást a múlthoz képest. Előtérbe kerül a fizika hasznának, alkalmazásának a kérdése, a megismerés módozatai közül eltűnik a kinyilatkoztatás (Emlékezzünk vissza pl. Comeniusnál az írás, az értelem és az érzékelés), és megfelelő módszertani helyhez jut a kísérlet.

Még mielőtt az egyes részletkérdésekre rátérnénk, mint legrészletesebbet a tárgyalásmód jellegzetességére, bemutatjuk teljes egészében Reviczky könyve első részének tartalomjegyzékét.

Első disputáció: A test természete és belső elvei.

Első rész

A különféle szerzők rendszerei

1. art. A test természete

1. §. A régi szerzők véleménye a test természetéről

2. §. Az újak véleménye a test természetéről

3. §. Leszögeztetik a vélemény (statuitur sententia)

2. art. A testek első elveire vonatkozó különböző vélemények

3. art. Metafizikai rendszerek

1. §. Pitagoreusi rendszerek
2. §. Szókratész és Platón rendszere
3. §. Leibniz rendszere
4. §. A peripatetikusok közönséges rendszere
4. art. Mechanikai rendszerek
 1. §. Anaxagorász és Ptolemaiosz rendszere
 2. §. Az atomisták rendszere
 3. §. Descartes rendszere
 4. §. Newton rendszere
 5. §. Digby rendszere
5. art. Fizikai rendszerek
 1. §. Az elemek rendszere
 2. A kémiai rendszer

És ez így megy végig minden egyes felvetett kérdésnél: éter, vákuum, anyag, forma; majd (Második disputáció) a testek első tulajdonságai következnek: mennyiség, kohézió, oszthatóság; a test belső mozgásai hozzák létre a kémiai sajátosságokat, halmazállapotváltozásokat stb., és csak a harmadik disputációban kerül sor „A testek mozgására”, azaz a mechanikára.

Nézzük, hogyan vélekedik például Ádány az „ujak” rendszereiről, a XVII. század megújult fizikájáról:

„Alapjait elsőnek Galileo Galilei vetette meg, Etruria nagy fejedelmének kiváló matematikusa, aki lerázva a skolasztikában meggyökeresedett szolgaság igáját, szabadabb utat nyitott a fizikának”. Ő volt tehát a „mechanikai szektának” a megalapítója. „Ennek a szektának, amely már egész Európában elterjed, annyira szívén fekszik a mechanikai filozofálás módszere, hogy aki más úton akar haladni a fizikában már nem is számít a filozófusok közé”. Ádány csak ezekkel az új szektákkal kapcsolatban sorolja fel a régieket, szerinte öt mechanikai szekta van: Gassendi, Descartes, Newton követői, a kémikusok és az eklektikusok. Newtonról azt mondja, hogy megtömte a filozófiát sok matematikával, „amely ennek ellenére sokáig elfeledve maradt a sötétségben, vagy hallgatással elvetették.” Sajnálja, hogy Newton kiváló műveit a kezdők nem tudják olvasni. Itt látható, hogy Ádány jól látta a newtoni fizika gyors elterjedésének egyik nehézségét. Az is nyilvánvaló, hogy önmagát (és ez vonatkozik a másik háromra is, de Ádány mondja meg legvilágosabban) az eklektikusok közé sorolja, amely nem szekta, hanem „a szekták bírója”, ők eleve semmit sem fogadnak el, mindent megvizsgálnak, és végül annál maradnak, amit az igazsághoz legközelebb állónak találnak. Ezeknek a nyomait jó követni, „mert nem való a filozófusnak, hogy a természet által engedélyezett szabadságot szolgálással cserélje fel, amikor joga van választani.”

Pontosan ez a „mindent megvizsgálás” teszi ezeket a könyveket ilyen rendkívül terjedelmessé, pedig a bevezető fejezetekben még igen kevés a fizika. Érdekes azonban azt megnézni, hogyan sikerül a XVIII. századi jezsuitáknak az új fizikából kétségkívül levonandó materialista következtetéseiket a teológiával, jezsuita voltukkal összeegyeztetni.

Klaus Mihály a különféle fizikai rendszerekkel kapcsolatban előjáróban leszögez hat axiómát, amelyek alapján a különféle rendszerekből a leghelyesebbet ki lehet választani: Míg a II–V. axióma olyan szempontokat tartalmaz, hogy az a jobb rendszer, amely kevés elvvel többet magyaráz meg, nem ellenkezik a természettel stb., addig az első szerint elvetendő minden olyan rendszer, amely a teológiával ellenkezik. Világos, hogy ezzel kapcsolatban komoly nehézségek lépnek fel az értékelésnél, de szerzőnk igen ügyesen mászik ki a dilemmákból. Így például: csak a peripatetikus metafizika nem ellenkezik a teológiával, el kell ismernie, hogy a peripatetikusok helyesen filozofálnak, de ők a testeket metafizikusan és elvontan szemlélik, tényleges tulajdonságaikról nem tudunk semmit mondani, „és így a fizika rendszerében nem lehet helyük”. Leibniz nonadológiája idealizmusa miatt vetendő el, viszont világosan látja, hogy az atomizmussal kapcsolatban ismét meggyűlik a baja az I. axiómával, mert „Istentől függetlenül

semmi sem teremthető, és nem lehet öröktől való, sem végtelen”, tehát az atomok sem alkothatnak testeket Isten akarata nélkül, de Gassendinek sikerült e tantévedéseitől megtisztítani (azaz a kérdést megkerülni!), és így már nagyjából elfogadható. Minden egyéb idealista nézetet azonban a különféle világlelékről, rejtélyes elvektől szóló tanításokat stb. határozottan kizár a fizikából.

Lényegében a másik három szerző is valamilyen eklektikus, de határozottan mechanikus materialista nézetnél köt ki az egyes kérdésekben. Igen jól lemérhető tehát már a XVIII. század közepén a feudalizmus teljes felbomlásával végződő társadalmi változás, amely létrehozta a fizika fellendülését, de ugyanakkor hatalmas hatóerő volt az emberek átnevelésében, ha még a skolasztikán nevelkedett jezsuita tanároknál is határozottan fellelhetők egy materialista vagy legalábbis deista világnézet körvonalai.

Ennél többet nem is érdemes a könyvek filozófiai alapvetésénél időzni: bizonyos az, hogy – akár kimondják, akár nem – Berkeley vagy Malebranche szélsőséges idealizmusát éppúgy elvetik, mint Leibniz objektív idealizmusát. Helyzetükből viszont adódik a Descartes-éval, vagy ha úgy tetszik, Newtonéval erősen rokon dualizmusuk. Ateistát ebben a korban a Felvidéken hiába is keresünk, nemcsak a jezsuiták, hanem a protestánsok között is. Kétségtelen viszont, hogy az új természettudományos eredmények minden vonalon meghozzák a racionalizmus végső diadalát. Igen nagy szó tehát már a skolasztika egyöntetű bírálata, az atomizmus mechanisztikus-kauzális szemléletének legalább részbeni elfogadása és általában a tudományos világmagyarázatra való törekvés, annak éles szembenállítása a természetfeletti elismerő értelmezésekkel. Természetes az is, hogy ahol közvetlenül ütköznek egyházuk vagy rendjük dogmaiba, szabályaiba, ott a „kettős igazság” valamiféle kibúvóját keresik meg, és az is természetes, hogy mindez nem megy röviden vagy egyszerűen: a fizikára szánható oldalak megtelnek ezekkel a szétágazó, bonyolult, sok-sok történeti példával, analógiával megvilágított fejtegetésekkel, amikből körülbelül a következő, a természet megfigyelésével párosított racionalista filozófiai elvek szűrhetők le.

A fizikai test tőlünk függetlenül létezik. Alapvető, de nem egyetlen alapvető tulajdonsága a kiterjedés. Atomokból épül fel. Vég nélkül nem osztható, de a folytonosság látszatát kelti. Ezek az elsődleges tulajdonságok. Másodlagos fizikai tulajdonságai: rugalmasság, valamint mindazok, amelyeknek felsorolásával már Bayernél és másutt is találkozunk. A másodlagos tulajdonságok egyben „belső” tulajdonságok is. Ezzel kapcsolatban általában kémiai folyamatokról esik sok szó, keveredve a halmazállapotváltozások jelenségeivel. „Fizikai” – és „kémiai” jelenség éles elhatárolásáról természetesen itt még alig lehet szó, és megmutatkozik az is, hogy a XVIII. században sok főiskolán a kémiát kizárólag a hőtan keretében tanították, vagy megfordítva.

Abban is egyetért mindegyik szerző, hogy a test alapvető tulajdonsága a mozgás. Ezért a mozgásról szóló fejezet mindenütt elég nagy terjedelmet foglal el, de nem egészen egyforma az, hogy milyen problémák kerülnek be, és milyenek már nem, ez a szerzők elméleti állásfoglalásától függ.

Sajnos Ádány könyve befejezetlen, nem került sor 640 oldalon minden mechanikai problémára. Jaszlinszky viszont aránylag még nagyobb előkészítés után fog hozzá ehhez a fejezethez, mert ő már ’A fizikai test természetéről és elveiről’ című disszertáció második, mintegy száz oldalas részében tárgyal olyan kérdéseket is, mint: a tehetetlenségi és vonzóerő, a testek súlya, rugalmassága. Magáról a mozgásról (legalábbis ilyen címmel) elsősorban a harmadik disszertáció szól: öt szekcióban, amelyeknek §-ai már többet árulnak el a felvetődő problémákról, mint Ádánynál.

A negyedik szekció ’A testek mozgásáról a gépekben’ című, a statika alapelveiről és az egyszerű gépekről, az ötödik ’A folyadék egyensúlyáról, mikor egymás között és mikor szilárd testekkel együtt vannak’ címen a hidrosztatika és az úszás törvényeivel foglalkozik. A szerző által még idesorolt VI. szekció ’A testek belső mozgásáról’ viszonyt lényegében a már említett kémia, néhány hőtani kérdéssel keverve.

Ha viszont Jaszlinszky mechanikáját mai szemmel nézzük, abban nagyjából már felfedezhetjük a mai fizikakönyvek szokásos beosztását: kinematika, dinamika és statika (szilárd és cseppfolyós testekre nézve).

Reviczkynél a kémiai jellegű fejezet megelőzi a tulajdonképpeni mechanikát. Klaus sokkal szűkszavúbb tartalomjegyzéke ugyanezt a sorrendet tükrözi, de talán lényeges, hogy ő nem szentel a mozgásnak külön nagyobb részt vagy disszertációt.

Kérdés már most, hogy az azonos formai felépítés milyen mechanikát ad? Elsősorban azt kell megjegyeznünk, hogy annak ellenére, hogy a tartalomjegyzékben szerepel az „erő” vagy „erők” kifejezés, ez még távolról sem jelenti azt, mintha bármelyik szerző akár a tehetetlenségi, akár a vonzóerő newtoni értelmezését elfogadná. Ebből pedig azonnal következik, hogy az éter nélkül képtelenek a jelenségeket értelmezni, ezért az éter létezését mindnyájan elfogadják. Nem használják ugyan feltétlenül az „aether” kifejezést (még ha a tartalomjegyzékben néha szerepel is), hanem esetleg csak „ama igen finom anyagról” beszélnek.

Az erő newtoni fogalma nélkül ugyanis szükség van az éterre, mert az anyag önmagában képtelen a mozgásra, mozgást viszont csak más testtel való érintkezés útján kaphat. A világban állandó mozgásmennyiséget Isten közölte a teremtéskor az éterrel, tanítja Descartes. Ezt nagyjából már Kéry is elfogadja, de némi fenntartással. Ezt a fenntartást osztják Ádányék is, sőt hivatkoznak is Kéryre, amint ezt Jaszlinszky világosan ki is fejt. A gravitációról szóló különféle hipotéziseket ismertetve ezt írja: „66. hipotézis (amelyet nem tudok nem megemlíteni) Kéry Borgia Ferencé, az én egykori filozófia professzoromé, aki a mi tartományunkban három egyetemen tanított teológiát... a mi egyetemünk rektora volt... és kiváló fizikai értekezéseivel halhatatlan nevet szerzett magának. Azt elismerte, hogy az éterrészecskéknek csak az a mozgása van, amelyet maga isten adott nekik kezdetben, és hogy azt saját középpontjuk körül forogva megtartják, és a mi Földünknek és a tehetetlen testeknek a nehézségét ezeknek a Föld középpontja felé való törekvéséből magyarázza, mert a középpontjuk körül forgó éterrészecskék a szabadabb térbe igyekeznek kitörni.

Nem egészen világos azonban – mint ahogy Kérynél sem volt az – miben tartják mechanikai felfogásukat Descartes-étől különbözőnek. Szívesen idézik Newton véleményét a hipotézisekről és hivatkoznak arra, hogy igen nagy tudósok sem szégyellik bevallani, hogy az erő, erőhatás mibenlétéről keveset tudnak. Ádány például azt írja, hogy a rejtély talán sohasem fog megoldódni, mert például a skolasztikusok, akik „minden nehézségből egy szóval kihúzzák magukat”, az erőre is egyszerűen a „kvalitás”-t húzzák rá, de ez csak olyan, mint az alap nélküli épület. Az ő véleménye szerint a közlés módja: az impetus (impulsus és nem az Arisztotelész-féle impetus!); egyenlő lévén mv -vel, amelynek tényezői ugyan elválaszthatatlanok egymástól, mégis m nem közölhető csak v , vagyis az erőhatás egyenlő sebességhatással.

Legrészletesebben és talán a legkiforrottabban foglalkozik az éter, tehetetlenségi erő, gravitáció mibenlétével Klaus Mihály, de Reviczky egy évvel későbbi könyve is lényegében ugyanazt tartalmazza, míg a korábbiak, Ádány csonka mechanikája és Jaszlinszky már ismertetett nézetei szintén helyet kapnak.

Klaus mechanikai fejezetének bevezetése ismét rávilágít arra is, hogyan vélekedett a XVIII. századi tankönyvszerző a matematika szerepéről: Már Arisztotelész megmondta, hogy aki nem ismeri a mozgást, nem ismeri a természetet. Mégis a filozófusok évszázadokon át elhanyagolták, nem csoda, ha nem volt fizika. Most azonban az újabbak, elsősorban Galilei, a matematika segítségével kiművelték, a régiek közül azonban csak Arkhimédész értett hozzá. Ő is matematikailag fogja tárgyalni, de „olyan mértékletességgel”, hogy azért a tárgyalás ne legyen „filozófia híján”.

Ez azután meg is történik, a mértékletességben valóban nincs hiány, mert csak az egészen egyszerű képletek ($c=s/t$), arányok, elsőfokú egyenletek szerepelnek.

Három alapvető tulajdonsága van minden mozgásnak: a determinatio (irány), a celeritas (sebesség) és a quantitas (mozgásmennyiség). Ez utóbbi neve lehet még impetus, momentum

solicitationis (indító momentum), vis motrix (mozgató erő). Amint látható, a terminológiai zűrzavar még teljes. Érdekes, hogy Klaus ki sem írja képletben a mozgásmennyiséget, csak azt mondja, hogy ez „a mozgó test ereje (vis) vagy törekvése (nisus), amelyet a tömegből és a sebességből kell kiszámítani”, ezekkel egyenesen arányos és: „Ezért a mozgató ereje vagy momentuma bármilyen kicsi testnek egyenlő lehet a legnagyobbak a momentumával, ha ti. az annnyival sebesebben megy, ahányszor ennek tömege a másikénál nagyobb”. Innen származik a mechanika legfőbb elve, ezért lehet kis erővel (most potentia) nagy terheket (pondus) felemelni, mert „a sebesség kiegyensúlyozza az erőket” (celeritate vires compensante).

Ezzel szemben „eleven erőnek (vis viva) nevezzük azt, amikor a test valóban mozog”. Ilyen eleven ereje van például a Föld felé eső testnek, míg „a halott erő” (vis mortua) az, amellyel a test mozgás nélkül mégis mozgásra törekszik”. Ennek még ilyen nevei vannak: vis initialis (kezdeti erő), conatus, nisus ad motum actualem. (Kísérlet, törekvés a valóságos mozgásra). Ilyen erő van például a fonálon függő golyóban.

Látható tehát, hogy ha fogalmilag vagy matematikailag nem is tisztázott még a mozgási és helyzeti energia mibenlétének különbsége, elég világosan állt a fizikusok előtt már a XVIII. század közepén. Azt is látták, hogy ezek az „erők” (persze valójában a mozgásmennyiség, illetve a sebesség) vektorok, mert a több erő hatására létrejövő mozgás különféle aszerint, hogy ellentétes, egyirányú vagy egymással szöget bezáró erők hozzák-e létre.

A tartalomjegyzékek szerint mai fizikakönyvek mechanikai fejezeteiről is lehetne éppúgy szó, mint Fischer Dánieléhez hasonló (ld. köv. fejt.) kartézianus mechanikáról. Klaus azonban – ő az egyetlen, aki ezt határozottan kimondja, a többiek csak céloznak rá – elárulja, miben nem tud egyetérteni Descartes-tal. Igaz az, hogy minden mozgás első oka (causa efficiens) az Isten, az is igaz, hogy Isten elsősorban az éternek, mint legfolyékonyabb, legkönnyebben mozgó anyagnak adott mozgást, és így a legtöbb mozgás eredete az éterrel való érintkezés, nyomás vagy ütközés útján jön létre, de mégsem Isten az egyetlen ok. A mozgásállapot változtatására csak külső ok képes, de ez sem a newtoniánusok rejtélyes „erő”-je, sem az anyag eredeti sajátossága, mint azt az atomisták tanítják, mert a testi szubsztancia önmagában képtelen a mozgásra. A külső ok tehát: szellemi szubsztancia, például az emberi lélek, amely szintén képes mozgás létrehozására. Ezért nem lehet igaz a világ mozgásmennyiségének állandóságára vonatkozó kartézianus tétel sem.

Alapjában véve nem szabad meglepődnünk a jezsuita fizikusoknak ezen a visszatérésén a szellemi szubsztanciához. A XVIII. században minden mechanisztikus elméletben, Newtonnál, Descartes-nál, az atomistáknál el van rejtve valahol az „első mozgató”, az Isten, amely valamikor a teremtéskor elindította a világot. Akár úgy, hogy vonzóerőt plántált a súlyos testekbe, akár úgy, hogy az éter kapott meg minden mozgást, akár úgy, hogy minden rendelkezik a mozgásra való készséggel. Ez az első ok, az Istenség azonban meglehetősen könnyen leválasztható a mechanisztikus elméletekről, és csak bizonyos végső okok keresésekor bukkan esetleg elő. Ezért is (nemcsak metafizikája miatt) „ateista” Descartes a különböző egyházak szemében, és ezért lehetett Newton a XVIII. század materialista, ateista filozófiájának megalapozója. Innen származik az is, hogy a XVII. század deizmusa, amelyben lényegében a természeti törvény azonosul az Istennel, kevésbé akadályozza a természettudomány fejlődését, mint bármelyik idealista irányzat. De a jezsuita szerzetes csak ritkán juthat el a deizmusig.

A jezsuita szerzetes ui., aki először meri tankönyvbe szedni mindazt, amit az új természettudomány az emberiségnek adott nyilván nem fogadhatja el következetesen egyik „ateista” elméletet sem, hanem további engedményt kell tennie a vallás felé. Ha a mozgásnál az istenen kívül (ami könnyen elhagyható lenne) más szellemi szubsztancia is hat, akkor már nem érvényesül olyan közvetlenül a materialista szemlélet, és nem érheti a szerzőt az a vád sem, hogy egyetért a forradalmi világnézetet hirdetőkkel. Ennek ellenére sem kerülünk ellentmondásba azzal az állításunkkal, hogy ezek a jezsuita tankönyvszerzők lényegében nem állnak túl messze a materializmustól, mert sem a mozgás első oka, sem az újabb mozgást létrehozó szellemi

szubsztancia nem túlságosan zavarják meg az egész fizika felépítését. Mechanikájuk változatlanul és a fenti korrekciótól függetlenül átmenet marad Descartes és Newton mechanikája között.

Így a tehetetlenség elve, mint a mozgás első törvénye mind Descartes-nál, mind Newtonnál körülbelül egyformán hangzik (tudjuk, hogy első megfogalmazása Galileinél található), de már a tehetetlenségi erő fogalmában sem Klaus, sem társai nem értenek egyet Newtonnal. A tehetetlenség szerintük semmi esetre sem lehet pozitív tulajdonság (virtus positiva), ez csupán az erő hiánya. A mozgás második törvényét azután hol Descartes-tól, hol Newtontól veszik, hiszen az Newtonnál is a kartézianus fizika középpontjában álló mozgásmennyiségre vonatkozik. Végül az akció és reakció elvét valamennyien elfogadják. A formális egyezés még a gravitáció kérdésében is megvan, csupán az erő fogalma általában és a gravitációs jelenségek oka az, amiben nem értenek egyet Newtonnal. Az „erő” szót a legkülönbözőbb formákban használják, de közelebbi vizsgálat után mindig kiderül, hogy az éternek valamilyen behatásáról van szó.

A gravitáció, illetve a súlyos testek mozgása okának tárgyalását ismét Klaus szerint adjuk, de éppúgy választhattuk volna Jaszlinszkyt, vagy Reviczkyt (Ádányánál ez már nincs meg). Ebből a szempontból tanulságos az is, hogyan foglalja össze Klaus történetileg a különféle nézeteket. Szerinte a fizikusok véleményük szerint három főbb csoportba oszthatók: I. Azok, akik a test természetében keresik a gravitáció okát. Ide tartoznak a peripatetikusok, atomisták, newtoniánusok. Ezek között olyanok is vannak (mint maga Newton is), akik nem kutatnak semmiféle ok után, csak matematikailag foglalkoznak a törvényekkel. 2. A kartézianusok az éter örvénylő mozgását tekintik a gravitáció okának, míg 3. mások (pl. Regnault) egyenesvonalú mozgást tulajdonítanak az éternek, és így magyarázzák a testekre lefelé gyakorolt nyomás felléptét. De – szögezi le ezek után Klaus – „a testek nehézségének oka nem maga a természete a testnek, vagy valamilyen belső entitás, vagy minőség, amelynek következtében a testek a Föld felé esnek, vagy belülről az esésre törekednek, sem a vonzóerő, mint egyes newtoniánusok gondolják, sem a Földből kitörő atomok serege Gassendi szerint, sem Wolff véleménye szerint a forgómozgás”. Érdekes, hogy a vonzóerő ellen csak azzal érvel, hogy a gravitáció nem azonos a mágneses vonzóerővel (amely szintén az éternek valamilyen hatása).

De nem helyes a 2. csoportba tartozók véleménye sem, örvények nincsenek, mondja a II. propozícióban. Saját nézetét viszont már nem mint propozíciót, hanem csak mint hipotézist adja elő, amely Kéryéhez hasonlít leginkább, csak Klaus részletesebben kifejti.

A gravitációt a finom anyagnak, amelyet ő „materai gravificanak” nevez, egyenesvonalú rezgésmozgása okozza. Ezzel szerinte minden jelenség jól és helyesen értelmezhető. Ez az anyag nem azonos a fényvel, igaz, hogy így ismét szaporodik a levegőnél finomabb anyagok száma, de nem lehet vele azonos, mert akkor nappal az anyag nyomása kétszer akkora lenne és a sebesség is kétszer akkora növekedne.

Ez a fényt hordozó étertől különböző „materia gravifica” talán először Lomonoszovnál jelenik meg 1741-ben, valószínű azonban, hogy Klaushoz már valamilyen közvetítőn keresztül jutott.

Ami tehát az ezen könyvekben foglalt mechanikák elvi alapjait illeti, röviden azt mondhatjuk: a jelenségek tapasztalati és matematikai leírására elfogadják a newtoni dinamikát, de az értelmezésnél inkább egy kissé módosított, végső következtetéseiben az idealizmus felé hajló kartézianizmust vallanak. A részletekben azonban, például az ütközésnél, meglátják már a Descartes által elkövetett hibákat.

Némiképpen más a helyzet a mechanikának a gyakorlatibb kérdésekkel foglalkozó fejezeteinél: merev testek statikája, egyszerű gépek, hidrosztatika, a mozgás akadályai és némi hidrodinamika.

A statika volt mindig a mechanika legkidolgozottabb, legrégebben művelt területe. Mégis aránylag itt történt a legkevesebb új is. Arkhimédész felfedezéseit Stevin újította fel, és csak a

matematikai fizika kialakulásával, tulajdonképpen már a XIX. században fejlődött annyira, hogy a mérnökök a gyakorlatban hasznát vehették. Ezért e XVIII. századi tankönyvekben (a többiben is) többé-kevésbé ugyanabban a fogalmazásban találkozunk a statika egész problematikájával.

Nézzünk például, milyen kérdésekkel foglalkozik a legrészletesebb tartalomjegyzéket adó Reviczky 'A mechanikához tartozó mozgások' című fejezetben.

1. Néhány előzetes fogalom
2. A statika elvei és eszközei
3. A gépek
 1. §. Első fajú gépek (emelő típusú egyszerű gépek)
 2. §. Másodfajú gépek (lejtő típusú egyszerű gépek)
4. A hidrosztatika elvei és törvényei
 1. §. A folyadékok mozgásának elvei
 2. §. A folyadékok egyensúlyának törvényei
 3. §. Az egyensúly törvényei folyadékok és szilárd testek esetén
5. A folyadékok mozgása hajszálcsövekben
 1. §. Mások véleménye
 2. §. A vélemény kifejtése

Ezeken a területeken – mint mondtuk – Arkhimédész óta nem sok történt, mert az ókor és a középkor társadalmá kevésbé igényelte a gépek tökéletesedését. A XVIII. században még a főképpen matematikusok által elért új eredményekből kevés jutott el a tankönyvekbe, de hogy a tankönyvszerzők is sejtették már, hogy az új fizika a technikát is meg fogja változtatni, az kitűnik Reviczkynek a statika bevezető fejezetében mondott szavaiból.

Amikor a filozófusok – mondja – a súlyos testek mozgását tanulmányozták, ezekből az emberi élet megkönnyítésére vontak le következtetéseket. Majd e törvényeket megfontolva, mérlegelve „a legnemesebb, leghasznosabb tudománynak, a mechanikának kezdeteit vetették meg, amely erőink gyengeségét különféle gépi szerkezetek megalkotásával a legnehezebb testek felemeléséhez és mozgatásához nagyban hozzásegíti”.

Nézzük most, milyen fogalmakkal dolgozik. Csak a legszükségesebb helyeken alkalmaz képleteket és csak az elemi matematikát.

Potentia: bármely mozgás oka, azaz – mai szóhasználattal, mint a tárgyalásból kiderül – az erő.

Pondus: amit a potentia mozgat, vagy ami a mozgásnak ellentéte, tehát szó szerinti fordításban is megfelel a mai „teher” szóhasználatnak. Már előzőleg a gravitációról szóló fejezetben kifejtette, hogy gravitas és pondus között éles különbséget kell tenni. A gravitas (nehézség) a középpont felé húzó erő, míg a pondus „az akadály, amellyel a test a mozgásnak ellenszegül” (obstantia motui corpora urget).

Momentum: A gravitáló tömeg ereje (vis massae gravitantis).

Aequilibrium (egyensúly): a momentumok egyenlősége.

Látható tehát, hogy a nyomatóktétel megfogalmazásához már rendelkezésére állnak a megfelelő mennyiségek, csak az jelent némi problémát, mint minden kortársnál is, hogy az „erő” fogalommal meglehetősen szabadon bánik. Nyomaték, teher, hatóerő, sőt a mozgásmennyiség, munka (eleven erő), ezek mind erők, mégha felváltva a „vis” vagy „potentia” szókat is használják. Pedig Reviczky e korban még aránylag szokatlan precizitással törekszik a fogalmak éles elhatárolására. Így például nyomatékosan felhívja a figyelmet, hogy nem szabad a következő 4 fontos pontot egymással összetéveszteni: 1. Centrum gravium (a súlyos testek középpontja): ahová a súlyos testek igyekeznek. 2. Centrum gravitatis (súlypont): ez lehet a testben, vagy azon kívül, és olyan tulajdonságú, hogy a test körülötte levő részeinek a súlya egyenlő. 3. Centrum magnitudinis v. figurae (a nagyság v. alak középpontja = geometriai középpont): amelyen keresztül a test két egyenlő részre osztható. Csak homogén testeknél esik össze a súlyponttal, mert a súlyvonal csak két egyenlő súlyú, de nem (geometriailag) egyenlő részre osztja a testeket.

4. Centrum motus (a mozgás középpontja: forgáspont) az a mozdulatlan pont, amely körül a kiegyensúlyozott terhek mozognak.

Ezek után a statika alapvető célja, hogy az egyensúly megállapításához a mozgásmennyiséget, mint a tömeg és sebesség szorzatát levezessük. Miután azt már előzőleg megmutatta, hogy a tömeg arányos a súllyal, azt mutatja meg, hogy a sebességnek arányosnak kell lennie a forgásponttól való távolsággal.

AB test nem futhatja be a BD ívet, ha ugyanazon idő alatt az A test is el nem megy C-be (kényszermozgás). Mivel a körívek arányosak a sugárral, B sebessége pedig a DB ívvel, A-é az AC ívvel arányos, tehát állítását igazolta, a sebességek a BE, illetve AE távolságokkal arányosak. Azaz mai szóhasználat szerint a teher és az erő karjaival. Lényegében tehát forgatónyomaték helyett jogosan használja az mv szorzatokat. A „kar” kifejezést azonban csak a mérlegek ismertetésére használja. Egyébként az egyes géptípusoknál már nem vezeti le az egyensúlyt, igen rövidre fogja a tárgyalásukat, mondván, hogy kezdőknek ennyi is elég.

Jaszlinszky és Klaus tárgyalása terjedelem, kifejezések és ábrák szempontjából szinte szóról szóra azonos, Ádánynál sajnos ez a rész már hiányzik.

Természetesen a matematikának ilyen minimális alkalmazása mellett nem is várható az elveknek részletesebb kifejtése, és ebből már az is következik, hogy a hidrosztatikában sem kapunk néhány régóta ismeretes, túlnyomórészt csak kvalitatív megállapításnál (Arkhimédész elve, nyomás minden irányú kiterjedése, esetleg közlekedő edények) többet. A statikában Descartes hatása csak annyiban nyilvánult meg, hogy a nyomatéki tételt igyekeznek a sebességekkel kifejezni, de ez nem kartézianus fizikusoknál is szokásos volt. Viszont a hidrosztatikában, Tókéhez hasonlóan a folyadékokban uralkodó jelenségeket, így például a kapillaritást az éternyomásra igyekeznek visszavezetni, mert kohéziós és adhéziós erőket éppoly kevésbé hajlandók elfogadni, mint más vonzóerőket.

A sűrűdés még egy olyan kérdés, amelynek vizsgálata gyakorlati szempontból is fontos. A XVII. században a sűrűdással kapcsolatban az a nézet uralkodott, hogy a sűrűdés a sűrűdő felületek nagyságától is függ. Amontons mutatta ki 1699-ben kísérletileg, hogy ez a nézet téves. Kísérletét többen megismételték, elméletileg pedig Leibniz és Parent próbálták igazolni, Reviczky és Jaszlinszky azonban ezt egyszerűen nem hiszik el, nem mintha nem ismernék Amontons kísérletét. Reviczky vitába száll vele, mondván, hogy amint nagyobb nyaláb vesszőt nehezebb eltörni, mint kisebbet, nagyobb felületen több a bemélyedés és kiemelkedés, tehát a sűrűdés is nagyobb. A másik ilyen nehezen tisztázódó probléma a közegellenállás. Itt is csak az általánosságokig jutnak el, kvantitatív megállapításokat még nem látnak lehetségesnek. Jaszlinszky ugyan jól látja a közegben haladó test aljának fontosságát, sőt egy kis kísérleti berendezést is bemutat ennek szemléltetésére. Azt is tudja, hogy a madarak repülésében milyen szerepe van a közegnek és azt, hogy az ember repüljön, azért tartja lehetetlennek, mert az emberi erő nem lenne elég a méreteire szabott szárnyak mozgatásához.

A sűrűdésről már csak azért sem alkothattak maguknak egészen helyes fogalmakat, mert a sűrűdésnél végbemenő összes fizikai jelenségek még akkor távolról sem voltak világosak, hiszen sok kérdés még sincs véglegesen tisztázva. A mozgásmennyiség állandóságának tételét például Ádány is, Jaszlinszky is többek között azzal cáfolja, hogy szemünk láttára igen sok mozgás elvész, például a rugalmatlan ütközésnél, de a sűrűdésnél is.

Pedig a sűrűdésnél fellépő hő jól ismert volt a XVIII. század fizikusai előtt, mégis – a dolog természetéből kifolyólag – az energia-elv nélkül nem alakulhatott ki következetes hőtani felfogás. Még Blacknek a hőanyagon alapuló, tévesnek bizonyult, de kvantitatív és igen hasznos elmélete sem nevezhető következetesnek.

Először is mai értelemben vett hőtant és fénytant hiába keresünk ezekben a könyvekben. Ezek elszórva, részben a generális, részben a partikuláris részben kerülnek tárgyalásra más és más szempontok szerint, erősen keveredve fiziológiai részletekkel.

A dolgot különösen bonyolítja, hogy a négy elem szerinti tárgyalást is megtartja mindegyik szerző, másrészt, hogy a tűz-fény-hő kapcsolat – mint Kérynél is láttuk – elég nagy problémát okoz.

Ezért bizony nem könnyű kibogozni a hőtani és fénytani nézeteket. Könnyebb dolog megállapítani, hogy a jelenségeket, legismertebb kísérleteket, kísérleti eszközöket valamennyien jól ismerik, ezt mutatják az egészen szép, bár kissé zsúfolt ábralapok is. Elméleti vonalon viszont meglehetősen nagy még a zűrzavar: valami elég bonyolult atomisztikus elképzelésben kavarnak hol az éter-, hol a tűz-részecskék, hol valami egyéb rejtélyes effluviók (például a szublimációnál), de Reviczky azt a nézetet is hangoztatja, hogy a fagyáshoz okvetlenül sőrészecskékre van szükség. Összefüggő elmélet semmiképpen nem hámozható ki az egyes kérdések körül folyó vég nélküli vitákból. Kétségtelen azonban, hogy ezek az évek a hőtán történetének legzavarosabb korszakára esnek, és nem csoda, hogy a szerzők nehezen tudnak eligazodni a spekuláció és kísérleti tények összevisszaságában. Annyit még jegyezzünk meg, hogy Klaus már ismeri a flogiszton-elméletet, és nem fogadja el: az égéshez elegendő a tűzrészecskék igen heves mozgása. Érdekes ezenkívül idézni Klausnak egy igen érdekes megjegyzését: „A megszilárdulásig menő kristályosodást méltán említhetjük, amikor ui. a vízben sókat oldunk fel, és a víz fele elpárolog, majd az edényt hideg helyre tesszük, a sók kis sokszögletű kristályokká nőnek.” Ebből nyilvánvaló – vonja le a következtetést Klaus –, hogy a folyadék-részecskéknél is határozott alakokkal kell rendelkezniük, különben nem szilárdulhatnak meg.

A fénytana vonatkozó nézetekben nagyjából igyekeznek megtartani Descartes-ból amennyit lehet, de Newton kísérleteit sem tudják figyelmen kívül hagyni. Az éterrészecskék mozgását tehát nem vetik el, de hangsúlyozzák, hogy nem forgó, hanem rezgő mozgásról van szó, és ezzel lényegében Lomonoszov és Euler felfogásához közelednek.

A speciális (vagy particularis) fizika első részét, mint mondtuk, a világrendszereknek, általában a csillagászatnak, égi mechanikának szentelik. És bár – a különféle elméletek részletes ismertetése után – elismerik, hogy Kopernikusz rendszere az egyedül ésszerű, nyíltan mégsem döntenek. Inkább arról van szó, hogy a vita elveszítette élességét, intenzitását. A szerző úgyis tudja, hogy az olvasó milyen következtetést fog levonni, miért kerülne bajba nyílt kiállással?

Nézzük végül, hogy az új tudományterületen, az elektromosságban történt-e előrehaladás (Erdélyben Tőke István írt 1736-ban erről).

Terjedelemben, tartalmilag körülbelül itt is egyezik a három szerző véleménye. A mágnesesség kérdésében nem jutnak tovább a kartézianus nézetnél. Az elektromossággal kapcsolatban pedig azt hangoztatják, hogy itt olyan csodálatos jelenségekről van szó, amelyeknek még nincs megfelelő magyarázatuk. Klaus megemlíti Nollet elméletét, és megjegyzi, hogy azt „már majdnem mindenki elfogadta”. Mindezek után tehát a „Propositio”: „A borostyánkő ereje, általában az elektromosság nagyon valószínűen értelmezhető a mindent betöltő, folytonos éterfolyadék által, amely az elektromos test részecskéivel elkeveredve, mint egy kettős folyadék részben kifolyik széttartó sugarak mentén az elektromos testből, részben összetartó sugarak mentén befolyik.” Ez lényegében tehát Nollet hipotézise, csak ő nem nevezte az elektromos folyadékot éternek. Mindenesetre Klaus hangsúlyozza, hogy ezen ki- és befolyás következtében a testeket „elektromos atmoszféra” veszi körül, amely nem lehet azonos a levegővel, ezt bizonyítja ugyanis a Torricelli (nála „Boyleanus”) úr fénye. Ugyanezt a nézetet osztja nagyjából Jaszlinszky is, de ő még azt is hozzáteszi, hogy az elektromos folyadék az elemi tűz és kénes részecskék keveréke. Egyébként is: tűznek és elektromosságnak a rokonsága vagy azonossága intenzíven foglalkoztatta a XVIII. század fizikusait, mint azt még látni fogjuk. Reviczky is elfogadja a Nollet-féle hipotézist, hangsúlyozva, hogy az elektromos folyadék nem különbözik a tűztől.

Az első egyetemi tankönyvek Nagyszombatban tehát mennyiségben igen nagy, színvonalban körülbelül a korszak megfelelő fizikaanyagát nyújtották. A fizika minden területén

még erősebben hajlanak Descartes felé, mint Newtonhoz, de már jól ismerik a newtoni fizikát. Vonatkozik ez elsősorban a mechanikára és a fénytana. A fizika nemrég feltárt területein, a hőtanban és az elektromosságban pedig visszatükrözik azt, hogy még milyen sok tisztázni, illetve felfedezni való van hátra.

Távolról sem szabad azonban azt hinnünk, hogy ezekben az években a kartézianus, vagy félkartézianus állásfoglalás volt csak meg a felvidéki tankönyvirodalomban. Alig telik el néhány esztendő, és megjelenik a newtoni fizika is, egyelőre annak egyik szélsőséges, a Boscovich-féle változatában.

A Boscovich-intermezzo: Makó Pál, Radics Antal

Az eddig tárgyalt jezsuita szerzőket sem életpályájuk, sem műveik alapján nem nagyon nevezhetjük fizikusoknak. Elsősorban jezsuita szerzetesek, akiket rendjük időnként a hároméves filozófiai tafolyam tanításával is megbíz egy-egy egyetemen vagy főiskolán, és ilyenkor fizikát is tanítanak. A jezsuiták közül igen kevesen vannak, akiknek élete nem ennyire „változatos”, elsősorban azok között, akiknek munkássága, vagy munkásságának nagyobb része már a rend magyarországi feloszlata (1773) utáni időre esik. A nagyszombati (illetve budai, majd pesti) egyetem, de más királyi főiskolákká alakult akadémiákon is, ezután éppen a legkiválóbb volt jezsuiták továbbra is professzorok maradhatnak.

Makó Pál (1724–1793) ezek közé a szerencsésebbek közé tartozott. 1741-ben lépett be a jezsuita rendbe, rövid ideig Nagyszombatban is tanított, majd a bécsi egyetemre került mint a filozófia professzora. Mária Terézia nagyhatalmú tanácsadója, van Swieten felfigyelt az ifjú professzorra, aki igen kiváló matematikus volt, és ezért 1766-ban megbízták a Theresianumban a fizika, a matematika és a mechanika előadásával. Ez utóbbit német nyelven adta elő. A jezsuita rend feloszlata után világi pap lett, és a királyné kinevezte bélei apátnak, váci kanonoknak és királyi tanácsosnak. 1777-ben pedig az akkoriban Budára átköltözött egyetemen a matematika tanára lett, és mint a bölcsészeti kar igazgatója is működött. Tevékenyen részt vett a Ratio Educationis létrehozásában. Ürményi József elgondolásait ő szövegezte meg végleges formában, és ő készítette el a hozzá tartozó utasításokat. Általában sokat dolgozott az oktatásügy megjavításán. Matematikai és fizikai munkássága igen gazdag. Ő írta az akkori Magyarországon az első felsőbb analízis tankönyvet, amely messze túljutott Magyarország és a Habsburg Birodalom határain. Rövidebb fizikai, mechanikai értekezései, különösen pedig a légköri elektromosságról írt latin nyelvű félig népszerűsítő könyve, amelyet Révai Miklós fordított magyarra, németül is megjelent, de Itáliában is kiadták.

Bár mint látjuk – a jászapáti születésű Makó aránylag rövid ideig működött csak Nagyszombatban, életművéről, főképpen tankönyveiről feltétlenül meg kell emlékeznünk a felvidéki fizika-irodalom ismertetése során. Fizikatankönyve fontos láncszem a newtoni fizika felvidéki elterjedésében, mechanikai és elektromos munkái pedig sok felvidéki szerzőnek szolgáltak mintaképül és ösztönzőül. Nem olyan jelentős egyéniség, de a vizsgálatból nem hagyható ki Radics Antal sem.

Nyilvánvaló, hogy az eddig ismertett fizikusok közül Makó a legképzettebb matematikus, és talán nem tévedünk, ha ebben látjuk az okát annak, hogy Makónak az előzőeknél csak néhány évvel később írt fizikatankönyve a fogalmak tisztázottságában igen nagy fejlődést jelent az előzőkhöz képest. Ez az első olyan tankönyv, amely már véglegesen szakít a kartézianizmussal, newtoni fizikát ad, sőt annak szélsőséges, Boscovich-féle változatát. Makó ezzel hosszú sorát indítja meg a fizikát Boscovich alapján tárgyaló tankönyveknek, igaz, hogy – mint látni fogjuk – az az erős hatás, amelyet Makó tankönyve tükröz, fokozatosan csökken. Lassan már csak a Boscovich-görbe rövid említésére szorítkozik, míg tárgya korszakunk végére el is tűnik.

Makó mellett még egy olyan tankönyvszerző van, aki olyan szorosan követi Boscovichot, mint ő: a horvát származású Radics Antal (1725/26?–1773), aki jezsuita tanár Nagyszombatban és Budán, majd 1769-től világi pap és plébános, két fizikai munkát is írt, amelyeket mind Boscovich elméletének ismertetésére szánt. Ezek a könyvek mintegy bevezetésül szolgálnak nagyobb terjedelmű (499 lap), a teljes fizikát tárgyaló, 1766-ban megjelent 'Fizikai tanítások hallgatói használatára írva' című tankönyvéhez. Ez az utóbbi tankönyv azonban szinte szóról szóra egyezik Makó fizikatankönyvével: 'Fizikai tanítások összefoglalása, amelyet hallgatói használatára írt...', amely ugyan mint kétkötetes munka valamivel terjedelmesebb (417, ill. 347 lap), mint Radicsé, de éppen magával a Boscovich elmélettel Radics foglalkozik részletesebben.

A különféle dátumokat egybevetve nem lehet egész bizonyossággal megállapítani, hogy Radics és Makó közül melyikük ismertette először Boscovich elméletét. Lehet, hogy mind a ketten Boscovich eredeti munkáját használták fel, vagy K. Scherffer (1716–1783) jezsuita szerzőnek Makóéval azonos című munkájának valamelyik kiadása volt a forrás. Scherffer Boscovich személyes barátja volt, és nagy műve első bécsi kiadását is ő rendezte sajtó alá. Az is bizonyos azonban, hogy Radics Makó fizikájának régebbi kiadását – mint ő maga is írja – forrásul használta tankönyvéhez. Makó szélesebbkörű matematikai és fizikai munkássága is arra mutat, hogy Radics vett át sok mindent Makótól és nem megfordítva. Annál is inkább, mert az akkor még Bécsben élő Makóhoz könnyebben és hamarabb is jutottak el Boscovich vagy követőinek új művei, mint Radicshoz Nagyszombatba, illetve Budára.

Ha tehát Radics tankönyve nem is túlságosan eredeti, mindenesetre elismerésre érdemes vállalkozás volt egy teljesen új elmélet részletes kidolgozását összefoglalni. Mivel azonban a két tankönyv, Radicsé és Makóé között még talán ennyi eltérés sincs, mint az előzőekben ismertetett négy tankönyv között, indokolt, hogy a két könyv anyagát együtt ismertessük.

Makóék fenntartás nélkül elfogadják Boscovich elméletét, és azt fejtik ki igen világosan, ebben sokszor felülmúlva magát Boscovichot.

Már az is feltűnő, hogy ezek a szerzők nem jelölik meg külön generalis és particularis jelzőkkel a fizika egyes részeit, bár a szétválasztás itt tartalmi szempontból megvan. Ellentétben ugyanis az évszázados szokással, a tárgyalás nem a szokásos, főképpen filozófáló spekulatív bevezető fejezetekkel (a testek általános tulajdonságai stb.) kezdődik, hanem: „A természetben létező erők”-kel, és erre az elméletre épülnek a testek általános tulajdonságával kapcsolatos megállapítások: oszthatóság, áthatolhatatlanság stb. Az egész első rész, illetve (Makónál) kötet szisztematikusan és logikusan felépített mechanika, amely magában foglalja az elég magas színvonalon tárgyalt égi mechanikát is. Ez eddig a többi fizikákban a speciális részben volt. Nem egészen világos, hogy miért, talán azért, mert a skolasztikusok a „földdel”, mint elemmel kapcsolatban tárgyalták. A speciális rész rendszerint a négy elem szerint oszlott fel, a kartézianusok viszont az éterrel kapcsolatos jelenségeket sorolták ide, és az égitestek mozgása náluk az éter örvényeinek következménye. Mindenesetre a Boscovich–Radics–Makó-féle felosztás igen nagy lépés az elméleti tisztázottság felé, bár kétségtelen, hogy a newtoni dinamika legszélsőségesebb, már az idealizmusba hajló változatát képviseli, mivel erőket tárgyal, mozgás és testek nélkül. A későbbi szerzőknél – mint mondtuk – a Boscovich-elmélet maga lassanként el is halványul, a felosztás megmarad, és lényegében a mai fizikakönyvek is hasonló menetet követnek. Talán csak azzal a különbséggel, hogy nem a dinamika tárgyalásával kezdik, itt azonban, mivel minden fizikai tétel a Boscovich-féle erőfüggvényre épül, ez elengedhetetlen. Álljon itt tehát kivonatosan ennek az első résznek a tartalomjegyzéke (Makó könyvéből):

I. Exercitatio (Fejezet): A természetben létező erőkről, azok törvényeiről, keletkezéséről és a testek általános tulajdonságairól.

1. A természetben létező erők

2. Két anyagi pont között működő erők törvénye

3. Ugyanez a törvény több anyagi pontra alkalmazva

Az 5–6. pont a testek említett tulajdonságait tárgyalja.

7. Tehetetlenségi erő
8. A testek összefüggése (cohaerentia)
9. A kemény, lágy, törékeny, sima, durva test, a súrlódás
10. Rugalmasság
11. Cseppfolyósság, közegellenállás
12. A testek kémiai sajátosságai.

A következő exercitatio 2 részben tartalmazza az egyenes és görbe vonalú mozgás tárgyalását. Az I. 4. és 5. pontja: súlypont, egyszerű gépek, a II. 2. pontja: Ferdén elhajított súlyos testek mozgása.

A III. exercitatio az általános gravitációról, a IV. és V. az égi mechanikáról szól. Vagyis ebben a részben minden benne van a szilárd testek mechanikájából, csak a folyadékokról szóló hidrosztatikai rész kerül át a II. rész II. exercitatiojába, a fénytán és hőtan tárgyalása után. Itt tehát a Boscovich-elmélet még megzavarja a logikai menetet, mivel eszerint ezek a jelenségek is az erőgörbe alapján tárgyalandók: a fény- és hő (tűz) részecskékként mint rugalmas anyagi pontokkal számolnak. Hozzájárul ehhez természetesen Newton emissziós, korpuszkuláris fényelmélete is.

A szerkezet beosztásán kívül még egy lényeges különbség van Radics és különösen Makó munkáiban a többi korabeli fizikához képest. Makó már egészen rendszeresen használja a matematikai apparátust, ha az infinitezimális számítást csak kevés helyen alkalmazza is, valószínűleg hallgatóinak matematikai képzettségére való tekintettel. Mindenesetre azonban lényegesen messzebbre jut, mint elődei, mert általában nem elégszik meg a puszta geometriai utalásokkal, hanem a bizonyításokat szigorúan keresztül is viszi, valamint jobban igénybe veszi az algebrát.

A könyv bevezetéséből kitűnik, hogy Makó maga is tisztában volt azzal, hogy eljárása a tankönyvirodalomban még nem egészen szokásos, és úgy érzi, védelmében kell vennie módszerét: „Vannak, akik azt állítják – írja –, hogy a fizikában kezd túltengeni a geometria, és hogy a fizika ettől, valamint az algebrától homályos lesz. Megfertőzte az új fizika már nemcsak Angliát, hanem a többi országot is!” – állítják egyesek. Ez igaz! – ismeri el Makó. Dehát ki is az a fertőző vírus? Melyik férfiú? „Az a minden nemzetek közt legnagyobb és legfényesebb emlékeztető Newton az!” Csak olyanok nem ismerik a nevét, akik még az irodalomnak sem hallották hírét. Általa vált London Anglia Athénjává, mert ő ismert fel, hogy rossz a régi filozófia, és újat adott helyette. Semmiféle természeti jelenséget nem lehet a geometria nélkül megérteni. A prima materiáról és egyéb homályos dolgokról való spekulációt meghagyja azoknak, akik, mivel nem tudják megtanulni az igazi tudományt, inkább mindent kritizálnak. A kartézianus fizikát is a homályos spekulációk közé sorolja. Nincs az a metafizika, amely eldönthetné például, hogy Franklin és Mairanus vitájában (sűrítők elmélete) kinek van igaza.

Végül – zárja a matematikai fizikáról szóló fejtegetését Makó – azt is szokták mondani, hogy veszélyes kezdőknek így tanítani. Ez azonban nem áll, mert hiszen a matematikában már mindezt tanulták.

A kartézianus örvények helyett, a Descartes és Newton között habozó állásfoglalás hangulatából egy merőben más világba lép az olvasó, ha ezeket a könyveket forgatja. Mindenesetre érdekes, hogy az eddig üres spekulációkkal vádolt newtoniánus hogyan dobja vissza lépten-nyomon ugyanazt a vádat a kartézianusokra. Ha Boscovich elmélete eredeti formájában rövid életű is volt, mindenesetre Makóék indulnak el egyelőre arra az útra, melyen a fizika még több mint 100 évig ezután haladni fog. A klasszikus mechanika is válságba kerül majd lényegében már az elektrodinamika kialakulásával, egyelőre azonban az elméleti mechanika diadalmas előretöréséről van szó.

A XVIII. század nagy matematikusainak az a törekvése, hogy a mechanikát lehetőleg egyetlen elvből kiindulva építsük fel, lebeghetett Boscovich szeme előtt, amikor már ismertett

erőfüggvényét úgy alkotta meg, hogy annak segítségével ne csak az egész mechanika, hanem az egész fizika, vagy még inkább: a természet minden jelensége értelmezhető legyen.

A kartézianusok mereven tagadták, hogy erő egyáltalában létezik. Makóék Boscovich nyomán a legalapvetőbb tulajdonságnak tartják a testekben létező erőket. Már filozófiailag is következik, hogy a testek a legegyszerűbb elemekből épülnek fel – írja Makó –, s ezek az anyagi pontok. Az anyag tehát diszkrét, egymáshoz hasonló részecskékből áll, amelyeknek nincs kiterjedésük, és csak a bennük levő erőkben különböznek egymástól. A testek kiterjedését éppen az anyagi pontok közötti üres terek hozzák létre, mert ha ezek Descartes szerint valami finom anyaggal lennének töltve, éppen akkor válna lehetetlenné a mozgás. A pontokban működő erő, amely kizárólag a távolság függvénye, egy bizonyos minimális távolságnál feltétlenül taszítóerő, ezen túl tehát az anyagi pontok nem közelíthetnek egymáshoz. Az erő azután periodikusan válik a távolság függvényében vonzóerővé, majd újra taszítóvá stb. A vonzóerők okozzák a kohéziót, adhéziót, amikor pedig a görbe taszító szakaszairól van szó, akkor jön létre például a hó okozta tágulás, gőzök feszítőereje, fényelhajlás, fénytörés (Newton optikája!)

Makó és Radics is közli természetesen – mint majdnem minden szerző – az erőgörbét, kissé más formában és más jelölésekkel, mint Boscovich. Makó az ábrához a következő ismertetést adja.

AB végtelen hosszú egyenes; AW az a kis távolság, amelyen belül a vonzó és taszító erők váltakozva fellépnek. Ez feloszlik az AC, CD, DE stb. szakaszokra. Legyen most egy mozdulatlan anyagi pont A-ban, egy másik C-ben. Ide a fellépő taszító erő következtében került. Ha a CA távolság csökken, a taszítóerő növekszik, ezért C-től A felé haladva elképzelünk végtelen sok merőleget, amelyek határa, illetve maximuma MN. Az első – C-ben – még végtelen kicsi, azaz nulla. Ezek szemléltetik a növekvő taszítóerőket. Az A-hoz tartozó ordináta viszont már végtelen, ez a végtelen kis távolság esetén lépne fel. A CD távolságon vonzóerő hat, a távolság feléig nő, majd csökken, és D-ben eltűnik. A vonzóerőket tehát a negatív ordináták ábrázolják. A D egyensúlyi pont (nincs erő) újra növekvő, majd csökkenő taszító erő következik, és így tovább váltakozva, egészen W-ig. A távolság négyzetével csökkenő általános gravitációt az SR távolság ábrázolja). W után tehát már nem lesz nulla a végesben az ordináta, így AW-nél nagyokét bb távolságban már nem lép fel taszító erő). SR az AW távolság négyzetének reciprokával egyenlő. Ezek után Makó megadja a fenti függvénynek részletes analitikai tárgyalását, bebizonyítva, hogy a görbe SR ága harmadrendű, míg MN közönséges hiperbola.

Ahol a görbe az abszcisszát metszi, azok az erők a határpontok („limesek”). Itt változhat a vonzóerő taszítóvá, vagy megfordítva.

A limes lehet kohéziós limes, vagy nem. Ha a test a kohéziós limes felé közeledik, akkor gyorsulva, ha eltávolodik tőle, lassulva mozog. A limes erősségét nem a távolság határozza meg, hanem az, hogy mekkora szög alatt metszi a görbe a tengelyt, illetve, hogy a vonzó vagy taszító görbével bezárt szögek közül melyik nagyobb. A rugalmasság akkor lép fel, ha a két szög éppen egyforma.

Mіндеzt Makó néhány fizikai példával is alátámasztja, bár e lényegében bevezető fejezetben elsősorban a görbe matematikai megértése a célja, hiszen tulajdonképpen erről az egy erőtvénnyről lesz szó az egész könyvben. Nem akarja azonban, hogy a túl elvont tárgyalás következtében esetleg elsikkadjon a fizikai valóság; felhívja a figyelmet: „Jól lássa a kezdő, hogy ezeket ne úgy fogadja, mintha két anyagi pont között bizonyos távolságú intervallumok vannak, és ezeknek megfelelnek egyszer vonzó, majd taszító erők: mi, hogy segítségére legyünk képzeletünknek, ezeket a távolságokat abszcisszákkal, az ezeknek megfelelő erőket pedig ordinátákkal ábrázoltuk”.

A mai olvasó számára az ilyen jellegű figyelmeztetés talán felesleges is, de nyilván az akkori átlagos matematikai színvonal, helyesebben a fizika matematikai tárgyalásának még szokatlan volta, megkívánta ezt. Makó mindenestre igyekszik az elméletet úgy beállítani, mintha az mindenben a tapasztalaton alapulna, pedig az elmélet éppen néhány igen lényeges

kérdésben bizonyos elvi és nem tapasztalati követelményből indul ki. Ilyen például az áthatolhatatlanság kérdése, amely a kiterjedés nélküli pontok esetében nem is olyan magától értetődő: „A szilárdság (soliditas), vagy amint közönségesen mondani szokás áthatolhatatlanság (impenetrabilitas) a testeknek az a sajátsága, amely szerint egyik tömege a maga helyén megakadályozza a másikat, hogy ugyanúgy elfoglalja a helyét, mint az. Induktív következtetés alapján (inductione) nyilvánvaló, hogy ez a tulajdonság minden testben megvan. A mi elméletünkben önként következik. Ha ugyanis a végső és a legkisebb távolságok esetén a taszító erők végtelenül megnőnek, semmiféle természeti erőt nem nyerhetünk úgy, hogy két anyagi pont távolsága eltűnjön, amely a kölcsönös egymásra hatáshoz feltétlenül szükséges. Még egy más érvet is felhozhatunk emellett, hogy ti. nem lehetséges, hogy valamely anyagi pont eljusson egy másik anyagi pont által már elfoglalt helyre”. És ebből már következik az a tétel, amely a metafizikából már ismert, de most fizikailag is alátámasztható, hogy a testek alapvető tulajdonsága a kiterjedés: „Ha ugyanis az anyagi pontok a legkisebb távolságban egymást úgy taszítják, hogy ugyanazt a helyet egyidejűleg elfoglalni nem tudják, szükséges, hogy a térben három dimenzióban oszoljanak el”.

Ha a fenti megállapodásokat valaki axiómaszerűen elfogadja, akkor „a testek általános tulajdonságainak” többi része már önként következik ezekből, amelyeket azután alapszabályként véve éppen úgy lehet kísérletekkel igazolni, mint a különféle éterhipotézisekkel. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy ebben az időben ezek a „tulajdonságok” túlnyomórészt még nem voltak kvantitatív mérhetőek, és egy-egy kísérletnek valóban lehet többféle értelmezést adni, különösen akkor, amikor sem az éterre, sem a különféle vonzó és taszító erőkre sem lehetett számszerű értékeket megadni. (A tömegvonzás földi igazolására Cavendish első kísérletét csak 1798-ban végezte el).

Éppen ezért nem is folytatjuk a Boscovich–Newton-féle mechanika részletes ismertetését Makó és Radics könyve alapján, amelyek például a mozgások kinematikai leírását, a szabadesést, a görbe vonalú mozgásokat már jóformán a ma megszokott tárgyalásban adják. Az előzőkkel való szembeállítás, illetve összehasonlítás kedvéért csupán néhány alapvető kérdésben idézzük még a véleményüket.

Abban megegyeznek az előző szerzőkkel, hogy a vonzóerő, vagy a tehetlenség okát nem tudni, de létezésük kétségtelen. „A tehetlenség – írja Makó –, vagyis az az erő, amellyel a testek külső változásnak ellenállnak – mivel a tömegekkel arányosnak fogjuk fel őket – az egyes pontok természetében, vagy a természet valamely egyetememes tulajdonságában rejlik, vagy a teremtő törvényében, amelyet mind ez ideig meghatározni még nem lehetett.” A kartézianusok tagadják minden erő jelenlétét a testekben, de ha ez így lenne, a testek nem lehetnének tehetetlenek. Akkor akár kicsi, akár nagy valamely test, könnyedén el tudnánk mozdítani, pedig az ellenállást érezzük. Még ha hosszú fonálon függő súlyt akarunk egyensúlyi helyzetéből kimozdítani, akkor is érezzük azt az ellenállást, pedig egy ilyen kis, majdnem vízszintes íven a nehézség gyakorlatilag nulla.

Hasonló módon száll síkra például Radics is a vonzóerők létezése mellett, bár ennek oka ismeretlen lehet az anyagban, lehet istenben, vagy valami másban. Bár a kölcsönös tömegvonzást, amelyet ma „attractionak” hívnak, Boscovich nyomán kissé más értelmezésben fogadja el, eszerint „ez a meghatározottság (determinatio), amelynek következtében a részecskék, vagy a földi testek bizonyos törvény szerint kölcsönösen egymás felé törekednek. Radics különben is még részletesebben foglalkozik más – főképp kartézianus – vélemények cáfolatával, mint Makó. Stílusa, bármennyit vesz is át Makótól, jobban emlékeztet Klaus és társai körülményes fejtegetéseire. Nagy tévedés a vonzóerőket „rejtett tulajdonságoknak” tekinteni, hiszen – mondja az egyéb vélemények cáfolatában – „a kartézianusok annyiszor megcáfolt és már teljesen elavult véleménye” sem különb: mindent körülvettek egy igen finom anyaggal, amely örvényeket alkot, hordozza az összes bolygókat, amelyek a vilárendszerhez tartoznak, továbbítja a fényt, a testeket lefelé hajtja, létrehozza az összefüggést

(cohaerentia) a testekben, tehát mindent, ami a természetben megmagyarázandó csodálatos módon, és rendben elintézi; és azt a fikciót hívták örvénynek!”

A cáfolat a következőképpen hangzik: 1. ilyen örvények a természetben nem létezhetnek, például az üstökösök miatt, de azért sem, mert – kérdezi – „hát a mi levegőnkben annyi a parabolikus örvény, ahány elhajtott test a nehézségben parabolikus íveket ír le?” 2. Az örvények összekeveredésének. 3. A nehézséget ebből semmiképpen nem lehet levezetni, mert az éter nyomásának a szabadesésnél csökkenie kellene stb.

A legnagyobb haladást Makó és Radics könyve az előzőkhöz képest talán a világrendszer kérdésében mutatja. Elsősorban a fejezetnek már említett elhelyezése miatt. Radics és Makó tudatában is vannak ennek, mert szükségesnek tartják az eltérést a régen szokásos sorrendtől megindokolni: „hogya minél világosabban kitűnjék az eddig kifejtett alapelvek csodálatos egyezése a természet jelenségeivel”. Vannak – folytatja Radics –, akik azért teszik az égi mechanikát a különös fizikába, hogy a kezdőknek ne legyen nehéz, pedig „bizonyosak vagyunk benne, hogy nincs semmi általánosabb, mint a dolgok eme világegyetemének szerkezete, amelyben az egyes dolgok okai bennfoglaltatnak...”

Először találkozunk tehát annak világos felismerésével és kijelentésével, hogy a newtoni fizika legnagyobb diadala a XVIII. században éppen az égi mechanika egzakt kidolgozásának lehetősége: „Bizonyos, hogy Newton emberemlékezet óta a legtökéletesebb általános fizikát hagyta ránk, azt úgy alkotta meg, hogy a törvényeket, amelyek e világegyetem leghatalmasabb testeit alkotják, igen világosan megmagyarázta és bebizonyította.”

Ebből azután már az is következik, hogy a Kopernikusz-kérdés nagyjából le is került a napirendről. Kopernikusz hipotézise olyan jó – mondta Radics –, „hogya ez a hipotézis eleget tesz teljesen minden jelenségnek és senki által kétségbe nem vonható”.

Az első kötet (lényegében a régi generális fizika) tartalmazza még az elég röviden és az előzőkhöz hasonlóan tárgyalt sztatikát. Egy-két ponton azonban itt is van fejlődés.

A momentumot Makóék is hasonlóan definiálják: „momentum” vagy „nisus” (törekvés), amelyet bizonyos módon összeköttetésben levő erők fejtenek ki, „mindig olyan, hogy maga az abszolút erő és az út, amelyet a tömeg, amelyre az erő hat, adott idő alatt befut, vagy, hogy az erős és a kezdeti sebesség, amellyel a tömeg mozog, szorzata legyen”. Hogy a momentumok egyenlőségéből az impulzusok egyenlősége következik, ezt egyszerűbben mutatják ki, mint Jaszlinszkyék. Ezt a tételt alkalmazza azután Makó az egyszerű gépekre.

Az egyszerű gépek tárgyalását ő is azzal végzi, hogy „ha valakinek maguk a gépek a keze ügyében vannak, azokat, amiket mondtunk, egyszerű elméletüket könnyen kikövetkeztetheti”. Vannak azonkívül mechanikai és fizikai könyvek, előadások, amelyek alapján valaki tökéletesítheti az ismereteit.

Sokkal részletesebb azonban a súlypont tárgyalása, mint az eddigi szerzőknél. Itt valóban létezik, hogy – függetlenül attól, milyen elméletet követ az alaptörvényeket illetően – a matematikus ragadja meg a problémát. A sűrűlódást illetően már nem vitatkozik Amontons-szal, hanem azt az elméletet fogadja el – mint később Horváth János és mások is –, hogy a sűrűlódás a súly kb. egyharmad részével arányos. A közegellenállással kapcsolatban is eljut nagyjából az e korban még legmodernebbnek tekinthető Newton-féle megállapításokig, bár hangsúlyozza – éppúgy, mint a sűrűlódásnál –, hogy rendkívül nehéz itt pontos kvantitatív összefüggéseket megadni, bár annyit meg lehet állapítani, hogy a közegellenállás a sebesség négyzetével arányos és függ a sűrűségtől, de van még számos kvantitatív nehezen számbavehető tényező.

Az I. kötet azután bizonyos mértékig megszűnik Makóék „modernsége”, és visszatér a lényegében még a négy-elem-tant tükröző tárgyalás: Így az első sectio Makónál 20, az I. exercitatio Radicsnál összesen 23 fejezetben tárgyalja a hőtant és az optikát, és csak azután következik a hidrosztatika, valamint a légkör fizikája, és majd a földdel kapcsolatban – igaz, hogy már csak nagyon röviden – az ásványtan és természetrajz, amelyből az állattan már kimarad, csupán néhány fiziológiai kérdést (ízlés, szaglás) érintenek.

Célszerű ezért az ismertetésben nem pontosan követni a szerzőket, hanem a mechanika és statika után nézzük először, mennyit vesznek a hidrosztatikából.

Makó és Radics a hidrosztatika tárgyalásában a klasszikus tételekhez nem tesz hozzá semmit, de Makónál a matematikai tárgyalás nagyon részletes és pontos. Különösen sokat foglalkozik a kapillárisok jelenségeivel és elméleteivel, és itt valóban a Boscovich-féle vonzóerők (adhézió, kohézió) komoly eredményt is hoznak például a szokásos kartézianus tárgyaláshoz képest (éter nyomása). Mint „újdonság” jelenik meg a nyíláson kiömlő folyadék sebességének kérdése. Torricelli már 1641-ben megállapította a róla elnevezett tételt, hogy a sebesség olyan, mintha a folyadék h magasságon szabadon esett volna. A tétel aránylag régi volta ellenére csak most kerül be tankönyvekbe, mert hiszen például a XVII. század még túlnyomóan peripatetikus fizikai magát a szabadesést is helytelenül tanították. Makó kimutatja, hogy a sebesség arányos a nyílás területével, míg a sebesség a szűkületben megnő. A Bernoulli-egyenlettel meg éppen úgy nem találkozunk, mint ahogy nem vetődik fel az a gyakorlati szempontból fontos kérdés sem, hogy a tényleges kifolyási sebességet milyen tényezők befolyásolják. Ez a probléma felvidéki szerzőknél csak később jelenik meg.

Mint mondtuk, a II. kötet első fejezetei tulajdonképpen a fénytant és hőtant adják.

Radics tárgyalási módja kevésbé tér el Makóétól. Míg Radics a mechanikában talán részletesebben és körülményesebben vitatta a Boscovich-elméletet és annak következményeit, addig a fizika egyéb területein még szorosabban ragaszkodik Makóhoz, legfeljebb annyi a különbség, hogy Makó tárgyalásmódja itt is tömörebb, világosabb.

A lényeg mindenesetre az, hogy Makóék legteljesebb mértékben Newton optikáját fogadják el, és ez kihat hőtani nézeteikre. A Boscovich-féle atomisztikának ezek a nézetek nagyon jól megfeleltek, és aránylag következetesebben lehetett a kísérleti tények értelmezéséhez eljutni, mint az eredeti newtoni optika alapján.

A két szerző nézeteit ezekben a kérdésekben is együttesen adjuk. Lényegbevágó különbséget köztük nem találunk, legfeljebb a sorrend, fogalmazás tér el egy kissé egymástól.

A fény anyagi természetében ma már senki sem kételkedik. Olyan valami, ami kiindul a világító testekből, megvilágít más testeket, létrehozza a látást, ugyanakkor azonban a látóidegeket meg is sértheti. Ugyanakkor a mai fizikusok előtt már nem vitás, hogy a fény és tűz között szoros kapcsolat van.

Érdekes itt felfigyelni arra, hogy Newton emissziós fényelmélete miképpen befolyásolta a hő-anyag hipotézis kialakulását. Ha a fény feltétlenül test, akkor nyilvánvaló, hogy a vele olyan közeli rokonságban álló tűznek is részben testi, anyagi természetűnek kell lennie. Ez is tehát egyik gyökere a Black-Richman-féle kalorikus hipotézis kialakulásának, amelyet Blacknek a hőmennyiség mérhetőségére vonatkozó vizsgálatai csak alátámasztottak. Ezek után persze az is érthető, hogy aránylag kis időkülönbséggel körülbelül egyszerre inog meg a fény newtoni emissziós, korpuszkuláris elmélete a hő kalorikus elméletével.

Ebben az időpontban azonban még mind a két nézet a legkorszerűbbek közé tartozik. Egyébként is jellemző Makó Pálra és minden követőjére, hogy talán a leghamarabb értesülnek a fizikai kutatás legújabb eredményeiről, s leghamarább dolgozzák fel azokat önállóan. Nem lehet hibául sem Makónak, sem követőinek felróni, ha a „legújabb” eredmények igen hamar elavulnak.

Makó nemcsak a korabeli, általa ismert legjobb tankönyveket használta fel forrásmunkaként, hanem a folyóiratirodalmat is. Ez tankönyvéből kevésbé derül ki, mint más dolgozataiból, mert itt ilyen jellegű idézeteket nem hoz; ő is, mint Radics, elsősorban Boscovichot idézi. Ha meggondoljuk, hogy Boscovich könyvének első kiadása – ami nem is volt még túl sikerült – 1659-ben jelent meg, az erőkről és a fényről szóló tanulmányai 1745-ben, illetve 1749-ben, akkor Makó 1763-as könyve valóban a legmodernebbnek tekinthető eredményeket hozza. Viszont éppen ez a teljes korszerűség bizonyos mértékig magában rejtí a gyorsabb elavulás veszélyeit is.

A fénytán és a hőtán területén persze ettől nem kell félni. Még majdnem száz esztendő fog eltelni, amíg – legalábbis a tankönyvirodalomban – a Makó és Radics által itt képviselt elméletnek főbb vonásai is eltűnnek. Részletekben persze gyorsabb lesz a fejlődés, a tűz és az elektromosság rokonsága, a kartézianus fényelmélet maradványai stb. hamarabb kerülnek ki a tankönyvekből, de a lényeg: a fény korpuszkuláris és a hő anyagi elmélete még sokáig fog élni.

Egyelőre azonban még korszerűbb – éppúgy, mint a mechanikában – a fénytánban is Newtont követni, mint Descartes-ot. Talán ez is lehetett az ok, bár Makóék ezt nem mondják ki, amiért Huyghens és Euler rezgéselmélete, valamint Lomonoszov hasonló nézetei nem találtak népszerűsége kortársaik körében.

Sőt, Radics ezt is mondja: „Ami pedig a fény természetét illeti, hogy az anyagi jellegű, senki előtt, amennyire tudom nem kétséges”. Ennek ellenére – mondja – akadnak, akik vitatkoznak. Newton korpuszkuláris elméletének megfelel, ahogy a szagok terjednek a levegőben, Huyghens éterrezgései viszont a hang terjedésével lennének analóg jelenségek. Euler is ezt a nézetet osztja. Valamikor (Radics) is valószínűnek tartotta, de most több okból is elveti, például így nem magyarázható az egyenes vonalú terjedés, és különben is, Boscovich erőgörbéje és limesei minden fényjelenséget, a diffrakciót is megmagyarázzák. Az ellenvetéseket az első részben hasonló körülményességgel cáfolja, míg Makó rövidebben intézi el: Euler elméletét egy kalap alá veszi a kartézianizmus fényelméletével, és mivel szerinte az éteróceán létezését már kielégítően megcáfolta, erre itt már kevés szót veszteget.

A fénytán elméleti alapjait tehát Newton emissziós elmélete szolgáltatja, a geometriai optika egyes jelenségeinek magyarázatánál viszont a newtoni optikához igénybe veszik Boscovich erőgörbéjét, tehát lényegében az egész fénytán a mechanikára vezetik vissza. A fényrészecskék ugyanolyan anyagi pontok, mint amilyenekből az összes testek felépülnek, csak méretben különböznek azoktól, és ennek megfelelően egyesek között nagyobb, mások között kisebb erők működnek, amelyek a távolságtól függően vonzó vagy taszító erők.

Ezek az elvek nyilvánulnak meg a hőtán tárgyalásában is. Makóék hőtána szintén tipikus példája a XVIII. század közepén divatozó átmeneti elméletnek: a múlt kizárólag mozgási elmélete még megvan, de a tűz már anyagi jellegű.

Amit Makó és Radics tűznek neveznek, nem más, mint lángoló (deflagrans) matéria, amelynek részei láng, füst és gáz alakjában szóródnak szét. Kérdés: a tűz valami sajátos, más testektől átvett test-e, amely a világ kezdetén teremtett, vagy pedig a fénnel azonos? Könnyen kimutatható, hogy a tűz nem a részecskék mozgásából áll, mert minden egyszer elkezdett mozgás természetszerűen csillapodik, ha valami nagyobb tömeggel közeledik. Viszont akkor a szikra hogy gyújt? Kell lenni valamilyen oknak, amely nemcsak a lángot hozza létre, hanem a tűz erejét és terjedését is. Ez az ok pedig csak testi lehet, ha ez az anyag nagyon finom, folyékony anyag is. A tűz erejét mutatja, hogy a testek felmelegsznek, kitérnek, halmazállapotukat változtatják.

Halványan felbukkan itt már a latens hő fogalma is, mert Makó rámutat, hogy a forrásban levő víz hőmérséklete már nem emelkedik, az erő a gőzzé alakulással használódik el. Általában a halmazállapotváltozások legtöbb jelenségét ismeri, pl. azt is, hogy az olvadás és forrás függ a nyomástól stb. Azt is tudja, hogy a testek hőtágulása (amelyek mérésére Musschenbroeck pirométerét ismerteti) függ az anyagi minőségtől, igaz, hogy a mai olvasó számára kissé bonyolultan fejezi ki magát: „Ha a különböző testeket ugyanaz a tűz melegíti, térfogatuk megváltozása nincs fordított arányban a súlyukkal, nem is arányos a részek közti összefüggéssel (cohaerentia), sem alkotórészeik valamelyikével, hanem az arány változó (inconstans): ennek okát nyilvánvalóan részeik különböző elosztásában és szerkezetében kell keresni”.

A tűz keletkezésének több módját sorolja fel: 1. súrlódás útján. Ilyenkor a bezárt tűzrészecskék (igniculi) gerjesztődnek, a részecskék lazábbak lesznek, ehhez segít a levegő rugalmassága. 2. Növények rothadása útján (kémiai úton). 3. Tűz keletkezik a már meggyújtott tűzzel való érintkezés útján, két okból is. Egyrészt a tűz mozgást hoz létre, másrészt a tűz fénye

is gerjeszthet tüzet, amely szintén létrehozhatja a részecskék kötelékeinek a meglazulását. 4. Csak a levegő is okozhat tüzet, mint a foszforoknál. 5. Testek összekeveredéséből is származhatik.

Makó Boerhaave nyomán ismerteti a kalorimetria alaptörvényét: a nagyon meleg test mozgást ad át a másíknak, de kevesebbet, mint amennyivel rendelkezik. Itt megjegyzi, hogy Boerhaave számadatai homogén folyadékok keveredése esetén nem helyesek. Igaz, hogy Boerhaave maga nem végezte el a kísérletet, csak Fahrenheit adatait vette át. A kísérletet Nollet végezte el pontosan, majd Makó is megismételte, és sikerült megkapnia a helyes, eredményt. Boerhaave szerint azonos tömegű 212 °F-os és 32 °F-os vizet összekeverve a közös hőmérséklet 90 °F lesz, pedig a helyes érték 122 °F. Ezt sikerült is megkapnia.

Miután megállapítja, hogy a hővezetés is függ az anyagi minőségtől rátér a tűz fenntartásának módjára. Ez itt tulajdonképpen kémia, amely a XVIII. század tankönyveiben még együtt járt a hőtán tárgyalásával. Oxfordban például egy XIX. század eleji fizikajegyzetben egyáltalában nincs hőtán, ellenben Black kémiajegyzetében benne vannak a Makónál is tárgyalt hőtani részek.

Míndezek után megállapítja, hogy a tűz fényanyagból és olajosrészekből áll. Heves mozgást hoz létre, a testek részecskéi közt a távolságok megváltoznak, és ezzel egyidejűleg fellépnek a Boscovich-féle vonzó és taszító erők. Míg tehát a fénytánban lépten-nyomon Boscovichot idézte, ebben a részben először utal rá, azaz csak most kanyarodik vissza a mechanikához. Eddig inkább a korabeli kémikusok nézeteit ismertette, de a flogisztonelméletről említést sem tesz. A tűzben levő erő eredetét – mondja – éppoly kevésbé lehet tudni, mint például a kapillárisét, de ez nem is lényeges, elég a jelenség pontos ismerete.

Ilyen előzmény után jut el a hő definíciójához, amely szerinte „nem más, mint a legkisebb részecskéknek a tűz által gerjesztett igen gyors és összevissza mozgása”. Ez kitűnik onnan is, hogy a hőt ugyanazokon a módokon lehet létrehozni, mint a tüzet. A hőérzet relatív, ezért van szükség hőmérőre.

A tűzről szóló rész utolsó fejezete szól az elektromosságról. Ez komoly haladást jelent, mert az eddig ismertetett tankönyvekben az elektromosság még a „kövek” közé került, nyilván a borostyánkővel való kapcsolat miatt. Haladás azért is, mert Radics és Makó már ismerik a leydeni palackot és Franklin elméletét, a villámhárítót. Különösen Makónál látszik, hogy a fizikának ez az új, rohamosan fejlődő területe erősen felkeltette az érdeklődését. Meg is jegyzi, hogy a sok változatos jelenség leírásához egész kötetre lennek szükség. Ezért csak az alapjelenségek rövid ismertetésére szorítkozik. Ez körülbelül azonos azzal, amit Jaszlinszky, Reviczky és Klaus is leírnak. Eltérés abban van, hogy Makóék már cáfolják Nollet elméletét, általában minden kétfolyadékos elméletet, és Franklin egyfolyadékos elméletét fogadják el. Boscovich azonban itt is szerephez jut, mert szerintük, ha ismerjük a természetben létező erők törvényét, akkor az elektromosság minden tulajdonsága az anyagi pontok kombinációjából kiadódik. A tűzzel való rokonság kérdése számukra is probléma: megállapítják, hogy bár van a kettő között hasonlóság, az elektromosság nem lehet azonos a közönséges tűzzel.

Ezek a tankönyvek az elsők, amelyek már a légköri elektromosságot Franklin szerint ismertetik. Franklin sikere azonban a korabeli kutatókat némi túlzásra is ragadta. Ez elsősorban Beccaria (1716–1781) olasz fizikus hatása lehet, akit a magyarországi és a felvidéki fizikusok sűrűn idéznek. Makónál és Radicsnál ugyanis a tűz, víz, levegő, föld szerinti, már ismertetett tárgyalásban ugyanúgy szerepelnek a „meteorok”, mint a kor minden tankönyvében. A villámlás mint tüzes meteor megkapta a maga – helyes – elektromos magyarázatát, és most Makóék megpróbálják a vizes és levegős meteorok eredetét is kizárólag elektromos okokra visszavezetni.

Radics többek közt felveti a kérdést, hogy lehet, hogy a levegőnél nagyobb fajsúlyú vízgőz felszál a levegőben? Látni fogjuk, hogy ez is egyik izgalmas problémája volt a XVIII. századnak. Általában problémát okozott a párolgás kérdése. Az nyilvánvaló, hogy a párolgáshoz tűz (hő) kell, de nyilván ez nem elegendő, hiszen vannak anyagok, amelyek melegítve sem

párolognak. Radics a következő magyaráztatnál köt ki: „a levegőben felemelkedő vízgőzök mennyisége csak az elektromos folyadék által növekedhet, a tűz által már feloldott vízrészecskék ezzel átítatva és megfinomítva felemelkednek. Lehetséges ugyanis, hogy a föld alatti tűz hatása következtében, amelyben ma már egy filozófus sem kételkedik, a kénnek, bitumennek és más idioelektromos (szigetelő) testnek hatalmas ereje szabadul fel, nagy mennyiségű idioelektromos gőzt bocsájtva ki, amely ezért a negatív elektromos felhők fölé emelkedik a levegőbe.”

A mágnesség még ezekben a könyvekben is az ásványok közé kerül. Újat az előzőkhöz képest nem mondanak; elméletére nézve megjegyzik, hogy nagy a bizonytalanság, itt – legalábbis Makó szerint, Radics szerint nem – még Boscovich elmélete is csődöt mond.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy Makó Pál tankönyve eddig a legnagyobb lépés volt az új fizika felé. Utódja és követője, Horváth János még ennél is tovább jutott, ha nem is egyetlen lépésben.

A newtoni fizika végleges győzelme Horváth János tankönyveiben

Míg Makó Pált csak jezsuita volta, rövid ott-tartózkodása fűzte Nagyszombathoz, Horváth János munkássága (1732–1799) szervesen kapcsolódik nagyszombati tanártársaiéhoz. Ő az első, aki huzamosabb ideig a fizika professzora már Nagyszombatban is, ahol a Felvidéken elsőnek kerül erre a tanszékre valóban fizikus, míg Pozsonyban például Kováts-Martiny Gábor csak 1817-ben foglalta el az újonnan szervezett matematika – fizika tanszékét.

A nagyszombati fizikaoktatás kutatása során méltóképpen zárjuk áttekintésünket Horváth János műveivel, annál is inkább, mert fizikatankönyveinek első kiadásai még nagyszombati tartózkodása alatt jelentek meg.

Makó Pál mellett valóban a XVIII. század legnevesebb tankönyvírója volt Horváth János. Pályafutását ugyancsak mint jezsuita szerzetes kezdte, Nagyszombatban tanult és 1751-ben lépett a rendbe. Az egyetemnek Budára költözéséig ő is többféle állást töltött be, és több tárgyat tanított: négy évig igazgatta a nagyszombati konviktust, tanított filozófiát Budán és Nagyszombatban, de az egyetem Budára helyezésétől (1773 óta mint világi pap) már csak fizikát és mechanikát tanított az 1792-ben történt nyugdíjazásáig, ezután egresi apát lett teljes professzori fizetéssel.

Munkássága kevésbé homogén, mint Makóé. Fiatalabb korában több teológiai és terjedelmes filozófiai munkát írt: metafizikát, logikát. Ezek igen népszerűek lehettek, mert nagyon sok kiadást értek meg külföldön is.

1767-ben jelent meg először nagy kétkötetes fizika tankönyvének első, 1770-ben második kötete. Ezek is több kiadásban jelentek meg. Igen értékes munkásságot fejtett ki a mechanika, statika, hidrosztatika, szilárdságtan stb. területén, ezekkel még külön fogunk részletesen foglalkozni, most csak mint egyetemi fizikatankönyvek íróját mutatjuk be.

Első pillanatra a terjedelmes *Physica generalis* (514 lap) és *Particularis* (484 lap) nem sok újat árul el Makóhoz képest, sőt mintha kis visszafejlődést is jelentene. Horváth János ugyanis átveszi Makótól teljesen a sorrendet, beosztást, sőt helyenként hosszabb bekezdéseket is, de átveszi Jaszlinszky kissé nehézkes stílusát is: „mások véleménye”, a „mi véleményünk”, a szillogisztikus, kérdés-felelet alapján adott bizonyításokat, cáfolatokat stb. Ha ennyiből állna Horváth János működése, akkor egyszerűen Radics mellett Makó másik másolójának tekinthetnénk. Az is igaz, hogy mechanikai munkásságában is Makó volt egyik példaképe, de ezen a területen Horváth éppúgy túlhaladta mesterét, mint ahogy a tankönyvírásban sem állt meg a Makó által 1767-ben képviselt vonalon, hanem későbbi, 1790-ben megjelent „A fizika elemei, új gonddal és az előző kiadásoktól különböző mű” című könyvében – amint címe is mutatja – messze túlhaladt azon.

Figyelmesebben vizsgálva már az 1774-es kiadásban is mutat némi haladást Makóhoz képest, ha a stílusnak említett nehezkesége ezt nehezen teszi is felfedezhetővé.

Ő is részletesen fejtegeti az elveket, a „helyes filozofálás szabályait”, mint Reviczky stb., és csak azután tér a Makónál első helyen szereplő fejezetre: ’A vonzó és taszító erőkről’ szóra. A tárgyalás menetét azután nagyjából azonos Makóéval, itt is a generalis részbe kerül az égi mechanika.

Döntő különbség azonban, hogy a partikuláris rész nem a tűzzel, fényvel, színnel kezdődik, hanem a folyadékok statikájával, illetve dinamikájával: ez tehát már azt mutatja, hogy ezek a kérdések a mechanikához és nem a vízhez mint elemhez tartoznak.

A következő szerkezeti különbség, hogy ezután csak fénytán következik, a tűz külön, későbbi fejezetet kap. A fénytannal foglalkozó második „dissertatióban” a következő fejezetcímek vannak:

I. fejezet: A fény terjedése és természete. – II. fejezet: A fény visszaverődése, törése és elhajlása (newtoni optika). – III. fejezet: A könnyebb visszaverődés és áthaladás szeszélyei (Newtonnál „fits”). – IV. fejezet: A testek átlátszatlansága és színei. – V. fejezet: Az optikához tartozók – (főképp a szem és a látás). – VI. fejezet: A katoptrikához tartozók (tükrök). – Dioptrika (ahol még néhány katoptrikai és dioptrikai szerkezet is szóba kerül).

A külön, önálló fénytani rész haladást jelent ugyan, de ezt lerontja ismét, hogy most megint a négy elem szerinti tárgyalás következik: a tűzhez (hőtan és elektromosság), a levegőhöz és vízhez (légkör, hangtan, meteorológia), végül a Földhöz (geológia, ásványtan) „tartozó” dolgok. Figyelemre méltó, hogy a természetrajz már eltűnt.

E csekély szerkezeti különbségen túl tartalmi vagy véleménybeli eltérés kevés van. Ilyesmit inkább az említett „Fizika elemei” kiadásban találunk, bár ott is elsősorban a beosztás mutatja a fizika, illetve a szerző fejlődését az elmúlt 20 esztendő alatt. Ezt maga is elmondja a könyv bevezetésében:

„Bár a generalis és partikuláris fizika írásával, amelyeket filozófia hallgatóim számára 1770-ben adtam ki Nagyszombatban, azokban az időkben nem éppen sikertelenül foglalkoztam, ezt eléggé mutatják azoknak több egymást követő kiadásai különböző helyeken (mint Velence, Augsburg stb.). Mégis, ma már magam is legmesszebbmenően felismertem, hogy a dolgok helyes ismeretére ma már kevésbé alkalmasak: mert már maga a módszer a tudomány átadásában azóta sokat változott, azonkívül azért is, mivel a természet titkaiból azóta igen sokat hoztak elő részben a teljes sötétségből, részben jobban megvilágítottak, amelyekkel – mint szélében láthatjuk – a fizikát néhány év alatt nem kevésbé kiművelték és csodálatos módon gazdagították.” Ezért hazája ifjúsága számára elkészítette ezt a könyvet „a mai fizikai tudomány helyzetére alkalmazva”. Ezután kifejti, hogy nemcsak röviden, hanem minél kevesebb matematikával fogja végezni a tárgyalást, hogy az új eredményeket a kezdők is megismerjék.

Szerkezetileg határozottan van fejlődés, amennyiben az első három „sectio” szinte kizárólag mechanikával foglalkozik, és pedig már a II. fejezet „A mozgások különböző fajtáiról, főképpen annak törvényeiről” szól. (Az I. a testről általában). A szokásos kémiai jellegű fejezetek (oldás, kristályosodás, fermentáció stb.) azonban még itt is megvannak.

Tartalmilag ez a mechanika annyiban tér el a Makóétól és Horváth régebbi fizikájától, hogy a Boscovich-elmélet – bár nem tűnik el teljesen – háttérbe szorul. Az ábrák között már nem is szerepel az erőgörbe. Határozottan leszögezi azonban a vonzóerők és kissé bizonytalanabban a taszító erők létezését, hangsúlyozva, hogy ezek oka nem ismeretes, de a nyilvánvaló jelenségek, törvények értelmezéséhez erre az okra nincs is szükség.

Mivel – mint mondtuk – Makó Pál és Horváth János tankönyvírói munkássága kihat még a következő század első felében is a felvidéki fizikatankönyvekre, igen jelentős az, hogy egy szerző munkásságán belül figyelhetjük meg, hogyan nyer polgárjogot az eredeti newtoni fizika a Boscovich-elméleten át megtett kerülővel.

A mechanikával foglalkozó három „sectio” közül a harmadikban van szó a folyadékok és a víz fizikájáról, lényegében hidrosztatikáról, hidrodinamikáról. Ezt ilyen sorrendben vette Horváth már régebbi, általános fizikájában is. Itt azonban újabb előrelépés, hogy ebbe a szekcióba beleolvad a partikuláris fizika terjedelmes, források, tengert, különféle vizes meteorokat tárgyaló része is, mindössze három fejezetben: IV. A víz tulajdonságai, V. A vízgőzök, VI. A jég.

Tartalmilag újdonság itt, hogy a fagyás, olvadás stb. jelenségét már a rejtett hővel magyarázza, és visszautasítja Musschenbroeknek azt a sokáig elfogadott elméletét, hogy a fagyás lényegében sőrészecskékkal való keveredés útján jön létre. Fagyáskor tűzrészecskék (hőanyag) távoznak a folyadékból, ezért fagy meg először a víz felülete.

Új szintén a következő „sectionak”, a levegőről szóló az I. fejezete, amelyben „A levegő különböző fajtáiról” értekezik. Az oxigén, a hidrogén, tehát a különféle, a XVIII. század második felében felfedezett gázok mostanában kapnak először helyet tankönyvben. Horváth szerint a „levegő” definíciója: „Levegő néven ismerünk mindenféle olyan átlátszó folyadékot, amelyet edénybe lehet kényszeríteni, és ugyanakkor rugalmasságánál fogva összenyomás esetén minél nagyobb kiterjedésre törekszik, amely bármilyen hosszú idő alatt, bármily nagy mértékű hideg hatására sem alakul cseppekké és nem szilárdul meg.” Amit belélegzünk, az az „atmoszférikus” vagy „közönséges” levegő. Újabban azonban felfedeztek több ilyen átlátszó folyadékot, amelyek ugyan a közönséges levegőtől és egymástól sokban különböznek, a levegőről adott fenti definíciónak mégis eleget tesznek. Ezek a deflogisztizált (oxigén), flogisztikus (nitrogén), szilárd (széndioxid), éghető (hidrogén), hepaticus (szénmonoxid) stb. levegő. Ezek ismertetése után következik csak a légkör fizikája és a hangtan.

Míg eddig a sorrend majdnem „modernnek” volt nevezhető, mechanika, szilárd, cseppfolyós és légnemű testek fizikája, addig a következő fejezet megint visszalépés az előzőhöz képest: A tűz és fény ismét egy fejezetbe kerül, és így a tulajdonképpeni hőtan látszólag elsikkad. Legalábbis az ötödik szekció fejezetei közül még a szokásos „A melegről és hidegről” című is hiányzik. Azért mondtuk, hogy látszólag, mert míg „A tűz és a fény természetéről” szóló I. fejezet a flogisztionelméletet tárgyalja, a II.-ban, amelyben a tűz főbb tulajdonságairól értekezik, a testek hő okozta tágulásának ismertetése után már szabályos kalorimetriát ad, képletekkel, fajhő-definíciókkal együtt.

Az egész szekciónak a lényege, hogy az égésre vonatkozólag Horváth elfogadja a flogisztiont, hogy a fény- és hőanyag nem azonos, de mindkettő szubsztanciális jellegű, hogy ismeri Euler elméletét, de nem osztja azt.

Logikus módon azután az elektromosságról szóló VI. szekció következik, és először így: „Az elektromosságról és a mágneses erőről”! A mágnesesség tehát kikerült a „kövek” közül, az ásványtanból.

Tartalmilag változás annyiban nincs, hogy Horváth megmarad – Franklin és Makó nyomán – az egyfolyadékos elmélet mellett, viszont új az, hogy a szimperi- és idio-elektromos elnevezések mellett már beszél vezetőköről (conductores), nemvezetőkörrel vagy szigetelőkről (nonconductores, insulatores), sőt félvezetőkörrel (semiconductores) is.

Itt is látszik azonban, mint a fénytán és a flogisztion esetében, hogy Horváth már ismeri az ellentétes nézeteket, ha vitázik is azokkal. Így részletesen ismerteti Symmer kétfolyadékos elméletét, elismeri, hogy avval is lehet néhány jelenséget értelmezni, de nem látja szükségesnek, hogy „az elektromos folyadék fajtája Symmerrel megkettőztessék”.

A kondenzátorokkal kapcsolatos jelenségek, valamint a légköri elektromosságnak Makó nyomán való ismertetése után ismét új dolog következik: Volta elektroförja 1775-ből, majd a Volta által „kondenzátornak” nevezett érzékeny elektrométer. Röviden helyet kap még az orvosi elektromosság is, a XVIII. század e kedvelt stúdiuma.

A mágnesesség mibenlétéről bevallja, hogy nem sokat tudunk. Ő leginkább Boscovich elmélete felé hajlik, és a kartéziánus, valamint Aepinus-féle elméleteket elavultaknak minősíti.

Megemlíti a mezmerizmust, amely „hiú ... és csak a képzeletnek tulajdonítható”. A Priestley–Coulomb-törvényt nem ismeri, vagy nem említi.

Az utolsó előtti szekció, a VII. az égi mechanika után egy vegyes tartalmú szekció: „A földgolyóról különösen” címmel. Ez először a Föld alakját, méreteit tárgyalja, nyilván az asztronómiai rész kiegészítéseképpen, de azután idezsúfolódik minden, ami ebbe a kétségtelenül modernebb felosztásba eddig nem fért bele, de úgy látszik a tradícióknak megfelelően elhagyni mégsem akarja: a légkör hőmérséklete, vizes meteorok, fénytani és tüzes meteorok, és végül ismét – amit már részben egyszer elhagyott, „a természet három országa”.

Horváth János ebben a könyvében igen sok szerzőt idéz, de valószínűnek látszik, hogy fő forrása J. C. P. Erxleben: *Anfangsgründe der Naturlehre* című könyve volt, főképpen annak G. C. Lichtenberg megjegyzéseivel bővített utolsó, 1787-es kiadása. Ez onnan is kitűnik, hogy az új felosztás nagyon hasonlít Erxleben könyvének tartalomjegyzékére, valamint Erxlebent és Lichtenberget is sűrűn idézi, bár például éppen az elektromos folyadékok elméletében nem ért egyet Lichtenberggel, aki ésszerűbbnek tartja Symmer hipotézisét Franklinénál.

Összefoglalólag azt mondhatjuk, hogy Horváth Jánosnak ez a könyve már a tipikus XVIII. századbeli fizikát adja úgy, ahogy a fizikatörténet nagy vonásokban azt jellemezni szokta. A tankönyv 1790-es dátuma is mutatja azt az elég nagy fáziskiesést, ami az élő tudomány és a tankönyvek között van: Newton mechanikája és optikája még a XVII. századból való, a flogiszonelmélet a század elejéről stb., mindeddig azonban több volt a tankönyvekben a kartézianus mechanika, illetve annak newtoni Boscovich-féle változata, valamint több volt a kartézianus optika is, mint a newtoni. Horváth könyve azonban azt is mutatja, hogy a francia forradalom közeledtével, illetve kitörésekor a fejlődés ezen a téren is hihetetlenül meggyorsul, a fáziskésés néhány évre vagy még kevesebbre csökken, mint ahogy azt például Franklin elméletének elterjedésénél láttuk, és még látni fogjuk. Black és Richman kalorimetriája, Priestley, Cavendish, Scheele és Lavoisier felfedezései is már gyorsabban mennek át a tudományos köztudatba. Ennek oka nyilván az új eszmék befogadásával szemben fennállott világnézeti és elvi ellenállás csökkenése, majd fokozatosan megszűnése: az új tudomány létrehozója, a polgárság rövidesen a tényleges hatalom birtokosa lesz.

Horváth János fizikatankönyvével lezártuk a nagyszombati fizika tipikus fejlődését. Magának Horváth Jánosnak egyéb munkásságára, egyéniségére még lesz alkalmunk röviden visszatérni a speciális műszaki-mechanikai munkák tárgyalásánál. Horváth János hatása azonban igen nagy volt. Ez megmutatkozott akár a kassai, akár a nagyszombati és a pozsonyi akadémiák, akár a protestáns középiskolák oktatásában is. E hatás nyomán értékes tankönyvek is születtek, ezeket majd a megfelelő helyen tárgyalni fogjuk.

Egyet kétségkívül megállapíthatunk, a XVIII. században Nagyszombat élen járt a tankönyvírásban, nemcsak a Felvidék többi iskolájával szemben, ahol ebben az időben csak kézírásos jegyzeteket találunk, hanem Sárospatakhoz, Debrecenhez (ahol egyáltalában nem jelent meg tankönyv) és Erdélyhez képest is, ahol a XVIII. században két kartézianus könyv mellett egyetlen, már a newtoni fizikát tárgyaló tankönyv jelent meg, de az is csak fordítás.