

Epizódok a fizikatanítás történetéből

Szubjektív visszaemlékezés

Radnóti Katalin

nyugdíjas, főiskolai tanár,
Budapest

Hazánkban a fizika önálló tantárggyá a latin gimnáziumokban Mária Terézia uralkodása alatt vált. Azóta a fizika tanítása sok reformot ért meg. Jelen írásban az 1972-es oktatáspolitikai határozat alapján kialakított fizikaoktatásra és az azóta bekövetkezett változásokra koncentrálok. Az írásban röviden bemutatom az abban az időben készült általános iskolai és gimnáziumi tankönyvek szerkezetét, fő gondolati csomópontjait – kitekintve arra, hogy ezek napjainkra miként változtak meg a különböző Nemzeti alaptantervek hatására. Milyen oktatási segédletek, szakmai folyóiratok álltak a tanárok rendelkezésére?

Mióta van fizikatanítás?

A fizika az ógörög φυσικη (physis) szóból származik, melynek jelentése természet. A természet megismerésével és megértésével foglalkozó természetfilozófia gyökerei az ókori Görögországban alakultak ki. A legfontosabb alapvetés az volt, hogy minden eseménynek természeti oka van és nem pedig természetfeletti erők. A mai értelemben vett természettudományok még nem jelentek meg. Ez így volt egészen a 18. századig. Newton (1642–1726) korszakalkotó könyvének a címében is ez a kifejezés található, Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, magyar fordításban *A természetfilozófia matematikai alapjai*.

Az első fizikatankönyvnek is tekinthető Galileo Galilei (1564–1642) *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche* Intorno a Due Nuove Scienze, 1638. Matematikai érvelések és bizonyítások két új tudományág, a mechanika és a mozgások köréből című munkája. Ez a könyv már a háziórizetben született és négy fejezete közül a harmadikban írja le Galilei az egyenletesen gyorsuló mozgást. Végig párbeszédes formát alkalmaz, mely a mai magyar iskolákban sokszor alkalmazott kérdve kifejtő módszerhez hasonlítható.

Az önálló fizikatanítás azonban csak 17. század végét követően terjedt el Európában az egyetemeken, főiskolákon. Hazánkban ez Comenius (1592–1670) nevéhez köthető, aki arról is híres, hogy fontosnak tartotta az oktatásban a szemléltetést. Az első hazai fizikatankönyvet Pósházi János (1628(32)–1686), a Sárospataki Kollégium filozófiaprofesszora írta.

Hazánkban a fizika önálló tantárggyá a latin gimnáziumokban Mária Terézia uralkodása alatt vált. A magyar közoktatást az 1777-ben kiadott Ratio Educationis szabályozta. Ez a hároméves gimnázium 1. évfolyamán heti egy, a 2. évfolyamon heti öt óra fizikát írt elő.

A 20. század elején és a két világháború közötti időszakban a gimnáziumok jelentős része reálgimnázium volt, melyekben a matematika és a természettudományok oktatása kiemelt szerepet kapott. Ennek oka hazánk nagymértékű iparosítása volt. A tantervek kialakításában kiváló tudóstanárok működtek közre, mint például Mikola Sándor (1871–1945), Rátz László (1863–1930). Világhírű, a

későbbi években nyugatra emigrált tudósaink is ebben az időszakban jártak iskolába, mint Teller Ede (1908–2003), Wigner Jenő (1902–1995), Neumann János (1903–1957), Szilárd Leó (1898–1964) és folytathatnánk a sort.

A tanulói kísérletezést már az 1927-es tanterv is szorgalmazta, így az napjainkban egyáltalán nem tekinthető újdonságnak. Az általános iskola 1946-ban jött létre. Elődje a 4, illetve később 6 osztályos népiskola. A taneszközökkel hiányosan felszerelt iskolákat az akkori minisztérium az univerzális felépítésű Csekő-féle ládákkal látta el. Csekő Árpád (1902–1993) a kísérleti eszközök építésével és tervezésével legalább olyan kiemelkedő pedagógusa volt az általános iskolai fizikatanításnak, mint Jedlik Ányos (1800–1895) és Vermes Miklós (1914–1984) a gimnáziumi fizikatanításnak. Az általános iskolai fizikatanításban mérföldkövet jelentett Öveges József (1895–1979) munkássága. Az általa írt könyvek, tankönyvek: Kis fizika az általános iskolások számára (1946), az Élő fizika (1952), Játékos fizikai kísérletek (1953), Kis fizika I. (1953), Kis fizika II. (1954) stb., továbbá oktatófilmjei fontosak voltak a kísérleti fizika tanításában. A 2000-ig tartó fizikatanítás története részletesebben olvasható Poór István tanulmányában [1].

Az MSZMP Központi Bizottsága 1972-es oktatáspolitikai határozata és hatásai a természettudományok és azon belül a fizika oktatására

Az MSZMP Központi Bizottsága 1972-es oktatáspolitikai határozata nagy mértékben segítette a természettudományos- és fizikaoktatás fejlődését. Sokan választottak mérnöki, természettudományos pályát az egyetemeken, főiskolákon, melyhez kiváló alapozást nyújtott a közoktatás. A fejlődő ipar nagy mértékben támaszkodhatott az oktatásból kikerülő szakértelmére. 1978-ra készültek el az általános iskolai, gimnáziumi és a szakközépiskolai új tantervek. Az új tankönyveket több éves előzetes kipróbálás előzte meg az ország sok iskolájában, osztályában, számtalan tanár tanítási tapasztalatainak felhasználásával.

Egyetemre jártam, amikor a fejlesztés már a végéhez közeledett, így első kézből kaphattam információt a készülő tankönyvekről. Óralátogatásokra Tóth Eszter (1947–2022) tanárnőhöz jártunk évfolyamtársaimmal. Részt vehettünk a tanárok számára szervezett több napos nyári felkészítő rendezvényeken. Szakdolgozatomat a 12-esek számára készülő tankönyv egyik fejezetéből írtam, melynek egy részét sokszorosították és kiosztották az 1981-es Középszintű Fizikatanári Ankéton. Ezért sok személyes élményem van a fejlesztési folyamatról és az akkori új tankönyvek bevezetéséről, de igyekszem tárgyilagos maradni. Jelen írásban szeretnék szerény emléket állítani ennek az eseménynek és az abban résztvevő, a fizika oktatását szívügyüknek tekintő kiváló kollegáknak.

A fejlesztés eredményeit Rét Rózsa: Műveltségkép az ezredfordulón című 1980-ban megjelent tanulmánygyűjteményében foglalta össze, melyben az egyes műveltségterületek főbb gondolatait a kor legkiválóbb szakemberei írták le.

Alább Marx György (1927–2002): Természettudományos műveltség című írásából az összefoglalót idézem (124-125. oldalak). [2]

„Összefoglalásként közöljük a 12 év természettudományos tantervét nem tanárszemponitú szaktárgyi, hanem tanulószemponitú életkor szerinti felbontásban, hogy kiemeljük természettudományos nevelési tervünk szuperstruktúráját. A tartalmat jellemző címszók után minden osztálynál zárójelben megadjuk a természettudományos tárgyak közös nevelési céljait. A tantárgyak „független” rendező elve és a közös módszertani nevelési célok vízszintes „kötései” végeredményben a természettudomány szuperstruktúráját” valósítják meg. Ezen túlmenően a zárójelben jelzett horizontális kötések kínálják a legjobb csatlakozást az időben együtt futó többi tantárgycsoporthoz, elsősorban az új szemléletű matematikai és nyelvtudományi képzéshez.” (1. táblázat)

1. táblázat: Az egyes évfolyamok tananyaga

1. osztály	Természetismeret: Az anyag érzékelhető tulajdonságainak megismerése. (Megfigyelés alapján.)
2. osztály	Természetismeret: Az anyag mérhető tulajdonságainak vizsgálata. (Mérések alapján.)
3. osztály	Természetismeret: Az anyagi rendszerek kölcsönhatásának vizsgálata. (Kísérletek alapján.)
4. osztály	Természetismeret: Helyzet, mozgás, tájékozódás. (Vonatkoztatás alapján.)
5. osztály	Természetismeret: A hazai tájak és azok élővilágának megismerése. (A környezet szerepe.)
6. osztály	Fizika-Biológia: Energia, tápláléklánc, anyagcsere-ökológia megismerése. (Megmaradás és átalakulás elvei szerint.)
7. osztály	Fizika-Kémia-Biológia: Elektromos töltés és áram. Molekulaszerkezet, ion és elektron. Sejtetől a szervezethez. (Transzport. Építőelem-elv.)
8. osztály	Fizika-Kémia-Biológia: Tehetetlenség, impulzus. Szervetlen és szerves anyagok. Evolúció, rendszertan, ember, populációk. (Organizáció.)
I. osztály	Anyagszerkezet: Az anyag korpuszkuális és hullámmmodellje. (Modellalkotás. Alak, minta.)
II. osztály	Fizika-Kémia: Dinamika. Szerves kémia, vegyülettulajdonság mint az elektronszerkezet folyománya. (Kauzalitás, predikció, tervezés.)
III. osztály	Fizika-Kémia-Biológia: Az elektromos mező és a töltött anyag kölcsönhatása. Fizika kémia, elektrokémia, szervetlen vegyületek. Sejtbiológia, szervek, szervezet, idegrendszer. (Visszacsatolás, szabályozás. Nagy szabadsági fokú rendszerek.)
IV. osztály	Fizika-Biológia: Statisztikus fizika, populációk. Az elektrontól a galaxisig. Az egysejtűtől az emberig. Kozmikus és biológiai evolúció. (Hierarchikus organizáció, sokaság, időbeliség, evolúció.)

Marx György a fejlesztési folyamat lelke volt. Egyetemi professzorként nem egyszerűen csak a szakanyagok megírásában vállalt fontos szerepet, de számtalan tanórán is részt vett, hogy lássa, az előző napokban kitalált módszertani megoldások miként váltak be a tananyag középiskolai feldolgozása során. Ilyen hozzáállásra azóta sem láttam példát. Ezen kívül számtalan konferenciát szervezett a tanárok számára, melyekre sok külföldi kollégát, tanárt és egyetemi oktatót is meghívott. A fejlesztésben a kémia részéről Kajtár Mártont (1929–1991), Ruff Imrét (1938–1990), Kőrös Endrét (1927–2002), a biológia részről pedig Csányi Vilmost és Vida Gábort kell megemlíteni. Az ő munkásságuk nyomán jöhetett létre a természettudományos tantárgyak *összehangolt* tanítása a közoktatásban.

Az általános iskolai fizika tankönyveiről

Az általános iskolai természettudományos oktatás céljaként a tanterv – az általános természettörvények felismerésének útját végigjárva – a tanulóknak az önálló, továbbfejlesztésre alkalmas természettudományos világkép kialakítását tűzte ki célul.

A fejlesztés eredményeként először úgynevezett *munkatankönyvek* készültek. Ezeknek az volt a jellegzetessége, hogy voltak bennük kipontozott részek, melyeket a diákoknak kellett kitölteniük a tananyag feldolgozása közben. Ezek tartozhattak kísérletes részekhez, de lehetnek elméleti részek, például mondatkiegészítések

egy-egy szóval, kifejezéssel, illetve számításhoz feladatok, jellegzetesen táblázatos formában, ahol két mennyiségből kellett kiszámítani egy harmadikat az éppen tanult fizikai összefüggés (képlet) felhasználásával. Ennek az oktatási elképzelésnek az volt a célja, hogy diákok aktívan bevonódjanak a tanulási folyamatba, ne egyszerűen a tanári magyarázat passzív befogadói legyenek. Azonban a tankönyveknek ez a szerkezete több problémát is felvetett. A tanár keze nagyon meg volt kötve, hiszen így maximálisan elő volt írva számára, hogy milyen kísérleteket kell elvégezni a tanórán, hogyan kell a tananyagot feldolgozni. A hiányzó diákok pedig nehezen tudták pótolni a tananyagot.

Néhány év múlva megjelentek a munkatankönyvek helyett a „rendes” tankönyvek, melyekben már le voltak írva a feldolgozást segítő kísérletek tapasztalatai, a várható számszerű eredmények. A tankönyveket viszont munkafüzetek egészítették ki, amelyekbe a diákok dolgoztak. Sőt, külön témazáró dolgozatokként is felhasználható füzetek jelentek meg. Tehát a munkatankönyv több részre vált szét.

A célkitűzések megvalósításához nagy segítséget nyújtott az *Iskolatelevízió*. 25-30 perces filmeket készítettek egy-egy anyagrészhez, a filmeket délelőtt és délután is rendszeresen sugározták. A filmekben szereplő tanárok közül ki kell emelni *Sas Elemért* (1930–1998) és *Halász Tibort* (1932–2020). Továbbá tanári segédkönyvek készültek mindhárom (6.-7.-8.) évfolyam összes tanórájához. Az óravázlatok mellett mindegyik esetben részletes elméleti alapokat lehetett olvasni mind a feldolgozandó fizikai tartalomhoz, mind a tanítási módszerekhez. Később feladatgyűjtemények is készültek.

A tankönyvcsomagot és az azokhoz tartozó tanári segédleteket *Halász Tibor* 1973-ban megszervezett *kutatócsoportja* készítette sok éves oktatási kísérletekre alapozva. Ezek a több milliós példányban megjelent, rendkívül sikeres tankönyvek, tanári segédkönyvek, feladatgyűjtemények, oktatási segédletek több évtizeden át meghatározták és segítették a hazai fizikaoktatást és fizikatanulást az általános iskolákban. A Tankönyvkiadótól fokozatosan a szegedi MOZAIK Oktatási Stúdió vette át a tankönyvek kiadását. A szerzők folyamatosan javították a könyveket, a kiadó pedig egyre színesebbé tette azokat. Azt mondhatjuk, hogy szinte a végsőkig dolgoztak rajtuk a Nemzeti alaptanterv folyamatos változásait követve, míg végül eltűntek a hazai tankönyvpiacról.

Halász Tibor társzerzői voltak Bonifert Domonkosné, Miskolczi Józsefné, Molnár Györgyné, Kovács László, Kövesdi Pál, Szántó Lajos, Bor Pál, Sós Katalin [3-4-5].

Nézzünk kicsit bele a tankönyvekbe!

A 6. évfolyam számára írt tankönyv fő tanegységei a *kölcsönhatások* köré szerveződtek. Bevezették az erőt, az energia fogalmát, és a *részecskeképet*. Mindennek célja az volt, hogy a biológia és a 7. évfolyamon belépő kémia tantárgyak számára előkészítsék a fenti fogalmakat. Egyszerű számítások is szerepeltek, mint pl. a munka kiszámítása. Bevezették az égéshő, fajhő, olvadáshő és a forráshő fogalmakat is. A 7. évfolyamon az elektromosságtan fő fogalmai kaptak helyet, mint töltés, feszültség, áramerősség, soros és párhuzamos kapcsolások. Ennek oka szintén a kémia tantárgy tanulásának előkészítése volt. A tankönyv

második részében az egyszerű gépek és a nyomás témakörök szerepeltek. A 8. évfolyamon a mechanika fő témakörei kaptak helyet, úgy mint a mozgások leírása (számításokkal, grafikonokkal együtt), egyenes vonalú mozgások, körmozgás, forgómozgás, rezgések, ingák, hullámok. Majd a fénytán, tükrök és lencsék következtek, végül az elektromosságtan további fejezetei, mint indukció, váltakozó áram, transzformátor, az elektromos áram munkája. Azt láthatjuk, hogy a teljes klasszikus fizika témakörei helyt kaptak a tananyagban, egyszerű számításokkal együtt. A feldolgozás minden esetben kísérleteken alapult, sok gyakorlati alkalmazás bemutatásával. A tankönyvek szövege tömör volt, melyet nagyon sok, nem egy esetben humoros ábra és fénykép egészített ki. Ezek nagy mértékben segítették a megértést.

A heti 2 órás tantárgy tananyaga ténylegesen nagyon zsúfolt volt. De ez valójában bármelyik tantárgy esetében elmondható napjainkban is, hogy az *adott óraszámhoz viszonyítva túlzó a feldolgozandó tananyag*.

A korábbi gyakorlattól eltérően az általános iskolák számára két tankönyvcsalád készült. A *párhuzamos tankönyveknek* „két alap szerzőpárosa” *Csákány Antalné* (1933–2013) az ELTE Radnóti Miklós Gimnázium vezetőtanára és *Károlyházy Frigyes* (1929–2012) az ELTE elméleti fizika professzora voltak. Szerzőtársaként a 7.-es tankönyv esetében Sebestyén Zoltán csatlakozott, majd a 8.-oshoz még Muraközi Gáborné. A tankönyvek, majd később a munkafüzetek, a témazáró feladatlapok és a feladatmegoldások a Tankönyvkiadónál jelentek meg. Ezek a tankönyvek is az évek előre haladtával egyre színesebbek lettek és alkalmazkodtak az épp aktuális Nemzeti alaptantervhez.

Nézzünk bele ezekbe a tankönyvekbe is!

Az egyes leckékhez tartozó szövegek sokkal bőségebbek voltak, mint a másik sorozat esetében. Ez nagyban segítette a tananyag megértését. Ezekben is nagyon sok magyarázó ábra és a megértést megkönnyítő humoros ábra található. Kiemelendő a tanulói aktivitást igénylő feladatok száma, mint egyszerűbb kísérlet elvégzése, eszköz elkészítése. Az egyes tananyagrészek sorrendje alapvetően más. A 6.-os tankönyv első leckéi a hőtan témaköréhez tartoznak, az energiafogalom bevezetését célozva meg: vízmelegítés, faforgács elégetése, égéshő és fajhő fogalma, kevés számítás. Majd a *részecskekép* bevezetése, melyet felhasználnak a szerzők a halmazállapot-változások értelmezéséhez. Végül a mozgások témakör, az erő és a munka fogalmak bevezetése, ez utóbbi kapcsolása az energia fogalomhoz zárta a könyvet- vagyis éppen fordítva történt, mint a Halász Tibor nevével fémjelzett, másik tankönyvcsalád esetében. [6-7]

A 7. évfolyam tananyaga az egyszerű gépekkel kezdődik, majd a nyomás témakör és csak a második félévben kerül sor az elektromosságtan tananyag első felének feldolgozására, mint töltés, feszültség, áramerősség, soros és párhuzamos kapcsolat. A 8. évfolyam ott folytatja, ahol a 7.-es befejezte, az elektromosság témakör befejezése, majd ez után következik a mozgások részletesebb tárgyalása.

Elmondható, hogy *mindkét tankönyvcsalád nagyon népszerű volt*. A tanárok szerettek ezekből tanítani, a diákok nem egyet az akkori időkben kiadható úgynevezett „Tetszsdíjjal” jutalmaztak. A Nat (110/2012. (VI. 4.) Korm.

rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról) bevezetésével megjelentek ugyan különböző szerzőktől, újonnan alakult kiadók gondozásában általános iskolások számára írt fizika tankönyvek, de egyik sem vetekedhetett a fenti két tankönyvcsaláddal, sem népszerűség, sem szakmai vonatkozásban.

A gimnáziumi fizika tankönyveiről

Az előzetes elképzelések, tervek és az azokra épülő oktatási kísérletek alapján a fejlesztők úgy gondolták, hogy a 9. évfolyamon egy viszonylag nagy óraszámú, heti 4 órás *Anyagszerkezet* nevű tantárgyat vezetnek be. Ez tartalmazta volna a fizika hőtani és a kémia általános kémia fejezeteinek ismeretanyagát, de teljesen új szemléletben. Az első félévben került volna sor a részecskekép, a golyómodell segítségével felépített hőtani részek feldolgozására, míg a második félévben az elektron hullámmoddelljével felépített atom- és molekulaszervezetek és a kémiai reakció típusok tárgyalására. A témához több kísérleti tankönyv is készült. Ezek végső változataként megjelent az Atomközelség című könyv. [8]

A 12. évfolyamon pedig egy, a természettudományos tanulmányokat lezáró integrált tantárgy lett volna, melynek témája az *anyagfejlődés* az elemi részecskéktől a biológiai struktúrákig. A kvantummechanika elemi szintű tárgyalása és az anyagfejlődés bemutatásának mintegy előzeteseként megjelent Marx György tollából az Éltrevaló atomok című könyv [9]. A fenti két integrált tantárgy bevezetésére végül nem került sor. De a bevezetett fizika tanterv és az arra épülő tankönyvek sokat megőriztek ezekből az elképzelésekből.

Mind a négy évfolyam tankönyveihez készültek munkafüzetek, az I., a II. és a IV. évfolyamok tananyagának tanításához pedig rendkívül részletes tanári segédletek is. Ezek minden leckéhez tartalmaztak tanácsokat az óra vezetéshez, a tankönyvi és a munkafüzeti feladatok megoldását, továbbá még további feladatokat megoldásokkal együtt.

Konyhafizika

A gimnáziumi I. osztályosok (napjainkban ezt 9. évfolyamnak hívjuk) számára készült tankönyvhöz írt tanári segédkönyv bevezetőjét Marx György írta, aki ebben röviden összefoglalta a gimnáziumi fizikaoktatás fő célkitűzéseit. Marx szerint a tudomány gyors fejlődésére nem az a válasz, hogy minél több ismeretet zsúfolunk a tananyagba. A tanulók *gondolkodását fejlesztve* kell kialakítani a tanulás igényét. Kiemelt feladatnak tartotta a *természet megismerésének* bemutatását a minél több ismertanyag közlése helyett.

„... a fizika nem ismeretek (képletek és adatok) gyűjteménye, hanem egy nagyon hatékony cselekvési mód a világ megismerésére.”

A megismerési folyamatban fontos szerepet tulajdonított az empirikus tapasztalatoknak, a kísérletezésnek. És erre az úgynevezett „konyhafizikát”, a fizika hőtani fejezeteit tartotta leginkább alkalmasnak. És itt tetten érhetjük napjaink pedagógiai szemléletét is, miszerint nem csak maga a megtanítandó/megtanulandó ismeret a fontos, hanem az is, hogy ennek milyen céljai vannak az egyén

képességeinek fejlődése szempontjából. A hőtan pedig kifejezetten alkalmas arra, hogy egyszerű, akár a köznapiban előforduló eszközökkel is lehessen olyan empirikus tapasztalatokat szerezni, melyekből következtetéseket lehet levonni a világ működéséről.

A tudományos ismeretszerzés ajánlott lépései alkották az első 5-6 fizika óra tananyagát, melyek a következők voltak:

- A valóság megfigyelése.
- A néhány bennünket érdeklő szempont kiválasztása.
- A működő *modell* megalkotása.
- Jóslás új jelenségekre a modell működtetése alapján.
- A jóslás kísérleti ellenőrzése, a modell alkalmazhatósági határának felderítése.
- A modell továbbfejlesztése az érvényességi határok kiterjesztése céljából.

A felsorolásban szinte a napjainkban divatos kutatási szemlélet fedezhető fel.

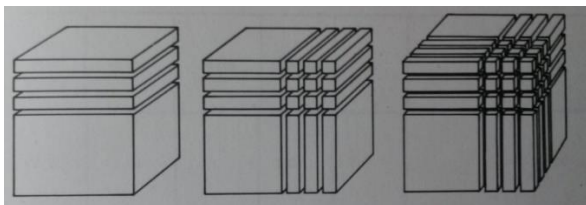
A hőtani ismeretek feldolgozásának alapját a részecskeszemlélet adta, melyeket golyóknak neveztek el a tankönyvben. Majd ez az egyszerű modell épült tovább, jutottak el a tanulók az érvényességi határáig a gázok fajhőjének tanulmányozásakor.

„Ha komolyan vesszük a fizika alaptudományi küldetését, akkor mielőbb ki kell építeni az anyag molekuláris szemléletét, mégpedig fizikus módra: empirikus élmények alapján, kvantitatív mérésekre támaszkodva, kemény logikájú kvantitatív rendszerré fejlesztve azt.” „... az egész tankönyvön kemény gondolatmenet vonul végig...”

Kiemeli, hogy a tankönyv tudatos modellhasználatra nevel, de ugyanakkor megjegyzi, hogy ettől nem kell félni, hiszen a gyerekek különböző szerepjátékai is valójában mind modellezési gyakorlatok. Ténylegesen a gyerekjátékok nagy része a felnőtt világ tárgyainak modellje. Az ezekkel történő szerepjátékok pedig a felnőttek világát modellezik, felkészítvén arra a gyerekeket [12].

Nekem különösen tetszett az, hogy csak a kinetikus megközelítés kapott helyet. Továbbá a gázok esetében viszonylag hamar előkerült az ideális gázok állapotegyenlete és utána már csak azt kellett használni a feladatmegoldások során.

A tankönyvön végigvonuló gondolatmenetet követve ténylegesen el lehet jutni ahhoz, hogy a körülöttünk lévő anyagot valóban részecskékből állónak gondoljuk, sőt, a részecskék különböző tulajdonságaira is következtethetünk. Példaként nézzük meg, miként is következtethetünk egy folyadék részecske d méretére! A becsléshez használjuk fel a *forráshő*, *felületi feszültség*, és *sűrűség* adatait. Ezek mindegyike makroszkopikusan mérhető, akár iskolai körülmények között is. A munkafüzeti feladatok közt szerepelnek is [11]. A részecske alakját az egyszerűség kedvéért közelítsük kockával. Vegyünk egy l oldalú kockát a folyadékból és gondolatban daraboljuk fel kétféle módon! Először vágjuk fel molekula méretű darabokra, másodsor pedig forraljuk el! [10]



l oldalélű kocka feldarabolása két féle módon.

Vágások száma: $3 \cdot \frac{l}{a}$

Minden vágásnál $2 \cdot l^2$ új felület keletkezik. a : felületi feszültség.

A kocka feldarabolásához szükséges energia: $E = 3 \cdot \frac{l}{a} 2l^2 \alpha$

A kocka elforrolásához szükséges energia: $E = l^3 \rho L_f$.

Mind a feldaraboláshoz, mind az elforraláshoz ugyanannyi energiát kell felhasználni, tehát:

$$3 \cdot \frac{l}{a} 2l^2 \alpha = l^3 \rho L_f$$

Innen d értéke kiszámítható: $d = \frac{6\alpha}{L_f \rho}$.

A mechanika

A mechanika korformáló üzenete az volt, hogy ismerve egy test és a környezet kölcsönhatásának mikéntjét, előre ki tudjuk számítani a test jövőbeli mozgását. Ez példa arra, hogy *a világot önmagával tudjuk megmagyarázni* [12].

A differenciál- és integrálszámítás alapjai a matematika modernizációjának következtében épp akkor maradtak ki a kötelező gimnáziumi tananyagból, pedig a fizikának nagy szüksége lett volna rá. (Csak zárójelben jegyzem meg, hogy a matematika napjainkban mindig később tanítja a többi tantárgy eredményes tanulásához szükséges ismereteket.) De az új tankönyv igyekezett ezt a problémát áthidalni azzal, hogy az első tankönyvi leckében bevezette grafikusan a *változási gyorsaság* fogalmát a vízmelegítéshez, mint konkrét példához kapcsolódóan. A melegítés során felvett hőmérséklet-idő grafikon lineáris részéhez számoltatták ki a szerzők az egyenes meredekségét. Ha gyorsabban emelkedik a víz hőmérséklete, meredekebben emelkedik az egyenes, akkor nagyobb a változás gyorsasága, a változási gyorsaság számértéke is nagyobb. [13]

Ugyan nem a tankönyv bevezetésének évében, hanem kicsit később, de elkészült a tanítást nagy mértékben segítő tanári kézikönyv is. Ebben a szerzők erősen hangsúlyozták a fizikai törvények függvénykapcsolat-jellegét, a tanulók ne egyszerű képleteknek lássák azokat. A segédkönyv nagyon részletes szakmai instrukciókat tartalmazott, továbbá a tankönyv és a munkafüzet összes feladatának részletes megoldását – óravázlatokat azonban nem. Ellenben nyomatékosan, több helyen is hangsúlyozták, hogy jóval több feladatot kínálnak a tankönyvben, mint amennyit ténylegesen fel kell dolgozni. A feladatok segítségével differenciálni lehet a tanulók között. De fontosnak tartották, hogy a fizika iránt érdeklődő tanulók számára is sokféle és változatos tevékenységet kínáljanak, nem csak az alapórákra, hanem akár a fakultációs órákra is. [14]

A szerzők újszerű szóhasználatot is bevezettek. Az impulzus fogalom helyett következetesen a *lendület* fogalmat használták. Majd ehhez kapcsolódóan a *lendülés* a *lendítés* fogalmakat. Ezek analógiájára vezették be a *perdlület*, *perdlítés* és *perdlülés* fogalmakat. Következtesen rámutattak

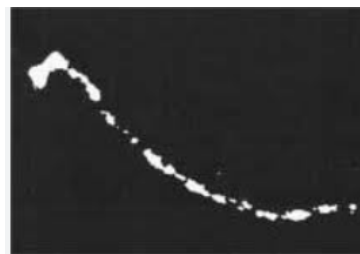
arra, hogy egy test mozgását annak környezete határozza meg. A test lendülete a környezet lendítő hatására változik, mely többféle lehet, mint gravitációs, elektromos, mágneses, stb. Vagyis azt, hogy például egy elektron miként mozog elektromos, vagy mágneses mezőben, a mechanika körébe tartozónak tekintették, nem választva el élesen a fizika egyes témaköreit.

Itt említem meg a szerzők által is helytelen kifejezésnek tarott centripetális erőt. Ugyanis ez nem erőtvény, mert nem ok, hanem inkább okozat. Az $m \cdot \frac{v^2}{r}$ kifejezés nem az erőnek, hanem a lendülésnek a nagyságát adja meg. Vagyis a test adott környezetben való mozgásáról ad felvilágosítást. A szerzők szerint eredete pedagógiai tévedésre vezethető vissza, miszerint Newton a centrális erő megnevezésre a „vis centripeta” kifejezést használta. Ez azonban nem körpályára utal, hanem a centrális erőre, mint amilyen a gravitációs erő is. De ez csak speciális esetben eredményez körpályát. Azt már csak én teszem hozzá, hogy nem egy esetben több erő eredőjeként is létrejöhet körpálya, mely az m tömegű testen v^2/r gyorsulást hoz létre.

A diákok sok stroboszkópikus felvételt elemeztek. A mozgásegyenlet megoldása pedig grafikus integrálással történt körzövel és vonalzóval, kirajzolva így a test pályáját például a hajítás, úrhajó, vagy bolygó esetében. Napjainkban ezek a műveletek a számítógép segítségével sokkal egyszerűbben elvégezhetők. Érdeklődő diákok programokat írhatnak rá, de sok szimuláció is rendelkezésre áll. Ha abban az időben, a 80-as évek elején, a maihoz hasonló informatikai háttér már rendelkezésre állt volna, valószínűleg sokkal sikeresebb lehetett volna a tankönyv.

Példaként nézzük a 9/5. feladatot, mely a részecskefizika témakörébe tartozik ugyan, de mechanikai ismeretek kellenek a felismeréshez.

„A 45. ábrán olyan atomi részecskék mozgása látható, melyeknek pályáját egy ködkamrában a pálya nyomán kialakuló ködfonál rajzolja ki. (Pontosan úgy, mint a lökhajtásos repülőgépet a kondenzcsík.) A részecskék indulási helyén egy He-atom volt, mely magából egy elektront kilövellve Li-atommá alakult. Az elektron pályája a vékony görbe vonal, a Li-atomé a vastag, rövid. (Az elektron azért mozgott görbe vonalú pályán, mert a kamrában lévő mágneses mező a sebességét elindulása után folyamatosan változtatta, lásd majd a 15. fejezetben.) Mi a különös ezen a képen? Mire következtetsz belőle?”



A tanulóktól elvárt következtetés az, hogy a lendületmegmaradás teljesüléséhez kellett még egy olyan részecskének is távozni, amely nem hagy nyomot a ködkamrában, de lendületet visz magával.

Ez a részecske a neutrínó. És az ábra Debrecenben készült 1956-ban. Vagyis a modern fizika akkori legújabb eredményeinek egyike is szerepel a könyvben, de a témához

tartozó feladatként. És szerepel a mágneses mező, ami megváltoztatja a lendületet, mintegy előzetesként a további tanulmányokhoz.

A legjobban sikerült tankönyv

Mai világunk elképzelhetetlen elektromosság nélkül. Ugyan szerényebb mértékben, de ez már a múlt század végén is így volt. Akkor már a falvakban is megtörtént a villamosítás. A lakások nélkülözhetetlen elektromos eszközei, berendezései közé számított a villanyvilágítás, a hűtőszekrény, a porszívó, a televízió, rádió, magnó. Már néhány műhold is rendszerbe állt. A technika további fejlődése is e területen volt várható, ahogy azt napjaink még több elektromos eszközének létrejötte igazolja is. Tehát a fizika e területe nagyon fontos volt. Talán utólag elmondható, hogy a legsikeresebb, a tanárok számára leginkább elfogadható tankönyv nagy része ezt a területet dolgozta fel.

A 11.-es évfolyam számára készült tankönyv által érintett fő területek:

- Rezgések, hullámok
- Elektromos jelenségek
- Fizikai optika

A tankönyv jellegzetességének tekinthető a nagyon tiszta, világos fogalomalkotás, a korrekt definíciók, a megfelelő, abszolút szemléletes ábrák, az érthető, minden lépésében követhető levezetések. A 10.-es tankönyvhöz hasonlóan ebben az esetben is elmondható, hogy sokkal több ismeret kapott benne helyet, mint amennyit ténylegesen kötelezően fel kellett dolgozni. A könyv sok apró betűs, kiegészítő részt tartalmaz. Bonyolultabb levezetések csak ezekben a részekben szerepelnek. Ezek azonban zseniálisak, hiszen komoly differenciálegyenletek megoldásait sikerült Holics Lászlónak elemi módszerekkel bemutatni. [15]

Új kifejezések ebben a tankönyvben is helyet kaptak, mint *forráserősség* és *örvényesség*. Továbbá az integrálok szumma jelekkel történő felírása, mint például az elektromos mező esetében: forráserősség, N_E :

$$\sum_{\text{zárt felületre}} E \Delta A = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{\text{körülvevett térfogatra}} Q$$

örvényesség, \ddot{O}_E :

$$\sum_{\text{zárt görbére}} E \Delta s = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

A szerző gondolatmenete több később megjelent Fizika összefoglaló könyvben is helyet kapott.

Modern fizika

A fejlesztés időszaka alatt sok hazai és nemzetközi fizika tanításával foglalkozó konferenciát szerveztek, melyeken egyetemi oktatók és tanárok is részt vettek. Komoly hatása volt a munkára az angol *Nuffield Science Teaching Projectnek*, mely egy olyan program volt, amely a Nuffield Alapítvány égisze alatt a brit középiskolákban a tudomány oktatásának jobb megközelítésére akartak kidolgozni [18]. Bár nem tantervnek szánták, alternatív nemzeti vizsgákat eredményezett, és a felfedezéssel tanulás módszer használata nagy hatással volt az oktatási elképzelésekre.

Hazánkban a 12. évfolyam új fizikai témaköreire kapcsolódóan, mintegy előkészítéseként Marx György megírta az *Éltrevaló atomok* című könyvet, mely gyakorlatilag a kvantummechanika fő gondolatainak középiskolai szintű tárgyalását mutatta be a hidrogénatomtól egészen a biológiai molekuláig. Továbbá több cikkgyűjtemény is készült a tanárok számára a témához [9].

A tankönyv fő témakörei a következők voltak:

- Statisztikus fizika, Boltzmann-eloszlás
- Atomfizika, hullámmodell
- Magfizika, atomerőmű
- Kozmológia [16].

A tankönyv eredményes tanításához tanári segédkönyv készült. Ebben tanmenet, különböző szintű osztályok számára, minden tanórához részletes óravázlat, a tankönyvi feladatok megoldásai, plusz feladatgyűjtemény és minden témakörhöz javasolt dolgozatkérdések találhatók [17].

A tankönyv nagyon sok újdonságot tartalmazott a korábbiakhoz képest. A statisztikus fizika teljes egészében új fejezet volt. Ez annyira idegen volt a tanártársadalom számára, hogy hamarosan teljesen ki is maradt a fizika középszintű oktatásából; a többi fejezet pedig jelentősen lerövidült. A Heisenberg-törvény, a foton és az elemi részecskék hullám- és részecskemodelljeinek egyidejű alkalmazása filozófiai kérdések megbeszélésére adott lehetőséget, melyre a diákok 18-19 éves életkora már abszolút alkalmas.

Az atomfizika esetében kiemelendő az elektron hullámmodelljének következetes alkalmazása a tankönyvben. A különböző alakú potenciáldobozokba bezárt elektronmodellel nem csak az atomok, hanem nagyon sok molekula tulajdonságai magyarázhatók, akár kvantitatívan is becsülhető az elnyelt foton energiája. Az abban az időben a 9. évfolyamon az általános kémia keretében tanított kvantumszámok itt válhattak érthető, logikus és szemléletes rendszerré.

Az elemi kvantummechanikai ismeretek alapján épült fel a magfizika témaköre, különösen a könnyű magok esetében. A nehéz magok esetében a cseppmodell kiváló példa a modellalkotásra és az analógiás gondolkodásmód alkalmazására a megismerés során. Az ismeretek társadalmi felhasználási lehetőségeinek megvitatása pedig az atombomba és az atomerőművek témakörének adott lehetőséget. A kozmológia fejezet az eredetileg a középiskola utolsó évfolyamára tervezett anyagfejlődés-témakör fizikához kapcsolódó részeit tartalmazza. A tankönyv ugyan már régóta nem szerepel a tankönyvek listáján, sok tanár mégis használja napjainkban is. Az Országos Szilárd Leó Fizikaverseny, melynek Marx György volt a létrehozója, alapvetően a modern fizika témakörre épül, e tankönyv fejezeteit és feladatait fontosnak tartja [19].

Elmondható, hogy a fejlesztés eredményeként készült tankönyvek és a hozzájuk készült munkafüzetek lehetővé tették a tanulók között széleskörű *differenciálást*. A ténylegesen a törzsanyaghoz tartozó tanulnivaló valójában nem volt sok. Ellenben a plusz kiegészítések kielégítették a fizika iránt komolyan érdeklődő diákok igényeit is. Ezek a tanulók önállóan, némi tanári útmutatással, irányítással foglalkozhattak az átlagnál akár jóval magasabb szinten is a

fizikával. A már akkor megjelenő programozható zsebszámológépekre írhattak programokat, oldhattak meg érdekes feladatokat, olvashattak kiegészítő ismereteket, áshatták bele magukat az igényesebb levezetésekbe. Nem tudok egyetérteni azokkal a sokszor elhangzó megjegyzésekkel, hogy a bármilyen tantárgyból gyengébbnek minősített osztály számára elegendő csak a minimumot tartalmazó tankönyv. Hiszen közöttük is lehet akárcsak 1-2 érdeklődő tanuló, akiknek viszont meg kell adni a lehetőséget. Nem szabad őket elveszíteni. És ők bárhol születhetnek, a legkisebb faluban is. Gondoljunk például Newton élettörténetére, aki egy kis angliai faluban született és gazdálkodónak szánták. De ott volt Kepler is, aki nagyon szegény és meglehetősen viharos életű családba született. Róluk a tanítójuk vette észre, hogy mennyire tehetségesek és vette rá a szülőket a további tanításukra.

A tanárok egy része nem tudta magáévá tenni a fenti tankönyvekben megjelent új szemléletet. Az ő igényeik kielégítésére néhány évvel később megjelent a *Vermes Miklós* által írt hagyományos, leíró szemléletű tankönyvsorozat. Ezek ismertetésével nem foglalkozom.

A fizikatanítás új szemléletű és módszertani megújítást jelentő fentebb bemutatott fejlesztéseit számtalan cikk,

tanulmány támogatta, melyek írói közt voltak gyakorló tanárok és egyetemi oktatók is. A segítő ötletek, újszerű gondolatok megjelentetésére több *folyóiratban* nyílt lehetőség. Gyakorlatilag minden, a közoktatásban tanított tantárgy tanításához rendelkezésre állt egy szakmódszertani folyóirat az akkori Művelődésügyi Minisztérium, az Országos Közoktatási Szolgáltató Iroda OKSZI, majd később a MOZAIK Kiadó gondozásában. Ezek mindegyike megszűnt azóta, de az írások különböző könyvtárakban napjainkban is elérhetők. Továbbá az Iskolakultúra folyóirat is közölt szakmódszertani témájú írásokat. Napjainkban már inkább bölcsészeti és társadalomtudományi folyóiratként határozza meg magát. Utolsó létezőként a Fizikai Szemle Fizika tanítása rovata létezik napjainkban is.

Összefoglalás

Írásomban röviden bemutattam a múlt század, évezred jelentős oktatási fejlesztésének fő alapvetéseit, a fizikatanterv általános iskolai és gimnáziumi jellegzetességeit, szemléletét.

Irodalomjegyzék

- [1] Poór István: A fizikatanítás történetének áttekintése. In. Radnóti Katalin – Nahalka István (Szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó. 2002. Budapest.
- [2] Rét Rózsa: *Műveltségkép az ezredfordulón*. Kossuth Könyvkiadó. 1980. Budapest.
- [3] Kövesdi Pál – Bor Pál – Halász Tibor – Kovács László – Miskolczi Józsefné: *Fizika 6*. Tankönyvkiadó. 1983. Budapest.
- [4] Bonifert Domonkosné – Halász Tibor – Miskolczi Józsefné – Molnár Györgyné: *Fizika tizenkét éveseknek*. MOZAIK Oktatási Stúdió. 1999. Szeged.
- [5] Halász Tibor – Kovács László – Kövesdi Pál – Miskolczi Józsefné – Szántó Lajos: *Hogyan tanítsunk fizikát a 6., 7., 8. osztályban?* Tankönyvkiadó. 1980. 1985. 1986. Budapest. tankönyvek, segédkönyvek
- [6] Csákány Antalné – Károlyházy Frigyes – Sebestyén Zoltán: *Fizika 7*. Nemzeti Tankönyvkiadó. 1994. Budapest.
- [7] Csákány Antalné – Károlyházy Frigyes – Muraközi Gáborné – Sebestyén Zoltán: *Fizika 8*. Nemzeti Tankönyvkiadó. 1995. Budapest.
- [8] Tóth Eszter – Holics László – Marx György: *Atomközépen*. Gondolat Könyvkiadó. 1981. Budapest.
- [9] Marx György: *Életrevaló atomok*. Akadémiai Kiadó. 1978. Budapest.
- [10] Bakányi Márton – Fodor Erika – Marx György – Sarkadi Ildikó – Tóth Eszter – Ujj János: *Fizika I*. Tankönyvkiadó. 1981. Budapest.
- [11] Fodor Erika – Sarkadi Ildikó: *Fizika I. Munkafüzet*. Tankönyvkiadó. 1983. Budapest.
- [12] Boros Dezső – Fodor Erika – Sarkadi Ildikó: *Fizika I. Tanári kézikönyv. Gimnázium*. Tankönyvkiadó. 1985. Budapest.
- [13] Dede Miklós – Isza Sándor: *Fizika II*. Tankönyvkiadó. 1984. Budapest.
- [14] Dede Miklós – Isza Sándor – Győri József: *Fizika II. Tanári kézikönyv. Gimnázium*. Tankönyvkiadó. 1984. Budapest.
- [15] Holics László: *Fizika III*. Tankönyvkiadó. 1985. Budapest.
- [16] Tóth Eszter: *Fizika IV*. Tankönyvkiadó. 1985. Budapest.
- [17] Radnóti Katalin – Tóth Eszter: *Fizika IV. Tanári kézikönyv. Gimnázium*. Tankönyvkiadó. 1986. Budapest.
- [18] <https://www.nuffieldfoundation.org/news/a-short-history-of-curriculum-development-at-the-nuffield-foundation> utolsó letöltés: 2023. 08. 01.
- [19] [Címlap | Országos Szilárd Leó Fizikaverseny \(szilardverseny.hu\)](https://www.szilardverseny.hu) utolsó letöltés: 2023. 08. 01.