

## MÚLT VAGY JÖVŐ?

**E**ZEKET A FIZIKA ÉRETTSÉGI FELADATOKAT *tűzte* ki a magyar oktatásügy a 21. század első esztendejében.\* Önt fölizgatták ezek a problémák? Vajon ki ejteget 3,3 méter magasságból köveket a Holdon? Ki a csudát érdekelhet, mennyi ott a kő sebessége félúton? A töltött gyöngy esetében még tán izgalmas kérdés lehetett volna: hogyan őrzi meg töltését ennyi herce-hurca közben a gyöngy, és minek csinálta ezt a kísérletet bárki is. Mindenesetre e feladatok megoldásával 200 esztendővel ezelőtt is megbirkózott volna egy fizikában jártas fiatal! De azóta elmúlt a 19. és a 20. század, amelyek a mai fizika nagyobb (és hatékonyabb) részét létrehozták. E századok fizikája bevonult a mindennapi életbe: mobil telefon és parabolaantenna, lézermutató és infravörös tévékapcsoló köznapibb tárgyakká váltak, mint a csigaszor és fogaskerék. (Akkor miért az utóbbiak szerepelnek a hivatalos tantervben?) Ha az iskola a fizikának az imént bemutatott tételekkel jellemzett arculatát mutatja a 21. századba kíváncsian belépő fiataloknak, nem csodálkozhatunk, ha ők inkább közgazdász és pénzforgató pályát választanak.

- 
- \* 1. A Holdon a nehézségi gyorsulás a földi érték hatodrésze. Milyen magasból esik le a Holdon elejtett kődarab 2 másodperc alatt? Mekkora a sebessége félúton? Mennyi idő alatt nő sebessége 1 m/s-ra?
2. Egy 250  $\Omega$  ellenállású fogyasztóval sorba kapcsolunk egy ismeretlen ellenállást. Az egyenáramú áramkörben 230 volt feszültség hatására 0,5 amper erősségű áram folyik. Mekkora az ismeretlen ellenállás? Mekkora teljesítményt vesz fel a 250  $\Omega$  ellenállású fogyasztó? Ha az áramkörbe a fogyasztóval párhuzamosan egy 2 k $\Omega$  ellenállású voltmérőt kapcsolunk, az mekkora feszültséget mutat?
3. Orvosbiológiai kísérletben egy függőleges tengely körül forgó kamra falához simulva áll egy kísérleti személy, akinek centripetális gyorsulása 10 g, forgástengelytől mért távolsága 2 m. Mekkora a kamra szögsebessége? Mekkora a szöggyorsulása, ha fenti szögsebességet nyugalomból indulva 70 másodperc alatt érte el? Mekkora az ehhez szükséges forgatónyomaték, ha a kamra és a személy együttes tehetetlenségi nyomatéka 1500 kg/m<sup>2</sup>?
4. Vízszintesen fekvő planparallel üveglemezen 0,3 ns alatt halad át egy fénysugár. A fénysugár az üveglemezen a függőlegessel 30°-os szöget zár be. Milyen vastag a lemez? A lemezből kilépő fénysugár mekkora eltolódással halad tovább a belépő fénysugárhoz képest?
5. Egy mól kezdetben 300 K hőmérsékletű ideális gázt állandó  $3 \times 10^5$  Pa nyomáson felmelegítettünk. Ezután a gázt állandó hőmérsékleten eredeti hőmérsékletére hűtöttük le. Az állapotváltozások során a gáz 5 kJ hőt vett fel környezetéből. Mennyi tágulási munkát végzett a felmelegített gáz? Mekkora a nőtt térfogata? Mennyi lett végül a gáz nyomása?
6. Vékony függőleges szigetelő szál alsó végére rögzített test elektromos töltése  $Q = 10^{-7}$  C A szál mentén súrlódásmentesen mozoghat egy  $m = 10^{-4}$  kg tömegű,  $q = 10^{-8}$  C töltésű gyöngy. Kezdetben a gyöngyöt a rögzített test fölött 27 cm távolságra tartjuk, majd elengedjük. Mennyire közelíti meg a gyöngy a rögzített testet? Mekkora a köztük lévő távolság egyensúlyi helyzetben?

– 14 éven át tanulhatsz matematikát anélkül, hogy bármely 1800 után született eredménnyel találkoznál – panaszkodott Kemény János, a Basic nyelv és az e-mail megte-remtője. Ő Amerikában sürgette a matematika tantervek készítőit: ma releváns ma-tematikán mutassák be az iskolában a matematikai gondolkodás erejét.

\*

Amit itt hiányolok, nem pusztán a vad újítás. Az 1940-es évek elején jártam gimnáziumba. Genetikát tanultunk a biológiaórán. Fizika érettségi tétele az elektronhul-lám valószínűségi értelmezése, matematika érettségi tétele a határozott integrál volt. Ez nem tanárain szokatlan modernkedését jelezte; mindez tantervi anyag, tanköny-vi fejezet volt – akkor. Ma hiába keresnök a kerettantervben, abból ellillant a 20. század.

Az 1960-as években Kaliforniában voltam vendégprofesszor. Fiam ott járt általános iskolába. Az irodalomórán nem csak William Shakespeare és Mark Twain volt tananyag, hanem a tanár tanítványaival megbeszélte, kiértékelte (leértékelte) az ak-kor ott éppen divatos tévé szappanoperákat és (történelmi?) kalandfilmeket. A mai magyar tizenévesekről is tudni lehet, hogy kevesebb időt töltenek 18–19. századi regények olvasásával, mint a tévé bámulásával, vagy – az értelmesebbje – az interneten való kalandozással. Vajon melyik tantárgy tanítja (tanítsa) az internet használatának etikáját és esztétikáját? Magyar- vagy matektanár? Kérdezzük meg gyerekeinket (uno-káinkat), melyik élő és ma alkotó költő verseit elemezték és tanulták meg az órán?

Most múlt el a millennium éve. Mindenki az elmúlt évezredről beszélt, nem az elkövetkezőről. (Sok történelemtanár inkább otthon érzi magát a 15–19. században, mint a 20–21. században.) Magyar király vezetett keresztes háborút az ozmánok el-len a Szentföldre, és volt nálunk is törökvész meg tatárdúlás, osztrák császár, német és orosz megszállás. Vajon elbeszélgettek-e a történelemórán a World Trade Center el-pusztításáról, Irak és a belgrádi tévé bombázásáról, a Nyugat és az Iszlám problémá-járól? A Globalizáció és a Hit erejéről? Nem azt kinyilvánítva, hogy Ennek vagy Annak van igaza, hanem elgondolkozva az alternatívákon, a kultúrák diverzitásán. Nem végső igazságot osztva (szóval és bombával), hanem tanítványainkat gondolko-dásra nevelve, hiszen rövidesen nekik kell állást foglalniuk ilyen kérdésekben – ha hiszünk a demokráciában. Milyen lesz Európa mint egységes hatalom? Európa von-zóereje a többi szuperhatalommal szemben épp kulturális, nyelvi diverzitása lehet. Mert tudjuk a biológiából, hogy a diverzitás módot ad a szelekcióra és evolúcióra.

Hogyan nevelhet az iskola a 21. századra, ha azt még nem ismerjük? Biztosan más lesz, mint a 20. század; a 20. század sem volt a 19. század sima folytatása.

Mai fizika-tudásunk többsége a 20. század ajándéka. De a tanterv és a tankönyv (és sok tantervgyártó pedagógus feje) már megtelt a klasszikus fizika tananyagával. A tényszerű közlés mai gyakorlata nem folytatható tovább, a tananyag a régigt megtartva új ismeretek hozzáadásával nem bővíthető.

Fizikaórán szorgalmasan tanítják a merev testeket, összenyomhatatlan folyadéko-kat, ideális gázokat, egyenáramot. Pedig az újságok többet írnak, a televízióban töb-

bet látnak mikroelektronikáról és nukleáris technikáról, mint forgatónyomatékról és Ohm-törvényről. Biológiában sem a lepkegyűjtemény az aktuális téma, hanem az AIDS-vírus és a humán genóm. Földrajzból nem 200 ország fővárosait kell megtanulni, hiszen még az országok is változnak, hanem a klímaváltozás hatásainak okait és eloszlását (szárazság, erdőtüz, éhínség, tornádó, árvíz). Ezeket nem lehet olyan egyszerűen levezetni, mint a szabadesés lefolyását. 1999-ben Illetékes Úr kijelentette: „Bocsánat, ez szörnyű kivétel, hazánkban 500 éve nem volt ilyen árvíz.” Akkor megírtam: „De jövőre lesz!” És valóban lőn, azóta minden évben...

\*

Mik lesznek azok az égető kérdések, amikkel tanítványainknak (gyermekünknek, unokáinknak) a 21. században szembe kell nézniük, amikre nekik kell válaszolniuk? Mi hajtja majd autóikat? Mivel vívják majd a háborúkat? Mi lesz hazánk (a magyar mezőgazdaság, ipar, pénzügy, irodalom, tudomány) ereje az egységes Európában? Tanítványainknak mi most nem tudjuk megadni a választ. Segítenünk kell őket, hogy képzetten és erkölcsösen képesek legyenek majd dönteni.

Az iskolai fizika nyilván nem lehet egy még vastagabb képletgyűjtemény és adattár. A fizika szemléletmód. Hatékony módszer a valóság megismerésére, megértésére, alakítására. Ezt a módszert évszázadokon át érlelték ki:

A valóság tisztelete és megfigyelése.

A számunkra lényeges adatok kiválasztása, mérése.

A bennünket érdeklő mennyiségek változási törvényeinek kigondolása.

Elméleti modellünk működtetése, jóslatainak tapasztalati ellenőrzése.

A modell érvényességi határainak tapasztalati felderítése.

A modell műszaki alkalmazása az érvényesség határain belül.

Az érvényességi határokon túli kutatás új, jobb modell után.

A fizika tehát véget nem érő történet, mert az anyagi valóság kimeríthetetlenül gazdag. Ez a 20. század nagy tanulsága. A fiataloknak érdemes tehát fizikusnak jönniük, lesz számukra kutatási terület, munka, alkalmazási lehetőség a jövőben is.

Ezt az egzakt és objektív hozzáállást átvette, átveszi a többi természettudomány is. Sőt Soros György tudatosan és sikeresen használja a közgazdaságban, a tőzsdén. Japánban a fizikus hallgatók jelentős hányada a pénzszakmába megy. Nem volna felesleges ilyen gondolkodásmód politikusok számára sem, saját elvárásaik kontrollálására és hibáik kijavítására. Nem az az okosabb manapság, aki több képletet és adatot tud, hanem akinek fejében alkalmazásra készen benne van a néhány egyetemes összefüggés, aki meg tudja keresni az irodalomban a szükséges adatokat, és mindezt új területeken használni tudja.

\*

A 20. század jellemvonása volt az is, hogy a nagy felfedezések a tudományágak határterületein születtek. A DNS kémiai szerkezetének és biológiai szerepének föltárásáért a biológus Watson és a fizikus Crick osztozott a Nobel-díjon. Az emberi genóm

feltérképezésében és megfejtésében kulcsszerepe van a kémiának és az informatikának. A klímakatasztrófa kivédése komplex földrajzi-kémiai-fizikai-biológiai-matematikai program. (Egyre több vezető politikus is klímaszakértőnek mutatja magát.) De hogy az álom valósággá váljék, a demokrácia választópolgárainak is érteniük kell, miről van szó.

Elhalványulnak az egyes tantárgyakat korábban elválasztó határvonalak. Pontosabban szólva: kiszínesednek a szaktudományokat korábban elválasztó ismeretlen fehér foltok.

Következtetés: a fizika, a kémia, a biológia, a földtudomány tényhalmazból mindinkább hatékony szemléletmóddá válik, amire politikusoknak, közgazdászoknak, pénzmozgatóknak, tábornokoknak is egyre nagyobb szükségük van. És szüksége lesz rá minden választópolgárnak, aki szavazatával befolyásolja közössége jövőjét.

Természettudományos műveltség mindenki számára szükséges, aki tudatosan kíván tájékozódni a 21. században. A természettudományos nevelést egy mindenkinek kötelező egységes természettudományi érettségivel lehetne hatékonyan kialakítani. Hiszen a tanárok szeretik tanítványaikat: úgy tanítják őket, hogy jól szerepeljenek az érettségin és felvételin. Ha több száz éves példákat és ismereteket kérünk számon tőlük (erre hajlamos a kerettanterv), azt fogják tanítani. El is megy a tantárgytól a kíváncsi, jövőre nyitott fiatalok kedve, inkább elmennek jogásznak vagy brókernek. Ha viszont hasznos tájékozódási stratégiára nevelik a fiatalokat, a közgázon és az orvosegyetemen is kötelező lesz a természettudományi érettségi letétele. Mi több: a fiatalok szeretni fogják a természettudományt, és segítségével szebb, gazdagabb jövőt fognak építeni.

*MARX GYÖRGY*