

A VIRTUÁLIS MÉRÉSTECHNIKA KÍSÉRLETI LEHETŐSÉGEI A KÖZOKTATÁSBAN

Kopasz Katalin, Gingl Zoltán, Makra Péter, Papp Katalin
SZTE–TTIK Kísérleti Fizikai Tanszék

„A tudomány akkor kezdődik, amikor elkezdünk mérni,
pontos tudomány mérés nélkül nem lehetséges.”

Mengyelejev

A fizika és a többi természettudományos tárgy oktatásában is kiemelt szerepe van a kísérletezésnek, hiszen ez szemlélteti és igazolja a modellek helyességét, segítségünkre van az érvényességi határok megismertetésében, és így fontos kapcsolatot teremt a tananyag és a valódi jelenségek között. A kísérletezés a diákok számára sokkal érthetőbbé, kézzelfoghatóbbá teszi a gyakran bonyolult, nehezen követhető leírást, törvényeket. Ahhoz, hogy az iskolai fizikatanítás az adott szinten visszatükrözze a tudomány jellegzetességeit, az életkorhoz és a tananyaghoz illeszkedő méréseket kell beépítenünk az oktatásba.

A mérőkísérletek jelentősége megnövekedett az új rendszerű és szellemű érettségi követelmények bevezetésével, amelyekben ez áll:

„A vizsgázónak a követelményrendszerben és a vizsgaleírásban meghatározott módon az alábbi kompetenciák meglétét kell bizonyítania:

- ismeretei összekapcsolása a mindennapokban tapasztalt jelenségekkel, a technikai eszközök működésével;
- egyszerűen lefolytatható fizikai kísérletek elvégzése, a kísérleti tapasztalatok kiértékelése;
- grafikonok, ábrák értékelése, elemzése;
- a napjainkban felmerülő, fizikai ismereteket is igénylő problémák lényegének megértése, a természet- és környezetvédelemmel kapcsolatos problémák felismerése.”

Az emelt szintű fizika érettségi vizsgán ezen túlmenően az alábbi kompetencia is szükséges:

- „a mindennapi életet befolyásoló fizikai természetű jelenségek értelmezése”. [1]

A fizika tanításában a kísérletek között szerepelniük kell mérőkísérleteknek is. Az iskolai tanításban a kísérleti eszközök gyakran elavultak és a mérésekhez tartozó műszerek sem korszerűek. A modern eszközök lehetőség szerinti bevonása a tanórába elengedhetetlen. Ugyanakkor a szűkülő finanszírozás, a korlátozott anyagi lehetőségek miatt utópisztikus az az elképzelés, hogy taneszközugyártótól rendelt készletek segítségével valósítsák meg a méréseket az iskolákban.

Szimulációk, animációk bemutatásához a tanárok egyre gyakrabban vesznek igénybe számítógépet. Részben, mert a fizikatanításnak feladata a modern eszközök, mérési eljárások megismertetése a tanulók-

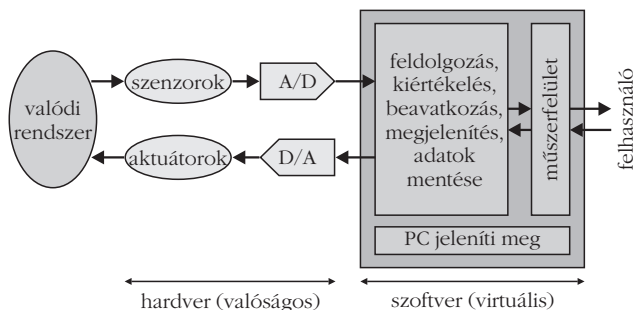
kal, ugyanakkor a számítógép motiváló hatása is jól kiaknázható a számítógépes méréseket alkalmazó tanítás során.

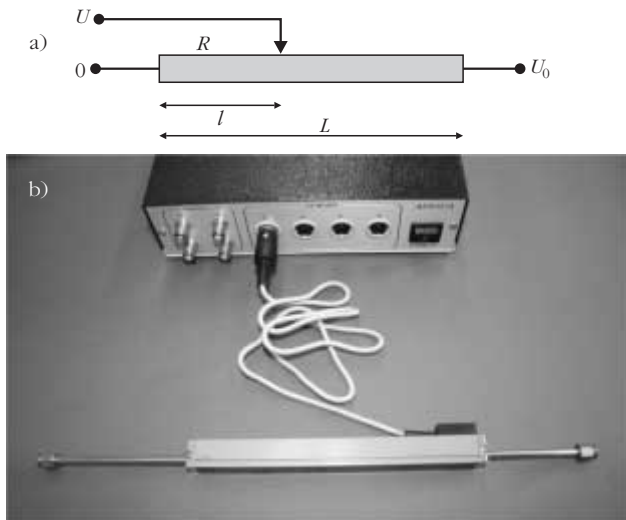
A mai informatikai lehetőségek és a hozzájuk kapcsolódó digitális technika segítségével azonban egyszerűen tehetjük igen hatékonná a kísérletező oktatást: használjunk virtuális mérés technikát! Ismeretével lehetőség nyílik arra, hogy kevés anyagi ráfordítással a tananyag bármely területéhez kapcsolódva mutassunk be valódi kísérleteket, amelyeknél a mérés és kiértékelés számítógép segítségével történik. Közben a tanulók megismerik a szenzorok működését, és íze- lőt kapnak a fizikusok munkájából is.

A virtuális mérés technika lényege, hogy a valódi jeleket (elmozdulás, hőmérséklet, nyomás stb.) szenzorok segítségével elektromos jelekké, majd digitális technika alkalmazásával számokká alakítjuk, így a méréshez kapcsolódó feldolgozás, megjelenítés és más műszerfunkciók már számítógéppel, szoftverekkel végezhetők el [2]. Ilyen módon a valódi méréseket végző műszer szoftveresen „realizálható”, innen ered a virtuális mérés technika elnevezés.

A megvalósításhoz szükséges számítógép minden iskolában jelen van. A szenzorokat könnyen és aránylag olcsón be lehet szerezni. A hiányzó láncszem a számítógép és az érzékelők kapcsolatát megvalósító analóg-digitális konverziót elvégző adatgyűjtő műszer és a mérő szoftver (1. ábra). A közoktatás számára jelenleg elérhető számítógépes mérőrendszerekhez képest ezt töredékáron meg lehet valósítani, számítógéphez kapcsolásához pedig mindössze egy USB-csatlakozó szükséges. A virtuális műszer működése könnyen átlátható, kevésbé hasonlít fekete dobozhoz, mint az általában használt digitális eszközök.

1. ábra. A virtuális műszer elvi felépítése





2. ábra. Hosszúságmérés feszültségosztással: a feszültségosztó vázlatos rajza (a), valamint a feszültségosztó és az analóg-digitális konvertert végző eszköz (b).

Virtuális műszerek korábban is készültek LabVIEW fejlesztői környezetben, ez azonban meglehetősen költséges. Az alábbiakban bemutatandó műszerekhez C# forráskódot használtunk. A gyorsan megtanulható nyelv előnye, hogy ingyenesen hozzáférhető, és kevés gyakorlás után is képesek lehetünk grafikus felületeken mérőprogramokat készíteni, az elkészült programokból akár megosztható gyűjteményt is készíthetünk. Az iskolai gyakorlatban előforduló számítógépes mérésekkel ellentétben a felhasználók magyar nyelvű programokkal találkozhatnak, ami megkönnyíti a tanórai felhasználásukat.

Informatika és elektronika iránt érdeklődő tanárok kezében a fejleszthető kísérletek határait csak az idő és a beszerezhető szenzorok szabják meg. Ugyanakkor a fejlesztői környezet a programok fordításakor .exe kiterjesztésű fájlokat is készít, amelyeket a jól megszokott módon lehet használni, így a számítástechnikában kevésbé járatos tanárok is bátran felhasználhatják ezeket óráikon.

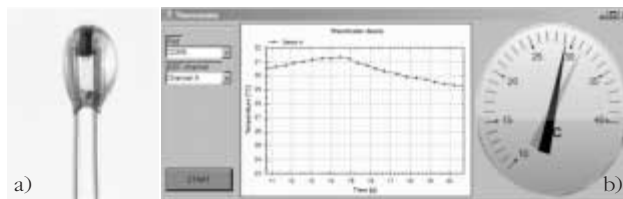
Az alábbiakban a Szegedi Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Tanszékén fejlesztett eszközökből, kísérletekből mutatunk be néhányat, amellyel illusztráljuk a fentebb említett módszer hatékonyságát.

Hosszúságmérés feszültségosztással

A változtatható értékű ellenállásoknál az ellenállás két vége között egy elmozdítható érintkező (csúszka) található, melynek helyzetétől függ a potenciométer vége és a csúszka közötti ellenállás (2. ábra). A csúszka helyzetének függvényében a mért feszültség értéke is változik [3].

$$R = l \frac{R_0}{L}, \quad U = l \frac{U_0}{L},$$

ahol L a csúszka teljes hossza, l a pillanatnyi helyzete, U a mért feszültség, U_0 az adatgyűjtő által küldött feszültség.



3. ábra. Hőmérsékletmérés termisztorral: a) a termisztor, b) a mérés során a hőmérséklet-idő grafikon mellett a mérőórán a pillanatnyi értéket és az aktuális mérés során elért maximumát láthatjuk.

A mérőprogram a feszültségértékből kiszámítja a csúszka helyzetét. Mérés folyamán az értékek számszerű megjelenítése mellett grafikus szemléltetés is segíti a munkát. Viszonylagos egyszerűsége miatt alkalmas arra, hogy használatával megismerkedjünk a rendszer működésével és a kiaknázzható lehetőségekkel.

Hőmérsékletmérés termisztorral

Speciális célokra különleges, hőmérsékletfüggő ellenállások készülnek. Az NTK (negatív temperatúra koefficiensű) termisztorok (3.a ábra) ellenállása a hőmérséklet növekedésével exponenciálisan csökken a következők szerint:

$$R_T = R_{25} \exp\left(B \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}} \right]\right),$$

ahol R_{25} a 25 °C-os hőmérséklethez tartozó ellenállás, B a termisztorra jellemző érték (táblázatból kikereshető) T pedig abszolút hőmérsékletet jelent ($T_{25} = 278$ K). Így a hőmérséklet a következő formulából számolható:

$$T = \frac{1}{a_0 + a_1 \ln \frac{R}{R_{25}}},$$

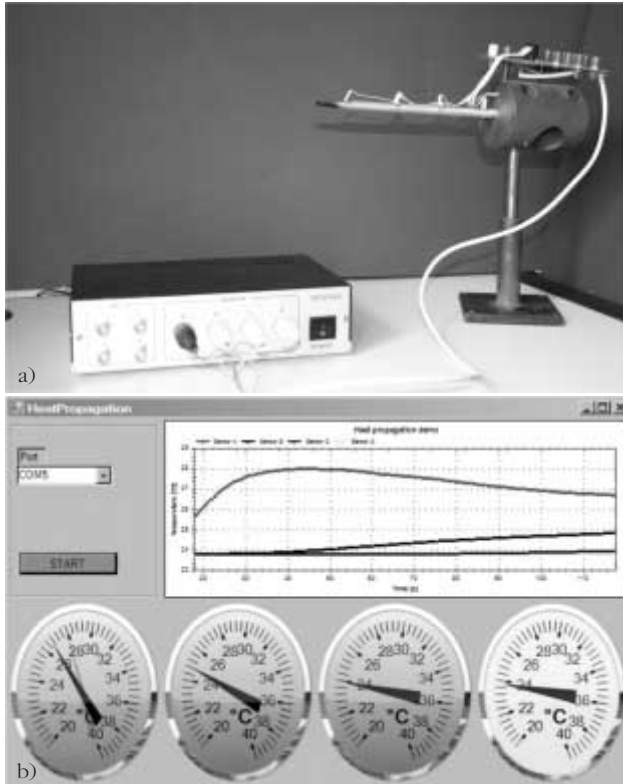
ahol a_0 és a_1 a termisztorra jellemző értékek. A termisztorok nagy érzékenységgűek, a mérendő ellenállás $k\Omega$ nagyságrendű, így könnyű velük mérni a -40 °C és $+115$ °C közötti tartományban, a kereskedelemben készen és olcsón kaphatók [3].

A virtuális műszer kijelzőjén (a monitoron) a hőmérséklet-idő grafikon látható; mellette megjelenik egy mérőóra, amely a pillanatnyi hőmérsékletérték mellett jelzi az aktuális mérés során elért maximumot (3.b ábra).

Hőterjedés vizsgálata

Egy fémrudat nagy tömegű fémtömbbe (hőtartály) illesztünk. A rúd mentén egyenközűen termisztoros hőmérsékletszenzorokat helyezünk el (4.a ábra). A fémrúd szabad végét melegítsük rövid ideig nyílt lánggal, és mérjük a hőmérsékletet az idő függvényében!

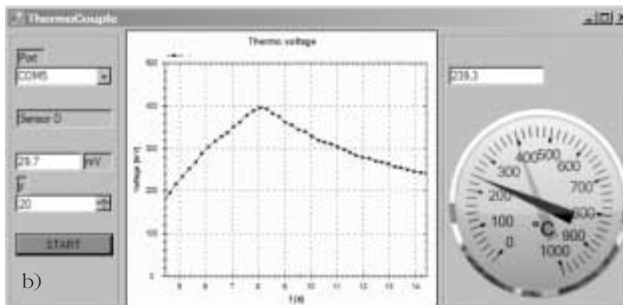
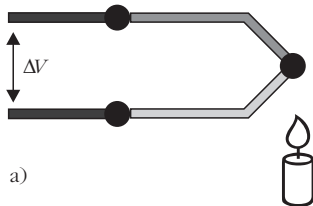
Virtuális műszerünk (4.b ábra) segítségével követhetjük a termikus hullám terjedését. A hőmérsék-



4. ábra. Hőterjedés vizsgálata: fémrúd mentén egyenletes távolságokra elhelyezett termisztorok, valamint az analóg-digitális konverziót végző eszköz (a). A hőterjedés vizsgálata során a mérőórákon az egyes termisztorok pillanatnyi hőmérsékletét láthatjuk, a hőmérséklet-idő grafikonon pedig a termikus hullám terjedése figyelhető meg (b).

let-idő grafikonon mind a négy termisztor hőmérséklet-változása nyomon követhető; az egyes termisztorokhoz kapcsolt mérőórákon pedig megfigyelhetjük az egyes pontok hőmérsékletének maximumát, mivel ezeket az adott mérés során az órák megőrzik.

5. ábra. Termoelem működésének elvi vázlata (a). A feszültség-idő grafikon a keletkező termofeszültséget ábrázolja, miközben a mérőóra a pillanatnyi hőmérsékletet (és a hőmérséklet maximumát) mutatja (b).



Termoelem működésének bemutatása

A termoelemek két különböző anyagú, egyik végükön összeforrasztott (összehegesztett, esetleg csak erősen összecsavart) drótból állnak. Az érintkezési pont a termoelem úgynevezett „érzékelőpontja”. Ha a szabadon maradt két huzalvéget galvanométerhez vagy digitális feszültségmérő műszerhez csatlakoztatjuk, majd a fémesen érintkező drótvégeket (az érzékelő pontot) megmelegítjük, a műszer feszültséget jelez (5.a ábra). A jelzett termofeszültség hőmérsékletfüggő. A szenzor érzékenysége 10–40 $\mu\text{V/K}$, ugyanakkor széles hőmérsékleti tartományban alkalmazható: a $-100\text{ }^\circ\text{C}$ és $+1000\text{ }^\circ\text{C}$ közötti intervallumon mérhetünk vele.

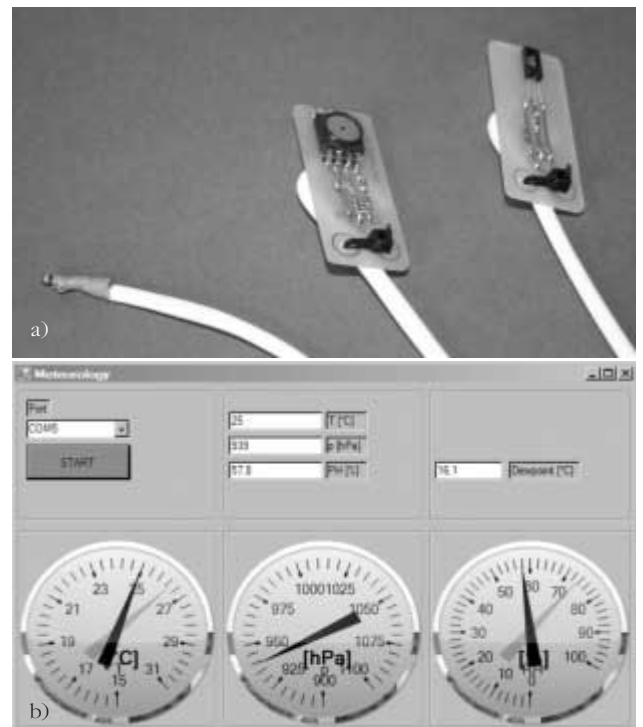
A digitális jelet feldolgozva nyomon követhetjük a feszültség és a hőmérséklet időbeli változását (5.b ábra), előbbit a grafikonon, utóbbit pedig a mérőórák.

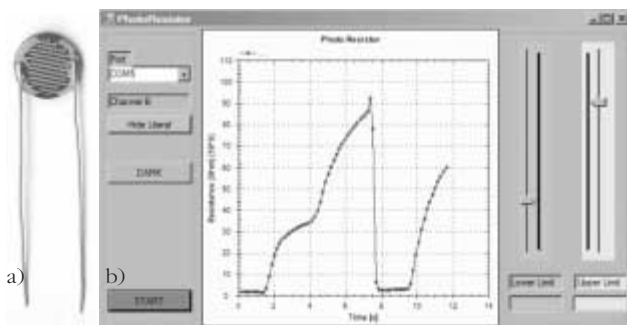
Meteorológiai állomás

Könnyedén készíthetünk olyan eszközt is, ami nem csak a fizikaórákon használható. Földrajztanítás során is bemutatatható az időjárás-állomás, amelyhez termisztor, nyomásérzékelő és páratartalom-érzékelő (6.a ábra) szükséges. Az eszközzel a közvetlen környezetet vizsgáljuk, ezzel fokozott motiváló hatást érhetünk el, csökkenthetjük a gyermekek tudatában meglévő távolságot az iskolai tananyag és a hétköznapi valóság között.

Mérés közben a monitoron folyamatosan megfigyelhető a hőmérséklet, a légnyomás és a páratartalom pillanatnyi értéke (6.b ábra).

6. ábra. Meteorológiai állomás: a felhasznált szenzorok: termisztor, nyomásszenzor és páratartalom-mérő (a). Párhuzamosan mérhetjük a hőmérsékletet, a légköri nyomást és levegő páratartalmát (b).





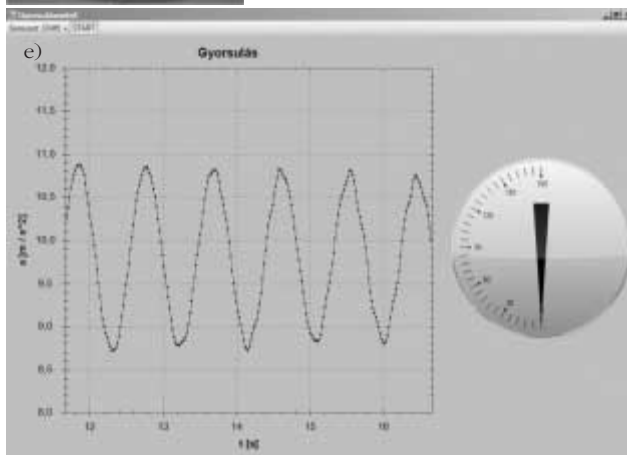
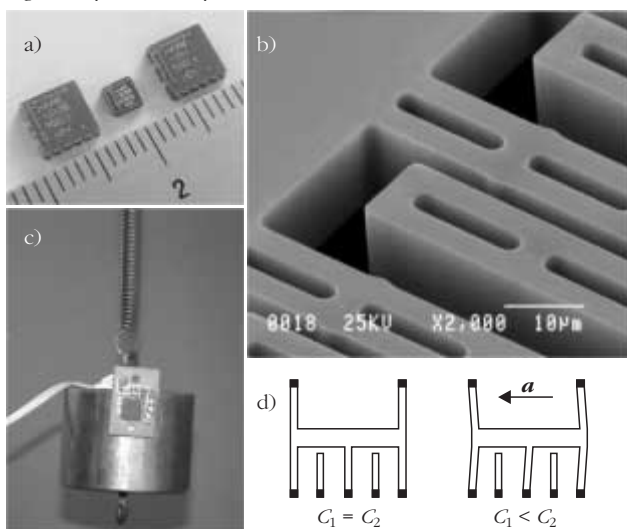
7. ábra. Fotoellenállás (a). Az ellenállás-idő grafikon szemlélteti az ellenállás értékének változását, például ha mérés közben letakarjuk a szenzort (b).

Fotoellenállás vizsgálata

A fotoellenállás olyan félvezetőből készült eszköz, amely alkalmas a fény érzékelésre (7.a ábra). A beeső fény változtatja az ellenállás értékét, a változás elektromos jellé alakítható.

A mérés során ellenállás-idő grafikonk vehetünk fel (7.b ábra), amelyen jól látszanak a változások, például,

8. ábra. Gyorsulásszenzor (a), annak elektronmikroszkópos képe (b), felépítése és működésének elve (d), valamint a rugón rezgő test a ráerősített szenzorral (c). A virtuális műszeren kirajzolódó szinuszgörbe a kitérés-idő grafikon; a mérőórán a gyorsulásszenzor függőleges irányhoz viszonyított kitérése látható, fokokban mérve (e).



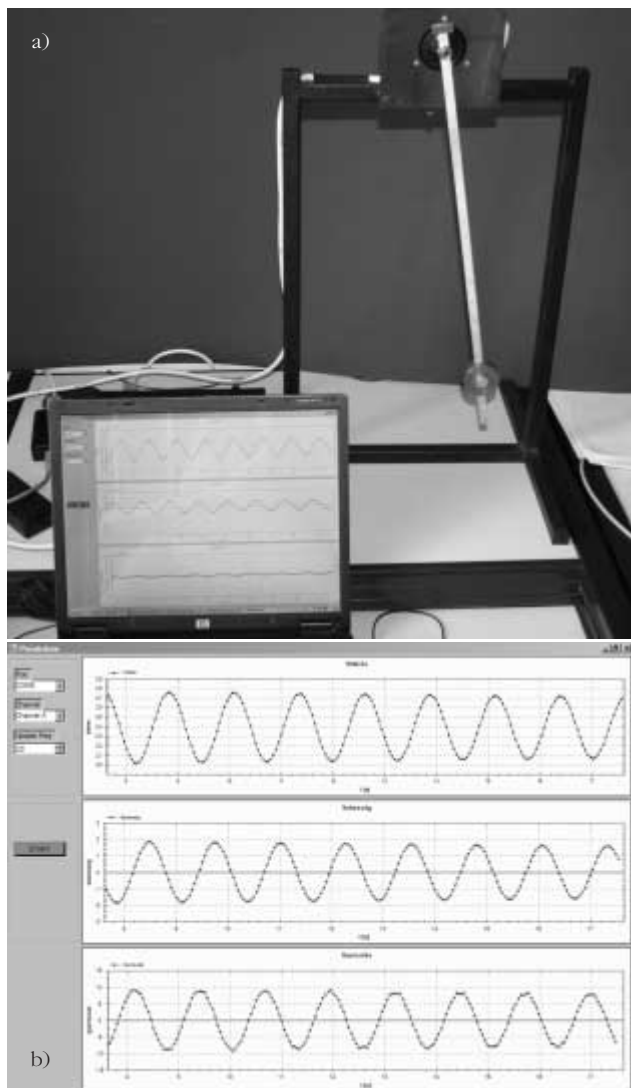
ha mérés közben változik a megvilágító fény intenzitása. Műszerünk lehetőséget ad arra, hogy az ellenállás értékének alsó és felső határt állítsunk be. Ha a megadott intervallumon kívül esik a mért érték, akkor a program ezt egy „világos”/„sötét” gomb megjelenítésével jelzi.

Rugón rezgő test mozgásának kvantitatív vizsgálata gyorsulásmérő segítségével

A gyorsulásmérő (8.a ábra) alapelve egy rugóra erősített, szeizmikus tömeg (8.c ábra) elmozdulásának elektromos jellé alakítása. Kapacitív érzékelés esetén a tömeggel szemben egy síklap található; a tömeg alja és a síklap egy kondenzátor két fegyverzetét alkotják (8.b, d ábra), amelynek kapacitása függ a fegyverzetek távolságától.

Ha a kitérés pontosan függőleges, akkor a kitérés-idő függvény szinuszos; oldalirányú mozgáskomponensek esetén megfigyelhető a csatolás a rezgés és az ingaszerű lengés között. A monitoron a gyorsulás-idő grafikon mellett mérőórán nyomon követhető a rezgő test mozgásának eltérése a függőleges iránytól (8.e ábra).

9. ábra. Inga lengésének tanulmányozása (a), a program rendre kirajzolja a kitérés-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő grafikonokat (b).



Ingamozgás tanulmányozása

Az ingához könnyű mozgású forgó-potenciometert illesztve az elfordulás változó feszültségosztást eredményez (9.a ábra). Ezzel a szögmérést feszültségmérésre vezettük vissza. A számítógép képernyőjén (9.b ábra) a mérési adatok alapján megjelenített kitérés-idő függvényen túl a sebesség-idő és a gyorsulás-idő grafikon is kirajzolható (numerikus deriválás alkalmazásával). A módszer segítségével gyorsan kapunk pontos adatokat, amelyek az ingamozgás tulajdonságainak vizsgálatát megkönnyítik.



Az elkészült kísérleti eszközök alkalmasak arra, hogy tanári mérőkísérletként, csoportos tanulói kísérletként, vagy igényes mérési gyakorlaton használjuk fel az órákon, szakkörökön. Alkalmazásukkal a kevésbé motivált diákok érdeklődését is felkelthetjük a fizika iránt, az egyre csökkenő tanítási időben is valódi kísérletet mutathatunk be szimuláció helyett. A kiemelkedő képességű tanulókat a kísérletek továbbfejlesztésébe is bevonhatjuk.

A virtuális mérés technika alkalmazásával lehetőség nyílik a természettudományos tanári munkaközösség és az informatikát tanító tanárok együttműködésére is. Az érdeklődő diákok maguk is fejleszthetik a kísérleteket, ezáltal összekapcsolhatják a különböző tanórákon megszerzett tudásukat.

A virtuális mérés technikát alkalmazó, kísérletező tanár az alábbi kompetencia-elvárásoknak is megfelel:

– azoknak a kompetenciáknak a fejlesztése a tanulóban/hallgatókban, amelyek a tudás alapú társadalom számára szükségesek. Nyitottá válnak az új ismeretek megszerzésére;

– az új kompetenciák (pl. számítógépes kompetencia) fejlesztésének és a tantárgyi tanuláshoz az összekapcsolása;

– a hatékony tanulási környezet és a tanulási folyamatok támogató légkörének megteremtése;

– az IKT (info-kommunikációs technológiák) integrálása a különböző tanulási helyzetekbe és a szakmai tevékenység egészébe;

– csapatmunkában történő együttműködés a tanuló/hallgatók ugyanazon csoportjaiban dolgozó más tanárokkal/oktatókkal, illetve egyéb szakemberekkel;

– a tanár kezdeményező szerepet vállal saját szakmai fejlődésének irányításában [4].

A Szegedi Tudományegyetemen tanuló fizikatanár-szakos hallgatók a szak módszertani laboratórium során megismerik a virtuális mérés technika alapjait, a mérőeszközöket és a programokat is. A gyakorlatokon tapasztalható érdeklődés arra inspirál bennünket, hogy minél szélesebb körben megismertessük a kifejlesztett méréseket, és további eszközöket tervezzünk. Virtuális mérés technikáról, a kifejlesztett mérőprogramokról, szenzorokról további információ (irodalom, letölthető anyagok) található a következő címen: <http://www.noise.physx.u-szeged.hu/VirtualM/default.htm>

Irodalom

1. Az érettségi vizsga részletes követelményeiről szóló 40/2002. (V.24) OM rendelet (<http://www.okm.gov.hu>)
2. Gingl Zoltán, Kántor Zoltán: *Virtuális mérés technika a kísérletező oktatásban*. II. Országos Neveléstudományi Konferencia 2002. MTA Pedagógiai Bizottsága, 348 oldal
3. Török Miklós: *Elektronika*. JATEPress (2000) 153., 155. o.
4. Nagy Mária: Új kompetenciaelvárások és új képzési gyakorlatok a tanári szakmában. *Új Pedagógiai Szemle* 2004. április–május

VÉLEMÉNYEK

MIT ÉRTSÜNK KÖRNYEZETFIZIKÁN?

Papp Zoltán
DE-ATOMKI, Kihelyezett
Környezetfizikai Tanszék

A „környezetfizika” még viszonylag új fogalom. Az 1990-es évek elején, már oktatóként, az akkori Kosuth Lajos Tudományegyetemen hallottam róla először, az oktatással kapcsolatban, egy tantervi reform apropóján.

A *Fizikai Szemle* szerkesztő bizottsága az 1972-ben meghirdetett VÉLEMÉNYEK sorozatát az olvasók kérésére tovább folytatja ez évben is. A szerkesztő bizottság állásfoglalása alapján „a Fizikai Szemle feladatául vállalja el, hogy teret nyit a fizikai kutatásra és fizika oktatására vonatkozó véleményeknek, ha azok értékes gondolatokat tartalmaznak és építő szándékúak, függetlenül attól, hogy egyeznek-e a lap szerkesztőinek nézetével, vagy sem”. Ennek szellemében várjuk továbbra is olvasóink, várjuk a magyar fizikusok leveleit.

Az 1990-es évek második felében, amikor a KLTE TTK elindította környezettan tanári, majd környezet-tudományi szakjait, magam is bekapcsolódtam a környezetfizika oktatásába. A környezetfizika-kurzust 1997-től kezdve immár több mint tíz éve tartom folyamatosan.

A környezetfizika viszonylagos újdonsága ellenére a Debreceni Egyetemen már elég sok tapasztalat felhalmozódott vele kapcsolatban. Szükségét éreztem a megszólalásnak egy *Fizikai Szemlé*ben megjelent cikk (továbbiakban: Cikk) kapcsán, mely a környezetfizika tartalmával, tárgyával foglalkozott [1]. Megítélésem szerint a Cikk által a környezetfizikáról festett kép pontatlanra, hiányosra és egyoldal-