

MÉRÉSEK HANGKÁRTYÁVAL EGYSZERŰEN, OLCSÓN

EASY AND CHEAP MEASUREMENTS WITH A SOUND CARD

Kopasz Katalin¹, Lupsic Balázs¹, Dr. Gingl Zoltán² Dr. Makra Péter¹

¹SZTE TTIK Kísérleti Fizikai Tanszék

²SZTE TTIK Műszaki Informatika Tanszék

ÖSSZEFOGLALÁS

Fizikaórákon a számítógépes méréseket a motiváló hatáson túl gyorsaságuk és precizitásuk miatt is egyre szívesebben alkalmazzuk. Ugyanakkor problémát jelenthet a szükséges eszközök ára. Hangkártyához csatlakoztatható, egyszerű, nagyon olcsó összeállításokat és a hozzájuk tartozó, szabadon letölthető programokkal végezhető nagy pontosságú méréseket mutatunk be.

ABSTRACT

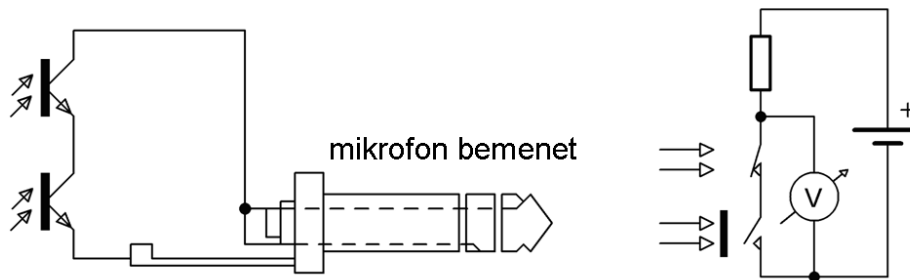
Computer-based experiments are very welcome at physics classes. However, the dedicated devices and software are rather expensive. We present some high-resolution measurements carried out with a very simple, ultra low-cost, easy-to-make sound card based stopwatch.

BEVEZETÉS

Tapasztalataink szerint a magyar közoktatásban nagyon nagy szükség van a kísérletező fizikatanítás támogatására, ugyanakkor a lehető legolcsóbb és legegyszerűbb megoldás megtalálása is fontos szempont. A számítógépes mérések alkalmazása a motiváló hatás mellett azért is előnyös lehet, mert meggyorsítja a mérés és az adatfeldolgozás folyamatát, jelentősen segítve ezzel a tanár munkáját. A hangkártya ugyan nem mérésekhez kifejlesztett eszköz, amplitúdómérésre nem is megbízható, viszont időtartománybeli pontossága kiváló. Adott tehát egy minden számítógépben elérhető eszköz a jelek digitalizálására, melyet többen fel is használnak kísérleteikhez. A hazai hangkártyás projektek közül kiemelnénk Dr. Piláth Károly kiváló honlapját [1]. A hangkártya használata mellett azt is fontosnak tartjuk, hogy a mérés folyamatát a diákok jól tudják követni, így a csoport által írt célszoftvereket használunk. Az elkészült programok ingyenesen letölthetők. [2]

Egyszerű fotokapu mérőórával (Stopwatch)

A hangkártyához csatlakoztatott fotokapu a Stopwatch nevű program használatával [3] 44100Hz-es mintavételezéssel lehetőséget ad arra, hogy nagy időfelbontású méréseket végezzünk. A fotokapu elkészítéséhez két sorba kötött fototranzisztort csatlakoztatunk egy jack-dugóhoz, ahogyan azt az első ábra is mutatja. A fototranzisztorok megvilágítására akár egyszerű zseblámpát használhatunk, ezzel el is készült a fotokapu.



1. ábra. Elektromágnessel indítva a golyókat, és hangkártyához csatlakoztatott fotokapuval mérve az időmérés szórása ezred másodperc alatti.

Ezt felhasználhatjuk például szabadesés vizsgálatokhoz, ha az eső testeket elektromágnes segítségével indítjuk, ahogyan ez a 2. ábrán is látható.

Ha figyelembe vesszük a közegellenállást és a felhajtóerőt, akkor a dinamika alapegyenlete a következőképpen alakul:

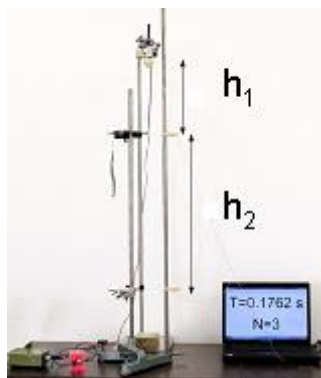
$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

$$m \cdot g - F_r - F_k = m \cdot a \quad (2)$$

Így az eső test gyorsulása az eső test sebességétől függően:

$$\frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot \sin \alpha}{\rho \cdot V \cdot g \cdot \cos \alpha} = \frac{a}{g} \quad (3)$$

$$\frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot \sin \alpha}{\rho \cdot V \cdot g \cdot \cos \alpha} = \frac{a}{g} \quad (4)$$



2. ábra. Elektromágnessel indítva a golyókat, és hangkártyához csatlakoztatott fotokapuval mérve az időmérés szórása ezred másodperc alatti.

Egyenlő térfogatú, különböző tömegű testeket nagy magasságból ejtve eddig is kimérhető volt az esési időkből a különbség [4]. A Stopwatch használatával tanteremben is mérhetővé válik a különbség. Az egyik test egy vasgolyó volt, a másik pedig egy olyan pingponglabda, melybe egy gombostűfejet rögzítettünk. A vasgolyó esési ideje 0,3040 s (szórása 0,0001 s) volt az adott magasságon, míg a pingpong-labda 0,3135 s (szórása 0,0015 s) alatt tette meg

ugyanazt az utat. Ebből látható, hogy tantermi körülmények között is kimérhető az esési idők különbsége.

Tehetetlenségi nyomaték kísérleti vizsgálata

A forgómozgások tanításakor hagyományos eszközökkel is tudjuk igazolni a merev test forgásának alaptörvényét. Tömegpont tehetetlenségi nyomatékának vizsgálatában azonban új lehetőséget biztosít a Stopwatch, mivel nagy felbontású időmérést biztosít. Ez azért fontos, mert a kísérleti elrendezés (3. ábra) nem teszi lehetővé, hogy például útszorzózással csökkentjük az időmérés hibáját.



3. ábra. A forgómozgás dinamikai vizsgálatára a középiskolákban használt eszközt is használhatjuk hangkártyához csatlakoztatott fotokapuvval, így a tehetetlenségi nyomaték tulajdonságainak részletesebb vizsgálatára nyílik lehetőségünk.

A forgó rendszer tehetetlenségi nyomatéka meghatározható, ha ismerjük a függő nehezék tömegét (m), a fonalat tartó tárcsa sugarát (R), a nehezék által befutott utat (h) és a mozgás idejét (t) (a merev forgás alaptörvényéből levezethető a számítási mód). [5]

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (5)$$

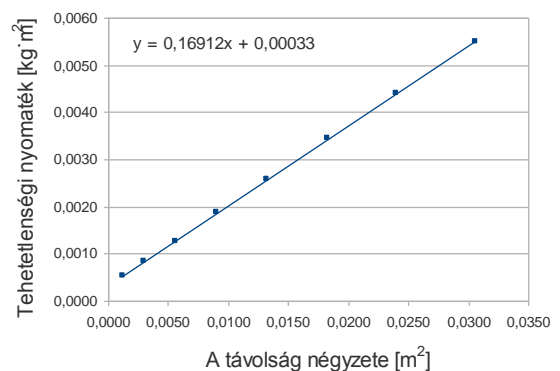
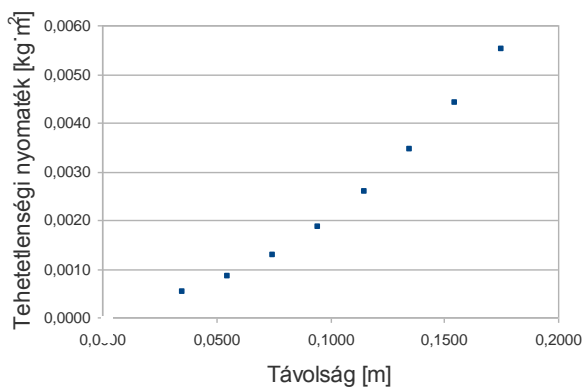
A forgó pálcá végén elhelyezett nehezék forgástengelytől mért távolságát változtatva megmérhetjük, hogyan függ össze a tehetetlenségi nyomaték és a forgástengelytől mért távolság. A mérési eredményeket a táblázat mutatja (A tehetetlenségi nyomaték mérési eredményekből való meghatározásához nincs szükség a forgó pálcán lévő nehezékek tömegének ismeretére, azt az elméleti értékek meghatározásához használjuk, hogy összevegyük a mért és a számolt tehetetlenségi nyomaték értékeket. Ennek az elemzésnek a bemutatása meghaladja az itt rendelkezésre álló kereteket.)

1. táblázat. Tömegpont tehetetlenségi nyomatékának vizsgálata (Először kimértük a forgó pálcá tehetetlenségi nyomatékát (első sor), majd a pálcára helyezett súlyok forgástengelytől mért távolságát változtattuk, és így mértünk.)

Függő nehezék tömege	Tárcsa sugara	Magasság	Idő	Szöggyorsulás	Tehetetlenségi nyomaték	Forgástengelytől mért távolság	Forgástengelytől mért távolság négyzete
m [kg]	r [m]	h_2 [m]	t [s]	$\beta \left[\frac{1}{s^2} \right]$	Θ [$kg \cdot m^2$]	R [m]	R^2 [m^2]
	0,0390	0,6900	4,1140	2,0907	0,0011		

0,0060	0,0390	0,6900	5,6176	1,1213	0,0020	0,0350	0,0012
0,0060	0,0390	0,6900	7,0427	0,7134	0,0032	0,0550	0,0030
0,0060	0,0390	0,6900	8,6372	0,4743	0,0048	0,0750	0,0056
0,0060	0,0390	0,6900	10,4624	0,3233	0,0071	0,0950	0,0090
0,0060	0,0390	0,6900	12,2868	0,2344	0,0098	0,1150	0,0132
0,0060	0,0390	0,6900	14,2124	0,1752	0,0131	0,1350	0,0182
0,0060	0,0390	0,6900	16,0603	0,1372	0,0167	0,1550	0,0240
0,0060	0,0390	0,6900	17,9504	0,1098	0,0209	0,1750	0,0306

A 4. ábra első grafikonján a tehetetlenségi nyomatékot a távolság függvényében ábrázoltuk, a másodikon pedig a távolságnégyzet a független változó. Az illesztett egyenesen jól látható, hogy nem az origóból indul, ennek oka a rögzített pálca tehetetlenségi nyomatéka. (Diákjaink megtanulják a linearizálás jelentőségét is, hiszen nem fogadjuk el, hogy „ránézésre” másodfokú összefüggés van a két mennyiség között, ezt a linearizálás segítségével kell belátniuk.)



4. ábra. Tehetlenségi nyomaték a forgástengelytől mért távolság függvényében (bal oldal), illetve a forgástengelytől mért távolság négyzetének függvényében (jobb oldal)

Fordulatszám mérése

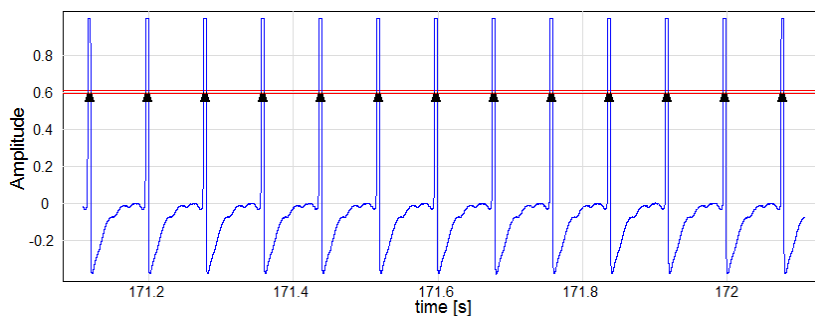
Csökkenthetjük a környezet zavaró hatását, ha fotokapunkhoz a látható tartományban érzékeny fototranzisztorok helyett infravörös tartományban érzékeny fotodetektort alkalmazunk. Ennek a megoldásnak hátránya, hogy most fényforrásként nem használhatunk zseblámpát, de könnyen építhetünk infraledes „lámpát”. Eszközünk felhasználására egy egyszerű alkalmazás lehet például az SCPhotogate [6] program felhasználásával a motor fordulatszámának mérése.

Egyenáramú motorhoz juthatunk például régi számítógépek hűtőventilátorából. A forgó részre kicsi lyukkal ellátott fotókartont ragasztva (5. ábra) máris készen állunk a fordulatszám mérésére. A programba beépített szintmetszés funkció segítségével azonnal mérni tudjuk a periódusidőt, amit a program ki is ír, illetve a mérési adatokat el is tudjuk menteni további feldolgozás céljából.



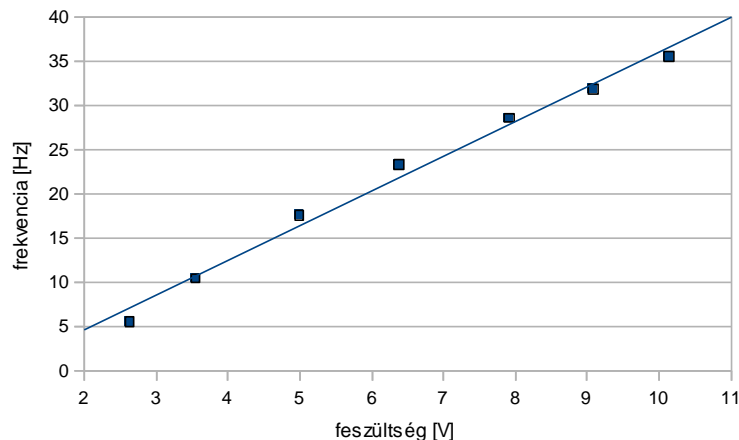
5. ábra. Ventilátorra ragasztott kartonlap kis lyukkal az oldalán. Így hangkártyához csatlakoztatott fotokapuvál is mérhető a periódusidő.

Programunk szintmetszés funkciója detektálja, hogy a mért jel értéke mikor lépi át a felhasználó által megadott értéket. Hiszterézist is alkalmazunk, hogy a jel zaja által okozott szintmetszéseket kiszűrjük. Periodikus jel esetén a szintmetszések közti időtartamok adják a jelenséghez tartozó periódusidőt. A mért jel és a szintmetszés grafikus megjelenítését a 6. ábra mutatja.



6. ábra. A szintmetszés funkció használatával a program detektálja, mikor halad el a nyílás a fotokapu előtt, és ebből kiszámolja a keringési időt.

Az egyenáramú motor feszültségének és forgási frekvenciájának kapcsolata ezek után könnyen megjeleníthető táblázatkezelő program segítségével, ahogyan ezt a 7. ábra is mutatja.



7. ábra. Egyenáramú motor feszültségének és a motor forgási frekvenciájának kapcsolata

Az alkalmazott módszer segítségével olyan kísérleteket tudunk elvégezni, melyek hagyományos kísérleti eszközökkel nehezen, vagy egyáltalán nem kivitelezhetők. Az alkalmazott informatikai eszközök erősítik a kapcsolatot az informatika és a természettudományok között, erősítik a tantárgyak közötti koncentrációt. Módszerünk

alkalmazható kutatásalapú tanulási programban is, hiszen a pontos mérések és a rugalmas adatfeldolgozási lehetőségek alkalmat adnak arra, hogy a méréseket elvégző diákok összefüggéseket fedezzenek fel a vizsgált jellemzők, mennyiségek között.

IRODALOMJEGYZÉK

1. <http://pilath.freeweb.hu/lapok/kiserlet.php>
2. <http://www.noise.physx.u-szeged.hu/EduDev/Default.aspx>
3. <http://www.noise.physx.u-szeged.hu/EduDev/Stopwatch/>
4. Kis Tamás: Fizikai Szemle LXI. Évfolyam 3. szám 101-104. 2011
5. Dr. Makai Lajos, Dr. Vize Lászlóné: Munkafüzet (tanárszakos hallgatók számára) Jate TTK, 1968.
6. <http://www.noise.physx.u-szeged.hu/EduDev/Photogate/>

SZERZŐK

Kopasz Katalin, tanszéki munkatárs, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék, kopaszka@titan.physx.u-szeged.hu

Lupsic Balázs, egyetemi hallgató, lupsicbalazs2@gmail.com

Dr. Gingl Zoltán, tanszékvezető egyetemi docens, SZTE Műszaki Informatika Tanszék, gingl@inf.u-szeged.hu

Dr. Makra Péter, egyetemi adjunktus, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék, phil@titan.physx.u-szeged.hu