

Kopasz Katalin, Tóth Károly Gingl Zoltán:
Kutatásalapú tanulás számítógéppel segített mérések alkalmazásával

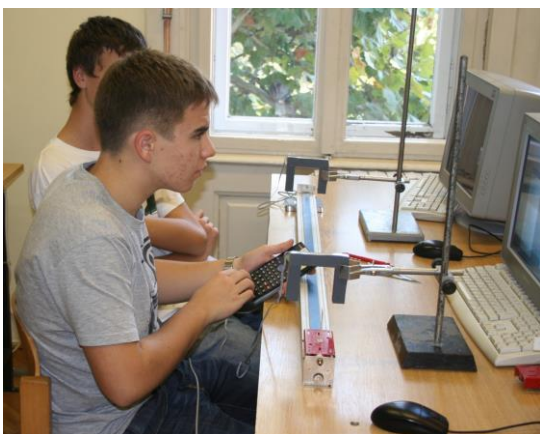
A fizikatanítás megújulásnak egyik lehetősége lehet a kutatásalapú tanulás (IBL) alkalmazása. Ez jelenthet olyan tanítási technikát, amely megengedi a tanulóknak, hogy maguk fedezzék fel a tudományos fogalmakat. [1] A magyar természettudományos oktatástól nem idegen a felfedezett tanítás, a tanulókísérleti órák régebben is lehetővé tették, hogy a diákok önállóan ismerjenek meg összefüggéseket, törvényszerűségeket.

A kutatásalapú tanítás megvalósításának egyik módja lehet az, ha számítógéppel segített méréseket végeznek a tanulók, és gyakorlataik során maguk fedezik fel az új fogalmakat, összefüggéseket. A következőkben a Szegedi Tudományegyetem Ságvári Endre Gyakorlógimnáziumában tartott mérés technika szakkör tanulságaiból szemezgetünk. Az Egyetemmel meglévő szoros szakmai kapcsolat és a kutatóiskola pályázaton elnyert támogatási összeg lehetővé tette számunkra, hogy a Zaj- és Nemlinearitás Kutatócsoport által kifejlesztett adatgyűjtő és digitalizáló eszközt (Edaq530) [2], valamint szabadon letölthető mérőprogramot [3] (www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev) használva tudjanak kísérletezni a diákok.

Első lépésként megismerkedtek a virtuális mérés technikával [4], melynek segítségével valódi méréseik eredményeit egyidejűleg számítógépen is meg tudják jeleníteni, illetve eredményeiket digitális formában tudják tárolni. A mérés és jelfeldolgozás jellegzetes menete lehetővé teszi, hogy a megtanítandó ismereteket a diákok saját maguk fedezzék fel. A mérés és az adatok feldolgozása során az egyetemi kutatócsoport által készített mérőprogramon túl táblázatkezelő és grafikonkészítő programot is használtak a diákok, ezáltal fejlődtek informatikai alkalmazási készségeik is.

Ütközések vizsgálata:

Saját fejlesztésű fotokapuk segítségével vizsgáltuk alumínium-pályán mozgó kiskocsik mozgását. Kilencedikes tanulóink még nem ismerték a lendület fogalmát, amikor elkezdték a méréseket. Figyelték az ütközés előtti és az ütközés utáni sebességeket, illetve a kiskocsik tömegét. Az eddig tipikusan tanári demonstrációs mérés tanulókísérletté vált.



1. ábra: Tanulók mérés közben

Első kísérletükben rugalmas ütközéseket vizsgáltak. A kocsik tömege m illetve $2m$ volt, először álló kocsinak ütköztették a mozgót, majd két mozgó kocsiat használtak. Táblázatban rögzítették mérési eredményeiket és azt vizsgálták, hogyan változnak az ütközés során a sebességek. Megfigyelték az $m\Delta v$ szorzat állandóságát. (Mivel valódi mérésről van

szó, a lendületváltozások összege nem pontosan 0 lett, de a mérés pontossága elfogadható a törvény igazolásához.)

	1.kocsi					2.kocsi					$\Sigma \Delta I$ [**]
	m [*]	v_e [$\frac{m}{s}$]	v_u [$\frac{m}{s}$]	Δv [$\frac{m}{s}$]	ΔI [**]	m [*]	v_e [$\frac{m}{s}$]	v_u [$\frac{m}{s}$]	Δv [$\frac{m}{s}$]	ΔI [**]	
rugalmas	1	0	0.567	0.567	0.567	1	0.633	0	-0.633	-0.633	-0.066
	1	0	0.829	0.829	0.829	1	0.769	0	-0.769	-0.769	0.06
	1	0	0.848	0.848	0.848	1	0.783	0	-0.783	-0.783	0.065

1. táblázat: Marton Meliton mérése – azonos tömegű kiskocsik ütközésének vizsgálata. Az első kiskocsi áll, amikor nekiütközik a második kiskocsi. Az utolsó oszlopban a lendületváltozások összege látható. (*, **: A kiskocsik tömegét egységnyinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegységszer méter/másodpercben értendő.)

Tanulóink kíváncsiak lettek, mi a helyzet rugalmatlan ütközések esetén. Ennek vizsgálatához gyurmát és gombostűt erősítettünk a kiskocsikra. A következő táblázatban olyan mérési eredmények láthatóak, melyek igazolják, hogy az $m \cdot \vec{v}$ mennyiségek összegének állandósága rugalmatlan ütközések esetén is teljesül. Szakkörös tanulóink saját méréseik alapján fedezték fel tehát a lendület fogalmát és a lendületmegmaradás törvényét.

	1.kocsi					2.kocsi					$\Sigma \Delta I$ [**]
	m [*]	v_e [$\frac{m}{s}$]	v_u [$\frac{m}{s}$]	Δv [$\frac{m}{s}$]	ΔI [**]	m [*]	v_e [$\frac{m}{s}$]	v_u [$\frac{m}{s}$]	Δv [$\frac{m}{s}$]	ΔI [**]	
gyurmával	m	0.896	0.374	-0.522	-0.522	m	0	0.374	0.374	0.374	-0.148
	m	1.216	0.472	-0.744	-0.744	m	0	0.472	0.472	0.472	-0.272
	m	0.827	0.508	-0.319	-0.319	m	0	0.508	0.508	0.508	0.189
	2m	0.9	0.497	-0.403	-0.806	m	0	0.497	0.497	0.497	-0.309
	2m	0.902	0.477	-0.425	-0.85	m	0	0.477	0.477	0.477	-0.373
	2m	0.901	0.549	-0.352	-0.704	m	0	0.549	0.549	0.549	-0.16

2. táblázat: Nemes Ágnes mérése – az első sorozatban az ütközés előtt álló és a mozgó kiskocsi tömege azonos volt, a második sorozatban az ütközés előtt mozgó kiskocsi tömege kétszeres az álló kocsihoz képest. (*, **: A kiskocsik tömegét egységnyinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegységszer méter/másodpercben értendő.)

„Hagyományos” tanítási órán is segíthet mérési elrendezésünk, amikor kevesebb idő áll rendelkezésre, és nem tudunk minden tanulónak mérési lehetőséget biztosítani. A megszokott fotokapus mérési elrendezést használva, de az Edaq segítségével mérve az időt és a sebességet, mérési eredményeink például egy előre elkészített Excel-táblázatba importálhatóak, így sokkal rövidebb idő alatt (akár tanórai keretek között) tudjuk mérésről és számolással igazolni a lendületmegmaradás törvényét. A 3. táblázatból az is kiolvasható, hogy rugalmatlan ütközés esetén nem teljesül az energiamegmaradás törvénye.

Teljesen rugalmatlan ütközés (B áll)

Csatorna A		U [V]	A test				
Idő[s]	Periódusidő [s]	Sebesség [m/s]	Tömeg [kg]	I [kgm/s]	E [J]	ΔI [kgm/s]	Eltérés[%]
2.0348		0.5985	0.0990	0.0593	0.0177		
		0.2999	0.0990	0.0297	0.0045	0.0296	

3.5308

B test

Csatorna C		U [V]	B test				
Idő [s]	Periódusidő [s]	Sebesség [m/s]	Tömeg[kg]	I [kgm/s]	E [J]	ΔI [kgm/s]	
2.2747		0.2999	0.0952	0.0000	0.0000		
2.6947		0.26	0.0952	0.0286	0.0043	0.0286	

Energia ütközés előtt [J] Energia ütközés után [J]
0.0177 0.0087

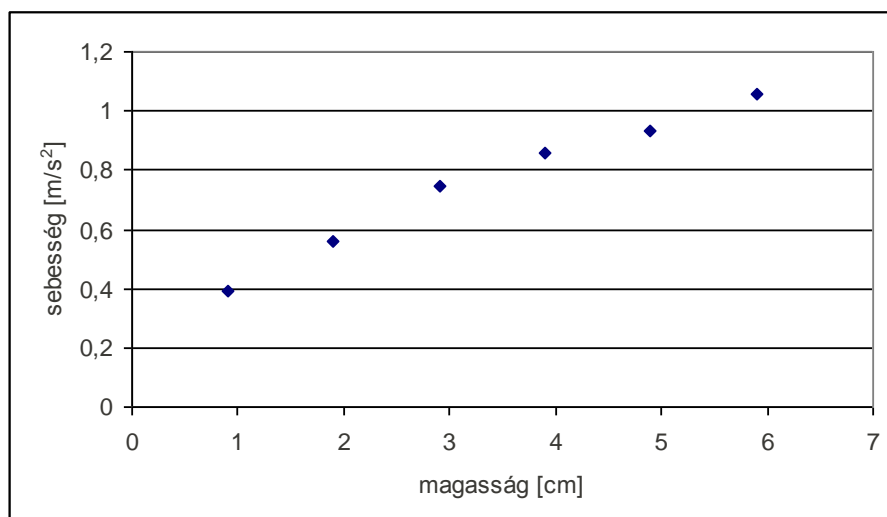
-50.7415

3. táblázat: A tanórai méréshez használt táblázat. A szürke ablakokba kell bemásolni a programból a mérési eredményeket. A tömeget (negyedik oszlop) előre meghatározva, a mérés és az adatfeldolgozás normál tanóra alatt is könnyen megvalósítható.

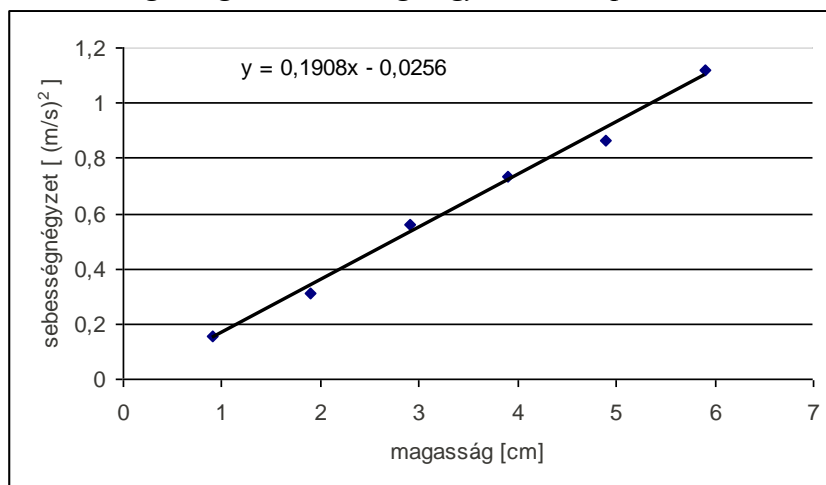
Ingamozgás tanulmányozása:

Kilencedikes tanulóink az energia fogalmát már ismerték, amikor szakkörön először találkoztak ingával. A fonálingát látva a gyerekek első ötlete az volt, vizsgáljuk meg, hogyan befolyásolja az indítás magassága a legalsó ponton mérhető pillanatnyi sebességet.

Ekkor még nem ismerték a helyzeti energia fogalmát. Méréseik eredményeként megállapították, hogy az indítási magasság növelésével növekszik a sebesség, és azt is láttuk, hogy ez az összefüggés nem lineáris. Próbálkozások során rájöttek, hogy az indítási magasság az alsó ponton mért sebesség négyzetével mutat egyenes arányt. Megismerték a linearizálás szerepének fontosságát is.

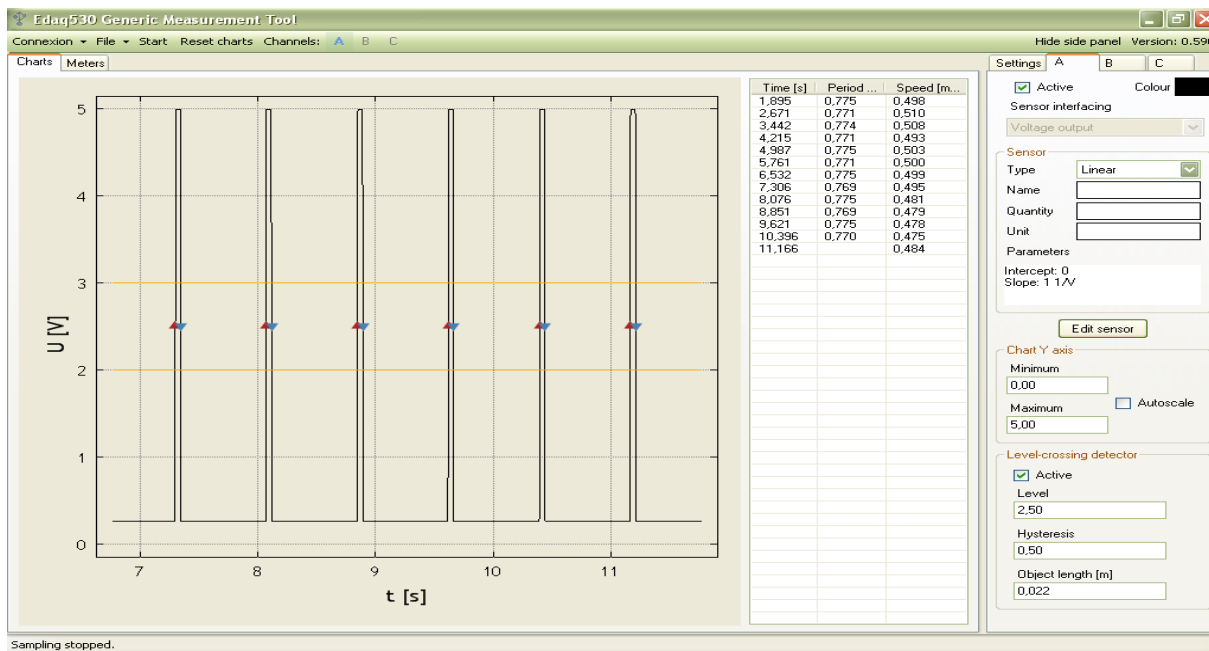


2. ábra: Az inga alsó pontján mért sebesség az indítási magasság függvényében. A pontok elhelyezkedéséből gyökfüggvényre gondoltak a diákok, ezért megvizsgálták az indítási magasság és a sebesség négyzetének kapcsolatát.



3. ábra: Az inga alsó pontján mért sebességének négyzete az indítási magasság függvényében. (Az illesztett egyenes az origóba tart. Látható az egyenes arányosság a vizsgált mennyiségek között, azaz a $h \sim v^2$ arányosság.)

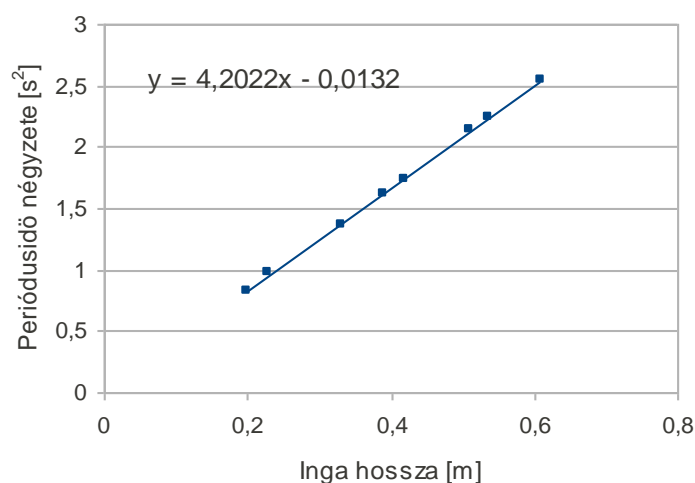
Mérőprogramunk sebességszámoló paneljén található egy periódusidő oszlop is. A diákok megfigyelték, hogy az indítási magasság nem befolyásolja a periódusidőt. Részletesen megbeszéltük, hogy a program az inga félpériódusát látja periódusidejént, és hogy hogyan tudják kifejezni az inga periódusidejét.



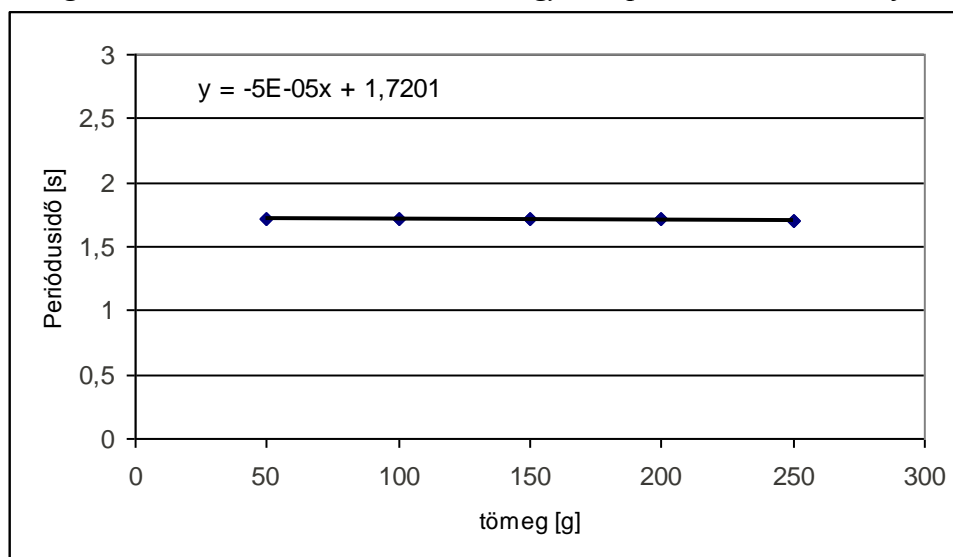
4. ábra: A mérőprogramon látható, hogyan méri a program a periódusidőt, illetve a táblázatban a periódusidő illetve a pillanatnyi sebesség értékei

Ezek után saját ötleteik alapján vizsgálhatták a gyerekek, mitől függ az inga lengésideje. A tanulók önálló kutatómunkába kezdtek, és vizsgálták, milyen tényezők hogyan befolyásolják a lengésidőt.

Kimérték a tanulók a hossz, a tömeg szerepét. Annak kimutatására, hogy a gravitációs erő befolyással van-e a lengésidejére, mágnesek segítségével változtatták meg az ingára ható erők eredőjét. Sajnos ez utóbbi mérések nem vezettek kellően meggyőző eredményre.



5. ábra: Bindics Blanka mérése – az inga lengésidejének négyzete egyenes arányt mutat az inga hosszával, amint ezt az illesztett egyenes paraméterei is mutatják



6. ábra: Horváth Róbert mérése – az inga lengésideje nem mutat összefüggést az inga tömegével (gyakorlatilag a tömeg-tengellyel párhuzamos egyenest kaptunk)

Ha nem is sikerült teljes egészében megalkotunk a $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ összefüggést, azért megtapasztaltuk, hogy az inga lengésideje nem függ a tömegtől, az amplitúdótól (kis kitérések esetén), függ viszont az inga hosszától, még hozzá annak négyzetgyökétől. További vizsgálódás szükséges a gravitációs mező hatásának kimutatásához, erősebb mágnesekkel szeretnénk kimutatni az ingára ható erők eredőjének szerepét.

Szakkörünk tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a kifejlesztett mérőrendszer az órai tanári kísérletezésen túl alkalmas arra is, hogy tanulói méréseket végezzünk vele. A tanulók könnyen és gyorsan megtanulták használni az eszközt és a programot, ezután pedig önálló méréseikkel tudták vizsgálni a felvetett problémákat, összefüggéseket, törvényszerűségeket állapítottak meg. A méréseket a diákok lelkesen, kedvvel végezték, a

foglalkozásokon olyan hozzáállás volt tapasztalható, amelyet a „hagyományos” mérési gyakorlatoknál ritkán tapasztalunk. A számítógépes mérések alkalmazása jó lehetőség a kutatásalapú tanulás szakköri/órai alkalmazására.

Azok számára, akiknek a szakkörön használt mérőeszköz nehezen kivitelezhetőnek tűnik, ajánljuk, hogy hangkártyával és fotodiódák segítségével készítsenek fotokaput pl. az [5]-ben leírtak alapján..

Köszönet az SZTE TTIK Kar Kutatóiskolája Pályázat támogatásáért! A projekt a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 pályázat révén az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM:

1. Nagy Lászlóné: A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása (Iskolakultúra, 2010/12, 31-51.oldal)
2. Katalin Kopasz et al: Edaq530: a transparent open-end and open-source measurement solution in natural science education (Eur. J. Phys. 32 (2011) 491-504.)
3. www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev
4. Kopasz K. Gingl Z. Makra P. Papp K.: *A virtuális mérés technika kísérleti lehetőségei a közoktatásban* (Fizikai Szemle, 2008/7-8. 267. o.)
5. Z Gingl, K Kopasz: High-resolution stopwatch for cents (Physcs Education, 46 (2011) 430-432.)