

IMPULZUS

Dr. Gíngl Zoltán – Kopasz Katalin – Tóth Károly

Kutatás alapú tanulás számítógéppel segített mérések alkalmazásával

A fizikatanítás megújulásának egyik lehetősége lehet a kutatás alapú 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 felfedeztető tanítás: a tanuló kísérleti órák régebben is lehetővé tették, hogy a diákok önállóan ismerjenek meg összefüggéseket, törvényszerűségeket.

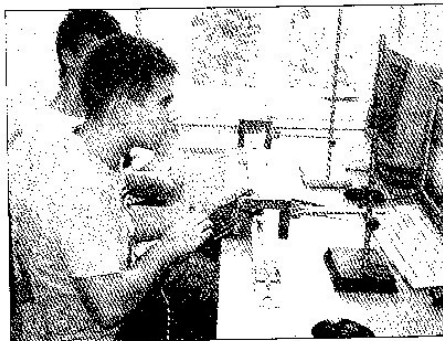
A kutatás alapú tanítás megvalósításának egyik módja lehet az, ha számítógéppel segített méréseket végeznek a tanulók, és gyakorlataik során maguk fedezik fel az új fogalmakat, összefüggéseket. A következőkben a Szegedi Tudományegyetem Ságvári Endre Gyakorlógimnáziumában tartott mérés technika szakkör tanulságaiból szemeztünk. Az egyetemmel meglévő szoros szakmai kapcsolat és a kutatóiskolai 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 fotókapuk 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 tanuló kísérletét váit.



1. ábra
Tanulók mérés közben

	1. kocsi					2. kocsi					
	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 [**]	ΣΔI [**]
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 nekiütözik a második kiskocsi. Az utolsó oszlopban a lendületváltozások összege látható. (*, **: A kiskocsik tömegét egységnyiinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegység szer méter/másodpercben értendő.)

zés utáni sebességeket, illetve a kiskocsik tömegét. Az eddig tipikusan tanári demonstrációs mérés tanuló kísérletét váit.

Első kísérletükben rugalmas ütközéseket vizsgáltak. A kocsi 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. Meggyeltek az $m \cdot \Delta v$ szorzat állandóságát. (Mivel valódi mérésről van szó, a lendületváltozások összege nem pontosan 0 lett, de a mérés pontossága elfogadható a törvény igazolásához.)

Tanulóink kíváncsiak lettek, mi a helyzet rugalmatlan ütközések esetén. Ennek vizsgálatához gyurmát és gombostűt erősítettünk a kisko-

csikra. A következő táblázatban olyan mérési eredmények láthatóak, melyek igazolják, hogy az $m \cdot v$ mennyiségek összegének állandósága rugalmatlan ütközések esetén is teljesül. Szakkörös tanulóink saját méréseik alapján fedezték fel tehát a lendület fogalmát és a lendületmegmaradás törvényét.

„Hagyományos” tanítási órán is segíthet mérési elrendezésünk, amikor kevesebb idő áll rendelkezésre, és nem tudunk minden tanulóknak mérési lehetőséget biztosítani. A megsokolt fotókapus 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

	1. kocsi					2. kocsi					
	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 [**]	ΣΔI [**]
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 előtti az álló és a mozgó kiskocsi tömege azonos volt, a második sorozatban az ütközés előtti a mozgó kiskocsi tömege kétszeres az álló kocsihoz képest. (*, **: A kiskocsik tömegét egységnyiinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegység szer méter/másodpercben értendő.)

között) tudjuk mérésrel és számolással igazolni a lendületmegmaradás törvényét. A 3. táblázatból az is kiolvasható, hogy rugalmatlan ütközés esetén nem teljesül a mechanikai energiák megmaradásának törvénye.

Ingamozgás tanulmányozása

Ilencsedikes 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 legelső 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.

Mérőprogramunk sebességszámoló paneljén található egy periódusidő oszlop is. A diá-

kok megfigyelték, hogy az indítási magasság nem befolyásolja a periódusidőt. Részletesen megbeszéljük, hogy a program az inga félperiódusát látja periódusidőként, és hogy hogyan tudják kifejezni az inga periódusidejét.

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 lengésidejét.

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

Ha nem is sikerült teljes egészében megalkotnunk a

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

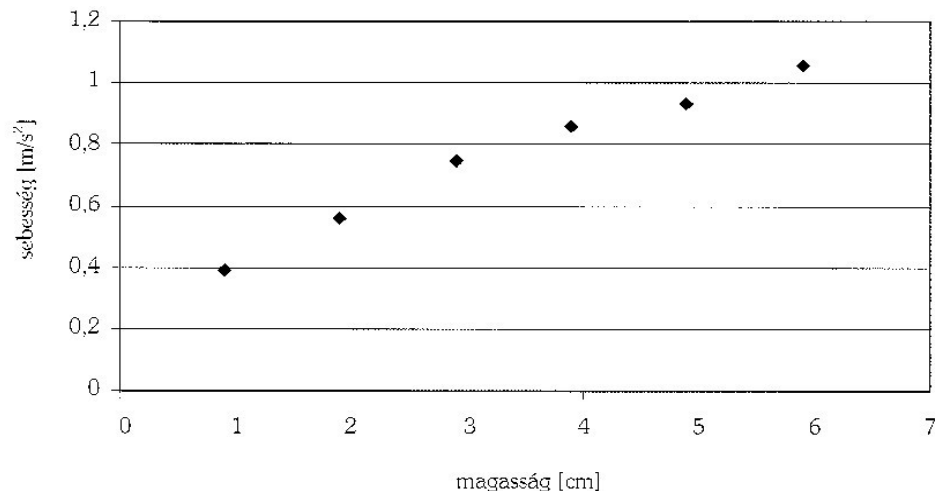
összefüggést, azért megtapasztaltuk, hogy az inga lengésideje nem függ a tömegtől, az amplitü-

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]	Elérés[%]	
2.0348		0.5985	0.0990	0.0593	0.0177	0.0296	3.5308	
		0.2999	0.0990	0.0297	0.0045			
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	0.0286	Energia ütközés előtt [J]	
2.6947		0.26	0.0952	0.0286	0.0043			Energia ütközés után [J]
						0.0177	0.0087	
-50.7415								

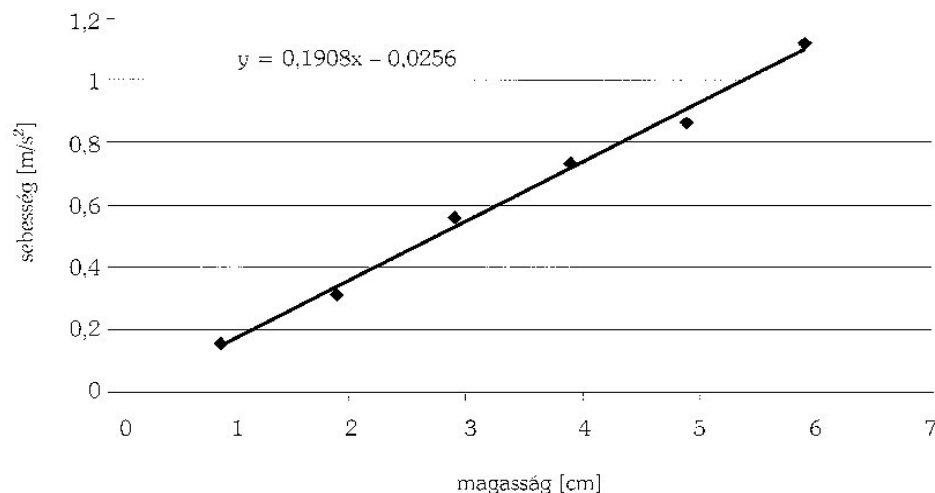
3. táblázat

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.



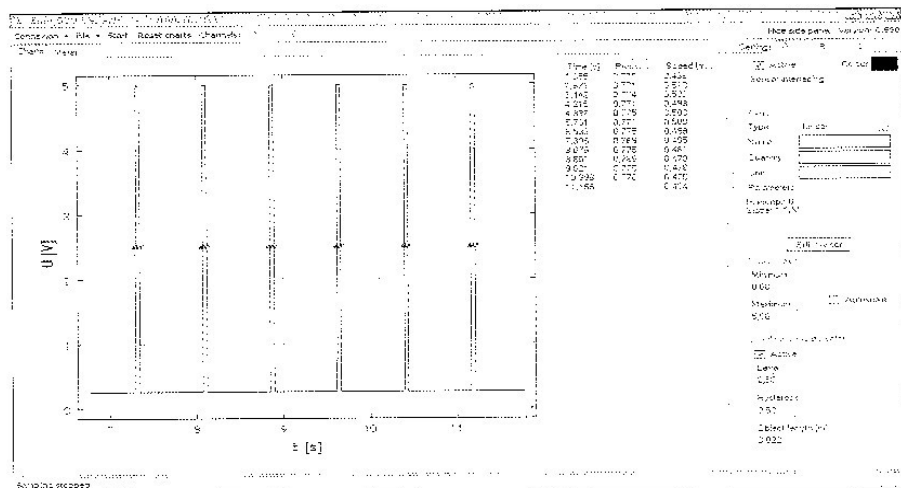
2. ábra

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.



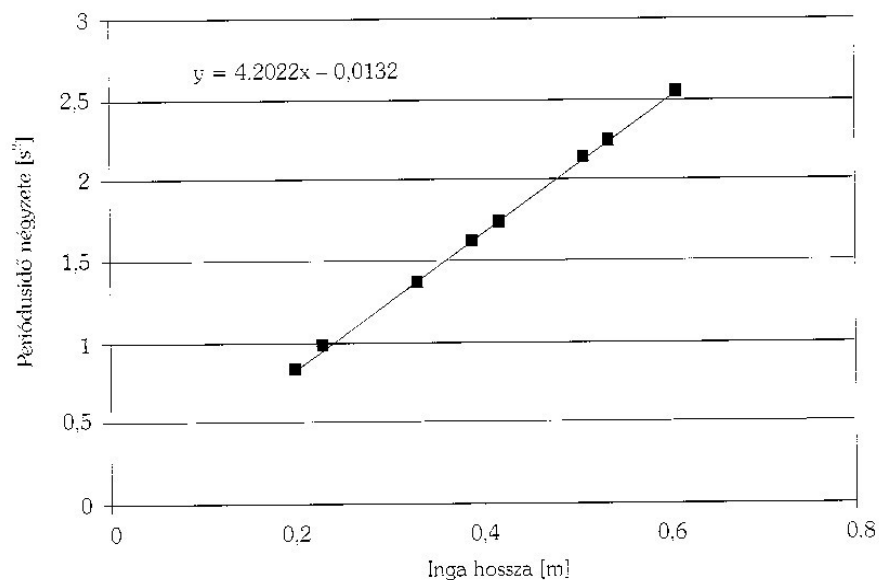
3. ábra

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



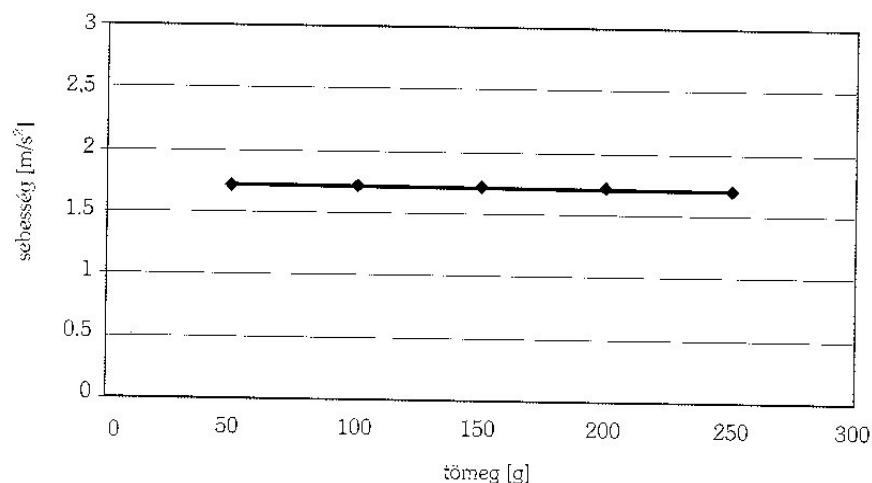
4. ábra

A mérőprogramon látható, hogyan méri a program a periódusidőt, illetve a táblázatban a periódusidő, illetve a pillanatnyi sebesség értékei



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 függ az inga tömegétől (gyakorlatilag a tömeg-tengellyel párhuzamos egyenest kaptunk)

dótól (kis kitérések esetén), függ viszont az inga hosszától, méghozzá annak négyzetgyökétől. További vizsgálódás szükséges a gravitációs mező hatásának kimutatásához, erősebb mágnesekkel szeretnénk kimutami 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 fotódíóciák segítségével készítsenek fotókaput pl. az [5]-ben leírtak alapján.

Köszönet az SZTE TTIK Kutatóiskolája Pályázat támogatásáért!

Irodalom

- [1] Nagy Lászlóné: A kutatás alapú tanulás/tanítás (Inquiry-based learning/teaching, IBL) és a természettudományok tanítása. In.: Iskolkultúra, 2010/12, 31–51.
- [2] Katai K. Kopasz (et al.): Edaq530: a transparent open-end and open-source measurement solution in natural science education. In.: 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. In.: Fizikai Szemle, 2008/7–8, 267.
- [5] Z. Gingl, K. Kopasz: High-resolution stopwatch for cents. In.: Physics Education, 46 (2011) 430–432.

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.