



15. ábra. A tapadási súrlódási erő változása az időben a szimuláció alapján, és a mérés során használt golyóra vonatkozó maximális tapadási súrlódási erő.

Továbbra sem értettük, miért hagyja el egy idő után egy logaritmikus spirális karon a golyó a lemezt (14. ábra pontsora). Ezért azt határoztuk meg a szimulációban, hogy a tapadási súrlódási erő miként változik az idő függvényében (15. ábra). Méréssel meghatároztunk a kísérletek során használt golyóra vonatkozó maximális tapadási súrlódási együttható értékét, majd e két eredményt hasonlítottuk össze.

Amint az a 15. ábrán is látszik, a folyamat során e maximumot valóban eléri a súrlódási erő. Ezután már nem tisztán gördül a golyó, hanem megcsúszik és közelítőleg logaritmikus spirális pályán elhagyja a lemezt. Az általunk vizsgált esetben a megcsúszás időpontja nagy pontossággal megegyezett a szimulációból nyert megcsúszási időponttal.

A probléma vizsgálata során egy már ismert eredményt használtunk fel, és vizsgáltuk annak érvényességi feltételeit. Azt találtuk, hogy bár a modell pontosan leírja az első néhány fordulatot, hosszabb időtartamokra nem használható, ugyanis olyan jelenségeket tapasztaltunk, amelyek az ott felírt egyenletekből nem következnek. Ezért megvizsgáltuk az elhanyagolt tényezőket, mint a gördülési ellenállás és a közegellenállás, és ezeket is számításba véve létrehoztuk saját modellünket. Ez alapján a mozgást már hosszabb időtartamokra is tudjuk szimulálni, valamint általa megérthetjük azt is, miért nem jöhet létre teljesen zárt pálya, és mi az oka annak, hogy a golyó egy spirális ágon elhagyja a lemezt.

Plaszko Noel

## Köszönetnyilvánítás

A versenyre való felkészülés és a versenyen való részvétel anyagi háttérét a MOL Nyrt. és az Emberi Erőforrások Minisztériuma biztosította. A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programja támogatta.

## Irodalom

1. Hömöstrei Mihály, Pham Thi Linh, Beregi Ábel, Laukó András, Béda Ármin, Nagy Péter, Ispánovity Péter, Dusán, Jenei Péter: Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenye magyar szemmel. *Fizikai Szemle* 64/12 (2014) 430.
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Clausius%E2%80%93Clapeyron\\_relation](https://en.wikipedia.org/wiki/Clausius%E2%80%93Clapeyron_relation)
3. Budó Á., Mátrai T.: *Kísérleti fizika*. III. kötet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
4. [https://de.wikipedia.org/wiki/Fresnelsche\\_Formeln](https://de.wikipedia.org/wiki/Fresnelsche_Formeln)
5. K. Weltner: Stable circular orbits of freely moving balls on rotating discs. *American Journal of Physics* 47 (1979) 984.

## KÖNYVESPOLC

# Radnóti Katalin: ÓRÁRÓL ÓRÁRA

Fizikaórák megjegyzésekkel ellátva

SZTE BTK NTI és MTA–SZTE TTK, Szeged, 2017.

Fizikatanárok, fizika tanárszakos hallgatók már biztosan feltették maguknak a következő kérdéseket: Mi a természettudományos tárgyak tanításának célja? Hogyan lehet a fizikát más tantárgyak ismeretanyagához kapcsolni? Milyen IKT eszközöket lehet bevonni a tanítási-tanulási folyamatba? Hogyan lehet a jellegzetes tanulói tévképzeteket feltárni, tanárként azokra milyen módon érdemes reagálni? Mi a kísérletezés és a hipotézisalkotás szerepe a fizikaórákon? Miként lehet csoportmunka keretében egy-egy témakört feldolgozni? Egyáltalán mitől lesz jó hangulatú és hatékony egy fizikaóra?

Jelen könyvajánló *Radnóti Katalin* legújabb, *Óráról órára* című könyvéről szól, amelyben a fenti kérdésekre is válaszokat találhatunk. A kiadvány az MTA–SZTE Természettudomány Tanítási Kutatócsoport munkájához kapcsolódik és elsődlegesen fizikát tanító tanároknak, tanárjelölteknek készült. A könyv egész tanórákat mutat be, amelyek mindegyikéhez elemzések kapcsolódnak. A szerző szándéka az volt, hogy az óralátogatók során szerzett élményeken keresztül mutasson rá a fizikatanítás meghatározó céljaira és a tanulói gondolkodás fejlesztésének lehetőségeire.

A könyv alapvetően egy hallgatói segédlet, amely a fizika tanárszakos hallgatóknak nyújt támogatást abban, hogy a tanárképzéshez kapcsolódó iskolai tanítási gyakorlatokat teljesítsék. Számos ötletet, módszert, kísérletet, tesztet, feladatlapot találhatunk a könyvben. Továbbá – mivel a megfigyelt órák nagy része tanárjelöltek által tartott vizsgatanítás vagy bemutató óra volt – kézzelfogható mintát is ad a hallgatóknak saját bemutató órájuk megtervezéséhez.

Ugyanakkor pályán lévő természettudományos tárgyat tanító tanárok számára is kínál lehetőséget a könyv. Megismerhetik belőle a kutatásalapú tanulás/tanítás iskolai alkalmazásait. Ezen újszerű szakmódszertani elem fő jellemzője az, hogy a tanulók egy tudományos kutatási folyamat részeivé válnak és saját maguk ismerhetik fel az egyes fizikai törvényeket. A diákok az órán elvégzett mérő-kísérletek adataiból, vagy internetről származó mérési eredményekből, esetleg szimulációs programokból származó értékekből különböző összefüggéseket sejtene meg, hipotéziseket alkotnak (például az adatok táblázatban, vagy koordináta-rendszerben történő ábrázolása után). Mivel az elsődlegesen szerzett tapasztalat mindig marandóbb, így a kutatás alapú tanulás/tanítás során azt várhatjuk, hogy a tanulók a fizikai törvényeket nem pusztán matematikai képletként, hanem valódi összefüggésként látják majd. A kutatási jelleg akkor is megmarad, ha a diákok ténylegesen nem mérnek, hanem más, például a törvényt vizsgáló tudósok eredeti mérési eredményeit használják fel. Erre példa a könyvben található egyik fakultációs óra, ami arról szólt, hogy a diákok *Henrietta Swan Leavitt* (1868–1921) eredeti mérési eredményei alapján keresnek összefüggést a Kis Magellán-felhőben lévő néhány csillag abszolút fényessége és látszólagos fényváltozásának periódusideje között. Ez a módszer akkor használható jól, amikor az adott jelenség tanteemben történő vizsgálata nem valósítható meg.

Az elemzések pedagógiai értelemben véve *reflexiók*, így – a tanárok számára alapvető fontosságú – reflektív gondolkodás fejlesztésében is segítséget nyújthat a könyv. Az okostelefonok és számítógépes programok fizikaórán való felhasználásáról is számos jó példát ismerhetünk meg. Emellett néhány játékos feladat is előkerül (például kérdés-válasz kártyák, keresztrejtvények), amelyek akár eredeti formájukban, akár a benünk szereplő ötleteket hasznosítva is kipróbálhatók.

Fontos megemlíteni a tanárok által használt szimulációkat is. Az egyik a magyar fejlesztésű Geomatech projekt, a másik a Coloradói Egyetem (Boulder) által

készített PhET, amelyek számos – a tanulási és tanítási folyamatban jól használható – interaktív szimulációt biztosítanak.

A könyv a fentiek mellett kiváló tanári kérdéseket is tartalmaz. Olyanokat, amelyek segítenek feltárni a tanulói tévképzeteket, vagy gondolkodásra készítetik a diákokat, illetve arra biztatják őket, hogy magyarázatokat találjanak az egyes kísérleti tapasztalatokra. Ezek az óra menetét előre vivő kérdések külön sorban és dőlt betűvel szerepelnek a könyvben, ezzel is elkülönülve a leírásoktól.

Az egyes tanórák témakör szempontjából lefedik a fizika főbb területeit. Átélhetünk a mechanikához kapcsolódót fizikaórát, emellett találunk a hőtan, az elektromosság, a mágnesség, és az optika témakörében is több órát, továbbá a csillagászat is megjelenik (például a Hubble-törvény feldolgozásáról, valamint a kozmikus méterrúdról szóló fakultációs óra).

A bemutatott tanórák oktatásszervezési mód tekintetében igen sokfélék: csoportmunkát, páros munkát, tanulói kísérletezést alkalmaznak a pedagógusok. Találunk emellett hagyományos, frontálisan szervezett órát is, amelyeken a tanár érdekes és jól kigondolt kérdésekkel mozgatta meg a diákokat.

A könyv összesen 23 darab teljes fizikaóra bemutatását és az azokhoz kapcsolódó megjegyzéseket, mellékleteket tartalmazza. A leírásokból képet kapunk az órák menetéről, valamint elolvashatjuk a főbb mozzanatokot, a táblára felkerült leglényegesebb információkat, a tanári kérdéseket és diákok fontosabb megjegyzéseit.

Az élményszerű leírások magukkal ragadják az olvasót, így ténylegesen az órákon érezhetjük magunkat. A könyv záró fejezete a megfigyelések összegzését írja le, vagyis azt, hogy mi volt a közös az egyes tanórákban, és az egyes tanárok hogyan valósították meg a fizikatanítás céljait.

A leírtakat összefoglalva elmondható, hogy az *Óráról órára* című kiadvány a jelen magyarországi fizikatanítás javításában egy fontos törekvés. Minden természettudományos tantárgyat tanító tanárnak és tanárjelöltnek tudom ajánlani, mert a benne szereplő ötletek közvetlenül hasznosíthatók és számos fontos oktatási kérdésre választ kaphatunk belőle. A könyv egész tartalma ingyen hozzáférhető az MTA–SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport [www.edu.u-szeged.hu/ttkcs/publikaciok/konyvek/honlapjan](http://www.edu.u-szeged.hu/ttkcs/publikaciok/konyvek/honlapjan).

*Balázs Ádám*  
Forrai Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium, Budapest

