

#### *4. félévi beszámoló*

**Pesthy Sándor Gergely ([pesthy.sandor@gmail.com](mailto:pesthy.sandor@gmail.com))**

Fizika Tanítása PhD program

Témavezető: Dr. Hömöstrei Mihály

A dolgozat címe: Motiváció és fizikai törvények elfogadtatása

### **Az aktuális félévben elvégzett kutatások**

#### ***Előző évi projektek kiértékelése***

Az előző évben több pilot projektet is levezettem kb. 150 diák részvételével, ezek kiértékelése zajlott ebben a félévben.

#### ***Publikációk és előkészítésük***

Elkészült az Arduino-val szervezett három éves német csereprojekt-sorozatot és annak elemzését bemutató cikk. Jenei Péter tanácsára ezt angolra fordítom, és angol szaklaphoz küldöm be publikációra.

Az előző évi tantárgyi koncentrációt alkalmazó valamint a dinamika rakétatudományon keresztüli bevezetését célzó projektek pre-post tudás és attitűdtesztelésének kiértékelése elkészült. Ezekkel kapcsolatosan június 16.-án előadást tartok Pesthy Dorottyaival az ELTE által szervezett Művészet Pedagógiai Konferencián – ennek konferenciakötetében fog megjelenni a kapcsolódó tanulmány.

Emellett júliusban a GIREP Konferencián mutatom be a tanórai rakéta-projekt eredményeit, ez a GIREP Konferenciaközlönyben jelenik majd meg jövőre.

Emellett elkészült egy kvantummechanika tanításával kapcsolatos cikk.

#### ***Új projektek megvalósítása***

A rakétatudomány tábor pilot projektje a nyáron megvalósult. A tapasztalatok alapján fejlesztett projektekre június 19-23.-ig kerül sor.

Az attitűd-mérésre használt kérdőív tapasztalat alapú továbbfejlesztése megtörtént, a második félévben lefutott a nagymintás mérés. A kiértékelést a következő félévben végzem el.

### **Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben**

Részt vettem a Fizika Doktori Iskola oktatási napjain, valamint a kutatócsoport munkájában. Ennek keretében első sorban a „Tanulói napló” projektben tevékenykedtem.

### **Konferenciák az aktuális félévben**

#### ***Művészet Pedagógiai Konferencia***

Ahogy korábban írtam, előadást tartok szerzőtársammal a MPK-n, melynek konferenciaközlönyében megjelenik majd tanulmányunk.

Az előadás címe: A természettudományos érdeklődésű diákok kreativitása

#### ***GIREP Konferencia***

Az önállóan elvégzett és kiértékelt kutatásomból júliusban előadást tartok.

Címe: Introduction of Newton's laws through model rocket construction

## **Oktatási tevékenység az aktuális félévben**

Mindkét szakomat (fizika heti 10, kémia heti 4 óra) tanítottam a Radnóti Gimnáziumban.

Az év elején itt is elindítottam el a „Fizikás Teázás” szakkört, melyre épül az iskolai tudományos közösség alapításának második projektje. A szegeden megkezdett pilot projektet továbbra is folytatom (kétheti rendszerességgel).

Az egyetemen Révész Ádám folytonos közegek mechanikája és optika gyakorlatának beadandóit és zárthelyi dolgozatait javítottam. Valamint Berta Dénes folytonos közegek mechanikája gyakorlatának beadandóit.

## **Olvasmánylista**

Az alábbi olvasmánylista az előző féléves lista kiegészített változata.

### ***Kutatás módszertan, tanítás módszertan***

#### *Projektek besorolása 21. századi kompetenciák mentén [1]*

A testületi szerző által szerkesztett kiadványban egy felmérés eredményeit olvashatjuk, mely során meghatározásra kerültek bizonyos a 21. században fontos munkavállalói kompetenciák, valamint egy kritériumrendszer, mellyel bármilyen oktatási projekt esetén meghatározható, hogy mennyire fejlesztheti az adott projekt az egyes kulcsfontosságú munkavállalói kompetenciákat.

#### *Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? [2]*

A cikk áttekintést ad a DBR alapjairól, működéséről, és példákat mutat – a legtöbbször idézett cikkek alapján.

#### *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments [3]*

Szintén egy áttekintő cikk a DBR-ről.

A cikk alapján a DBR fő jellemzői: pragmatikus; megalapozott; interaktív, iteratív és flexibilis; integratív; kontextust figyelembe vevő.

### ***Fogalmi váltások***

#### *Diagnoser.com*

A honlap egy tág gyűjteményét tartalmazza az egyes témakörökhöz tartozó lehetséges gyermeki elméleteknek, és kérdés-sorokat is ajánl ezek felméréséhez.

#### *12 feladatsor megoldásokkal és megjegyzésekkel [3]*

A gyűjteményben az elmúlt 12 év fizika kritériumdolgozatainak feladatait találjuk meg. A feladatok jelentős hányada a hallgatók tévképzeteit méri fel, így hasznos számomra is a gyermeki elméletek felméréséhez.

### *Egyetemi hallgatók tévképzetei a munka és energia témakörében [4]*

Gang Liu és Ning Fang az Utahi Állami Egyetemen vizsgálták a hallgatók tévképzeteit a munka, energia témakörben, mert sok hallgatónak voltak komolyabb problémái e két fogalom megértésével, használatával.

A tanulmány a tévképzetet így definiálja: Maguknak a fogalmaknak helytelen comprehension és megértése, valamint a fogalmak helytelen alkalmazása bizonyos helyzetekben.

A tanulmány szerint vannak olyan tévképzetek, melyek felülírása a hallgató koncepciója és a valós megértés közti különbség pontos magyarázatával elérhető, azonban vannak olyan tévképzetek, melyek olyan robosztusak, hogy csak nagyon erős „bizonyítékkal” felülírhatók.

A tanulmány kutatási kérdése: Melyek a leggyakoribb hallgatói tévképzetek a munka, energia témakörben?

A kutatási kérdés megválaszolásához a szerzők nagyjából 50 szaklap cikket elemeztek.

A tanulmány 23 féle tévképzetet nevez meg, mely előfordul a hallgatók körében és melyeket két fő kategóriába – energiával kapcsolatos, munkával kapcsolatos soroltak.

A két kategória további alkategóriákra került felbontásra:

- Energiával kapcsolatos
  - Energia vs Erő
  - Energia-transzformáció
  - Energiamegmaradás
  - Kinetikus energia
  - Potenciális energia
- Munkával kapcsolatos
  - Munka vs erő
  - Munka vs. elmozdulás

Néhány esetben a tévképzetek lehetséges okai is felderítették.

- A gravitációs erő munkája mindig negatív
  - A hallgatók 27%-a szerint így van, mert az elmozdulás az y tengely negatív irányába mutat. Nem gondolják át, hogy ez pont azt jelenti, hogy az erő és az elmozdulás egyirányú.
  - Ugyanez a tanulmány mutatja azt be, hogy a hallgatók nem értik teljesen a kapcsolatot a munka és az energiaváltozás között.
  - Egy lehetséges magyarázat: A hallgatók a munkát vektorként kezelik, így ha ennek iránya a tengely negatív irányába mutat, akkor a munka is negatív.
- A súrlódási erő munkája mindig negatív
  - Ez a tanulmány szerint talán a legkeményebb tévképzet. A legtöbben azt gondolják, hogy a súrlódási erő iránya mindig ellentétes a mozgás irányával.
  - Ezt okozhatja a részleges, vagy félkész magyarázat: Ha csak azt az esetet nézzük meg, amikor a súrlódást okozó tényező a test csúszása, és azt nem, mikor a mozgást a súrlódási erő hozza létre. (Ez utóbbi esetben lesz + a súrlódási erő munkája.)
- A rugóerő munkája mindig negatív

- Relatív kevés hallgató hiszi el, hogy a rugóerő ellentétes irányba mutat az elmozdulással, amikor a rugót összenyomják vagy széthúzzák. Emellett a hallgatók negligálják azt az esetet, mikor a rugó elengedésre kerül egy az egyensúlyi hosszától különböző pozícióban, amikor viszont tényleg egyirányú az erő és az elmozdulás.
- A tévképzet a tanulmány szerint tanulói kísérletekkel javítható.
- A rugó potenciális energiája függ a rugó hosszától
  - Ez a tévképzet egy félreértésből származik. A hallgatók a  $dx$ -et gyakran keverik a rugó hosszával. (Itt egy konkrét tankönyvre hivatkozik.)
- Az energia elveszik, vagy megsemmisül az egyik típusból másikba való transzformáció során
  - Általában visszavezethető arra, hogy nem jól értette meg a hallgató az energia fogalmat. (Illetve ír valamit arról, hogy keverik a lendülettel.)
- Energiamegmaradás vs Impulzusmegmaradás (vagy impulzusmomentum?)
  - Még a legjobb hallgatók sem tudják megmagyarázni sokszor a különbséget a kettő között, illetve nem tudják eldönteni, hogy melyik alkalmazható az adott szituációban.

Probléma lehet: Ha a tankönyv nem emeli ki a különbséget két hasonló fogalom között.

*Egyetemi hallgatók tévképzetei az erő és gyorsulás tekintetében [4]*

A cikk az előzőhöz hasonló módon vizsgálja egyetemi hallgatók tévképzeteit – csak ebben az esetben az erő és a gyorsulás vonatkozásában.

*Egy gyűjtemény lehetséges gyermeki elméletekből [1]*

A weblap egy tág gyűjteményt tartalmaz a diákok lehetséges tévképzeteiről az egyes témakörökben.

*Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht [10]*

A könyv részletesen tárgyalja az egyes témakörök esetén felmerülő gyermeki elméleteket, és a legtöbb esetben javaslatot tesz a témakör feldolgozására is.

(Ezt nem tudtam még végig olvasni, mert lassan érkezik meg. – Továbbra sem érkezett meg.)

## **Arduino**

*Robotika és úrkutatás a középiskolában [11]*

Az igen gondosan megtervezett, és kivitelezett projektre Pető Mária vezetésével a sepsiszentgyörgyi Székely Mikó Kollégiumban került sor. Ez a program alapvetően tehetséggondozó jellegű, a fizika szakkör mellett működő „Tudós Klub” keretein belül megy végbe. A szervezési keret igen változatos, a hagyományos szakköri foglalkozás mellett megjelenik a tudományos előadás, a vitaest, és a nyílt műhelymunka is. A feladatok feldolgozása havi két alkalom során, két-három órában történik, egy mentordiák segítségével, kis csoportokban.

A projektben az Arduino vezérlés csak alkalmasszerűen, más hasonló rendszerek használata mellett jelenik meg, de ennek alkalmazásával is sikeres projekteket mutat be, mint a nyomkövető, a tűzoltó, valamint az egyéni munkában született életmentő robot. A

legkomplexebb feladat, melynek megoldását szintén az Arduino segítségével oldották meg, a CanSat versenyére készült „szatellit” modell, mely 1 km-es magasságba feljuttatva mérte a magasság függvényében a hőmérséklet nyomás a légszennyezettség és a páratartalom változását.

A tapasztalatok szerint a bonyolult problémák ellenére – vagy talán épp ezért – a diákok lelkesen vesznek részt a „Tudós Klub” munkájában, és a romániai, valamint a nemzetközi versenyeken.

Ez a projekt jellegében különbözik a mi általunk folytatott kutatómunkától, hiszen első sorban tehetséggondozás a célja. E mellett nagyon inspiráló és felszabadító a gondolat, hogy a diákok megfelelő körülmények között nagy teljesítmények elérésére is képesek.

### *Arduino alapú nyári tábor*

(D. J. E. Post, „An Arduino-Based Summer Camp Experience for High School Students,” in ASEE’s 123rd Annual Conference & Exposition, New Orleans, LA, 2016.) [12]

A prescott-i Embry-Riddle Aeronautical University tudománynépszerűsítő céllal középiskolás diákoknak egy Arduino alapon nyugvó elektronikai készlet felhasználásával ötnapos tábort hoztak létre.

A tábor során a SIK (Sparkfun Inventor’s Kit) [12] készletet, és a hozzá kapható kísérletleírásokat használták fel. A tábor tematikája és időbeosztása igencsak telített, a diákok délelőtt és az ebéd utáni időszakban is az Arduinoval dolgoznak többségében. E mellett esténként közösségi programok és előadások is várják őket.

A projekt során két féle teszttel is mérték a diákok elégedettségét, és a program céljainak teljesülését. Ezt a későbbiekben lefordítás után szinte változatlanul tervezzük alkalmazni a jelenlegi és későbbi programjainkban.

### *Projekt alapú fizikalaborok olcsó, nyílt forráskódú hardver alkalmazásával*

F. Bouquet, J. Bobroff, M. Fuchs-Gallezot és L. Maurines, „Project-based physics labs using low-cost open-source hardware,” American Journal of Physics, 2016. [13]

A projekt során egyetemi laborok tematikájának és módszertanának megújítását tette lehetővé az Arduino. A tanulmány kiemeli a rendszer előnyei között annak alacsony árát, és azt a tény, hogy bár nem laboratóriumi pontossággal, de sok féle fizikai mennyiség mérésére alkalmas. A gyakorlatok során a hallgatók először megismerkedtek az Arduino kezelésével, majd párokban, egy közös brainstorming eredményeként létrejövő listából fizikai jelenséget választottak, melyhez mérőeszközt terveztek. A kutatás eredményei alapján a projekt igen sikeresnek mondható a hallgatók körében.

## ***Kvantummechanika***

### *A kvantummechanika alapfogalmainak elfogadtatása*

F. Károlyházy, „A kvantummechanika alapfogalmainak elfogadtatása,” Fizikai Szemle, %1. kötetXXIV., %1. szám8., p. 243, 1974.

A kvantummechanika alapjainak egy elegáns bevezetési lehetőségét tartalmazza a cikk, mely az egyszerűsítések mellett is túl komplex lehet az általános tantervű osztályokban, de kiindulási alapnak, ötletadóknak vagy akár szakköri tematikának is megfelelő lehet.

#### *Alapvető koncepciók a kvantummechanikában*

G. Ghirardi, R. Grassi és M. Michelini, A Fundamental Concept in Quantum Theory: The Superposition Principle, in Thinking Physics for Teaching, Aster: Plenum Publishing Corporation, 1979.

A cikk egy másik bevezetési módját mutatja be a kvantummechanika alapjainak a fénypolarizáció jelenségén keresztül.

#### *Kvantummechanika a középiskolában – olasz módszer a magyar oktatásban szakkörön*

K. Tóth, Kvantummechanika középiskolában, Budapest: ELTE, 2020.

Tóth Kristóf TDK dolgozata tartalmazza a fenti módszer fordítását, és Magyarországi alkalmazásának pre-post tesztelt oktatási kísérletét mutatja be.

#### *Néhány gondolat az atomfizika középiskolai tanításához*

A cikk áttekintést ad arról, hogy a NAT milyen tartalmakat vár el a kvantummechanika tanításában. Ez után egy lehetséges tárgyalást mutat be – mely szerintem meghaladja az átlagos diák szintjét.

#### *További, tervezett olvasmányok*

- [http://csodafizika.hu/fiztan/kozkinsc/doktorik/ertekezesek/olah\\_eva.pdf](http://csodafizika.hu/fiztan/kozkinsc/doktorik/ertekezesek/olah_eva.pdf)
- Schramek Anikó disszertációja
- Schramek Anikó, Oláh Éva Mária, Telek Zsigmond, Péter Kristóf, Research-based teaching at Wigner Research Centre for Physics, Canadian Journal of Physics, 2020, 98(6): 588-592,
- Finta Zsanett, Jenei Péter, Schramek Anikó (2019), The subject of waves in a new approach introductory steps of a Design Based Research (DBR), GIREP-ICPE-EPEC-MPTL 2019 International Conference, Budapest
- GIREP 2019 előadás, Schramek Anikó, Oláh Éva Mária, Research-based teaching at Wigner Research Centre for Physics, 2019. július 02.
- GIREP 2019 poszter Finta Zsanett, Jenei Péter, Schramek Anikó, The subject of waves in a new approach introductory steps of a Design Based Research
- Juhász A: A modern fizika tanításának feladatai és nehézségei
- Athens Journal of Education - Volume 7, Issue 3, July 2020 – Pages 313-330 <https://doi.org/10.30958/aje.7-3-5> doi=10.30958/aje.7-3-5 On Teaching Quantum Physics at High School By Enzo Bonacci □
- Introducing Quantum Mechanics in High Schools: A Proposal Based on Heisenberg's Umdeutung †

#### ***Tantárgyi koncentráció***

*Szakmány Csaba doktori disszertáció*

A disszertáció hatodik tézisében foglalkozik a tantárgyak közötti kapcsolatok lehetséges felhasználásaival. Első sorban a komplex természettudományos szemlélet fejlesztésére használja – azaz a természettudományok közötti tantárgyi koncentrációs lehetőségeket veszi górcső alá.

*Gyűjtemény a fizika interdiszciplináris szemléletű tanításához [14]*

A gyűjtemény sok hasznos ötletet tartalmaz a fizika és biológia közti kapcsolódási pontok kihasználásához. Nagy előnye, hogy a mellett, hogy a megfogalmazások olvasmányosak, és gyakorlati felhasználásokhoz kötődnek, a fizikai háttér is jól kidolgozott.

*A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban [15]*

A Marosvásárhelyen megrendezett konferencia közlönye több olyan tanulmányt tartalmaz, mely hasznosítható az én kutatási témámban.

Ezek: Bepillantás a művészetbe röntgensugarakkal (Biróné Kabály Enikő)

Művészet és fizika – fizika és művészet, néhány gondolat a kettő kapcsolatáról (Dvoráček Ágoston)

Az érdeklődés felkeltése a fizika oktatásában a művészetek segítségével (Szatmáry-Bajkó Ildikó)

Fizikatanítás zenével – kicsiknek és nagyoknak (Molnár Milán, Papp Katalin)

Más témaköreimhez még értékes anyagok:

Építsünk űrszondát! – Fizikatanítás érdekesen (Hudoba György)

*Toward Meaningful Interdisciplinary Education: High School Teachers' Views of Mathematics and Science Integration: Meaningful Interdisciplinary Education [16]*

A folyóiratcikk lényegi része egy kvalitatív vizsgálat eredményeit tartalmazza a matematika és a természettudományos tárgyak integrációjával kapcsolatban. Számomra azonban értékesebb az általa használt keretrendszer a tantárgyi kapcsolatok kihasználásának rendszerezésére.

*A fizika-irodalom tantárgyi kapcsolatok vizsgálatához elolvasott munkák*

- Dürrenmatt: Fizikusok
- Edgar Allan Poe: A kút és az inga
- Jókai Mór: Fekete gyémántok
- Hemingway: Egynapi várakozás
- Jules Verne: Némó kapitány

***Iskolai tudományos közösség alapítása***

*Connecting School and Community with Science Learning: Real World Problems and School - Community Partnerships as Contextual Scaffolds [14]*

A folyóiratcikk egy esettanulmányt mutat be, melyben ötödikes diákok által felvetett problémaként egy folyó szennyezettségének vizsgálatával foglalkoztak a projektmódszer keretei között, és kihasználva az iskolai közösséggel való kapcsolatot. A cikk kulcsszavai: community-based knowledge, connected science, real world problems

Maga a projekt egészen hasonlít a Fizika tanítása I.-ben található „patak projekt”-re.

*Practical independent research projects in science: a synthesis and evaluation of the evidence of impact on high school students [15]*

A cikk egy átfogó, 39 folyóiratcikket felölelő tanulmány, mely az én ötletemhez hasonlóan tekinthető, független kezdeményezésekkel foglalkozik. fontos tanulság, hogy az elemzett cikkek nagy többsége az USA vagy az UK területén született, Közép-Európából nem volt ilyen jellegű publikáció.

A cikk elemzi a projekteket, megállapítja a karakterisztikus tulajdonságaikat, és átfogóan kijelenti, hogy pozitív hatást gyakorolnak a diákok attitűdjére a természettudományokkal kapcsolatban. Megjegyzi azt is, hogy sok esetben az a cél, hogy azzal, hogy a diákok kipróbálják a kutatói létet, motiváltabbak legyenek az ezzel való további tanulmányokra.

*Rocket physics [16]*

A cikk ötletként, és megvalósított pilot projektként mutatja be a rakétaépítés, mint diáktevékenység a mechanika témakörében. Alapkutatásnak tekinthető, mert a hatásokat nem vizsgálja, csak a módszert mutatja be.

Jó ötletek találhatók a cikkben a rakéta felépítése kapcsán, valamint a tesztelésre alkalmas kísérletekhez.

*STEM High School Communities: Common and Differing Features*

A cikk interjúk és megfigyelések segítségével vizsgálja az amerikai STEM fókuszú iskolákban a diákok és tanárok élményeit és perspektíváját.

Az iskolai tudományos közösség-koncepció megalkotásában az ilyen típusú iskolák tipizálására használt keretrendszer (iskola az iskolában, „magányos”, bentlakásos, egyetemre alapuló, lehet igazán hasznos, valamint az egyes típusok leírásai.

*Pszichológia Pedagógusoknak*

A rendszer alapjainak kialakításához szükségesnek tartottam a pszichológiai nézőpont megjelenését. A fejlődéslélektani alapok áttekintésével szerintem biztosabb alapokra helyezhető a közösség kialakítása.

***A fizikatanítás helyzete***

*A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai [18]*

A tanulmány átfogó képet ad a 2002-es állapotokról. Olvasása közben egyetlen kérdés merült fel bennem: ha ezt akkor is tudtuk, miért nem csináltunk érdemben semmit az elmúlt 20 évben?

*A tantárgyi szorongás kérdőív bemutatása*



A tantárgyi szorongás kérdőív egy olyan mérőeszköz, mely kipróbált, jól használható a gyerekek egy tantárggyal kapcsolatos általános és specifikus szorongásainak felmérésére.

*További olvasmányok:*

[http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/Termesztudomany\\_tartalmi\\_keretek.pdf](http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/Termesztudomany_tartalmi_keretek.pdf)

<http://edia.hu/demo/2/>

[http://www.gff-bekescsaba.hu/files/files/bekescsaba/kiadvanyok/pers\\_2011\\_kulonszam.pdf#page=24](http://www.gff-bekescsaba.hu/files/files/bekescsaba/kiadvanyok/pers_2011_kulonszam.pdf#page=24)

[http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/1614/1/609-617\\_Vido.pdf](http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/1614/1/609-617_Vido.pdf)

[http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/1242/1/71-84\\_Patko.pdf](http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/1242/1/71-84_Patko.pdf)

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0901/Atermesztudomanyos.pdf>

<https://dspace.kmf.uz.ua/jspui/handle/123456789/1396>

<http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz0305/radnoti0305.html>

[https://www.strategiaifuzetek.hu/files/505/50\\_2010-12010\\_1.pdf](https://www.strategiaifuzetek.hu/files/505/50_2010-12010_1.pdf)

[http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/oktatas/szakdolgozatok/11Szkd\\_Fiz\\_BaloghBianka.pdf](http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/oktatas/szakdolgozatok/11Szkd_Fiz_BaloghBianka.pdf)

<http://real.mtak.hu/34894/1/01.pdf>

[http://real-eod.mtak.hu/4655/1/Tanulmanyok\\_1997\\_09\\_Vamos\\_Nok\\_megjelenese\\_a\\_termesztudomanyok.pdf](http://real-eod.mtak.hu/4655/1/Tanulmanyok_1997_09_Vamos_Nok_megjelenese_a_termesztudomanyok.pdf)

[http://fizikaiszemle.hu/uploads/2020/08/fizszem-20200708-radnotikatalin\\_10\\_12\\_47\\_1598861567.515.pdf](http://fizikaiszemle.hu/uploads/2020/08/fizszem-20200708-radnotikatalin_10_12_47_1598861567.515.pdf)

[file:///D:/OneDrive%20-%20elte.hu/Egyetem/Doktori/Forr%C3%A1sok/A%20fizika%20meg%C3%ADt%C3%A9l%C3%A9se/historica\\_062\\_061-076.pdf](file:///D:/OneDrive%20-%20elte.hu/Egyetem/Doktori/Forr%C3%A1sok/A%20fizika%20meg%C3%ADt%C3%A9l%C3%A9se/historica_062_061-076.pdf)

[file:///D:/OneDrive%20-%20elte.hu/Egyetem/Doktori/Forr%C3%A1sok/A%20fizika%20meg%C3%ADt%C3%A9l%C3%A9se/iskolakultura\\_1993\\_024\\_062-064.pdf](file:///D:/OneDrive%20-%20elte.hu/Egyetem/Doktori/Forr%C3%A1sok/A%20fizika%20meg%C3%ADt%C3%A9l%C3%A9se/iskolakultura_1993_024_062-064.pdf)

## **Hivatkozások**

- [1] ITL Research, „ITL Research - 21cld Learning Activity Rubrics,” 2012. [Online]. Available: <https://fcl.eun.org/documents/10180/14691/5.3x+-+21cld+learning+activity+rubrics+2012.pdf/e240da11-07c2-4633-a86e-06c12f00d8ad?version=1.0>. [Hozzáférés dátuma: 16. 11. 2020.].
- [2] T. Andeson és J. Shattuck, „Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research?,” *Educational Researcher*, %1. kötet41, %1. szám1, pp. 16-25, 2012.
- [3] F. Wang és M. J. Hannafin, „Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments,” *Educational Technolgy, Research and Development*, %1. kötet53, %1. szám4, pp. 5-23, 2005.
- [4] K. Dr. Radnóti, 12 feladatsor megoldásokkal és megjegyzésekkel, Budapest: ELTE, 2018.
- [5] L. Gang és F. Ning, „Student Misconceptions of Work and Energy in Engineering Dynamics,” in *2017 ASEE Gulf-Southwest Section Annual Conference*, Texas, 2017.
- [6] L. Gang és F. Ning, „Student Misconceptions about Force and Acceleration in Physics and Engineering Mechanics Education,” *International Journal of Engineering Education*, %1. szám32, pp. 19-29, 2016.
- [7] American Institute of Physics, „Children's Misconceptions about Science,” 1998. [Online]. Available: <http://www.eskimo.com/~billb/miscon/opphys.html>.
- [8] W. Thomas, S. Horst és H. Martin, Unterrichts-konzeptionen für den Physikunterricht, Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2021.
- [9] M. Petó, „Robotika és úrkutatás a középiskolában – Jó gyakorlatok az erdélyi református líceumok tehetség-gondozásában,” in *Tehetség-gondozási Konferencia*, Debrecen, 2017..
- [10] D. J. E., „An Arduino-Based Summer Camp Experience for High School Students,” in *ASEE’s 123rd Annual Conference & Exposition*, New Orleans, LA, 2016.
- [11] F. Bouquet, J. Bobroff, M. Fuchs-Gallezot és L. Maurines, „Project-based physics labs using low-cost open-source hardware,” *American Journal of Physics*, 2016.
- [12] Z. Dr. Rajkovics, Gyűjtemény a fizika interdiszciplináris szemléletű tanításához, Budapest: ELTE Anyagfizikai Tanszék, 2015.
- [13] „A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban,” in *A fizika, matematika és művészet találkozása az oktatásban, kutatásban konferencia*, Marosvásárhely, 2012.
- [14] A. E. Weinberg és L. B. S. McMeeking, „Toward Meaningful Interdisciplinary Education: High School Teachers’ Views of Mathematics and Science Integration,” *School Science and Mathematics*, %1. kötet117, %1. szám5, p. 204, 2017.

- [15] L. M. Bouillion és L. M. Gomez, „Connecting School and Community with Science Learning: Real World Problems and School-Community Partnerships as Contextual Scaffolds,” *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, %1. kötet38, %1. szám8, pp. 878-898, 2001.
- [16] J. Bennett, L. Dunlop, K. J. Knox, M. J. Reiss és R. T. Jenkins, „Practical independent research projects in science: a synthesis and evaluation of the evidence of impact on high school students,” *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION*, %1. kötetVOL. 40, %1. szám14, p. 1755, 2018.
- [17] S. A. Widmark, „Rocket physics,” *The Physics Teacher*, %1. kötet36, %1. szám148, 1998.
- [18] K. Radnóti, „A fizika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai,” *Új Pedagógiai Szemle*, %1. kötet2002, %1. szám5, 2002.
- [19] I. Kuczmann,  
<https://edit.elte.hu/xmlui/static/pdfjs/web/viewer.html?file=https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/46508/Disszert%c3%a1ci%c3%b3Kuczmann.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2018.