
Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi kar



Jelenségalapú fizikaoktatás fakultáción

Készítették:

Mózsa Sára

Fizika-matematika osztatlan tanárszak

IV. évfolyam

Miklós Luca

Fizika-matematika osztatlan tanárszak

IV. évfolyam

Témavezető:

Kovács Tamás

egyetemi adjunktus

Atomfizikai Tanszék

Tartalom

Absztrakt	4
1. Bevezetés	5
1.1. Motiváció	5
1.2. Célkitűzés és hipotézis	5
2. Elméleti háttér	6
2.1. Jelenségalapú oktatás	6
2.2. Érettségi követelmények	8
2.3. Kísérletek, videók és szimulációk a fizikaórán	9
2.4. Design-based research.....	11
3. A feladatlapjaink készítésének szempontja	12
3.1. Témák kiválasztása.....	12
3.2. A munkalapok feladatrendszere.....	13
Szivárvány	13
Villám	14
Hangszerek	15
Gőzgép.....	15
Napelem	16
Rakéta	17
4. Az általunk végzett kutatási módszer bemutatása a Szivárvány feladatlap példáján keresztül.....	17
4.1. Elemzés és felfedezés.....	18
4.2. Tervezés és megvalósítás	18
4.3. Értékelés és reflexió.....	18
4.3.1. A csoport jellemzői	20
4.3.2. Első feladat	21
4.3.3. Második és harmadik feladat.....	22
4.3.4. Negyedik és ötödik feladat.....	23
4.3.5. Hatodik és hetedik feladat.....	24
4.3.6. Feladatsor egészére vonatkozó kérdések	26
4.3.7. Javított feladatlap	27
4.3.8. Javított visszajelző teszt.....	27
4.4. Eredmények.....	28
4.4.1. Releváns tesztkérdések.....	28
4.4.2. Nem releváns tesztkérdések	30
4.4.3. Visszajelző kérdőív eredményei.....	31
5. Összefoglalás	34

Köszönetnyilvánítás	35
Irodalomjegyzék	36
A. Függelék: Feladatlapok megoldással	38
Szivárvány	38
Villám	42
Hangszerek	45
Gőzgép	49
Napelem	52
Rakéta	56
B. Függelék: Teszt	59

Absztrakt

Dolgozatunkban fizika fakultációs diákok számára készítettünk feladatlapokat. Az érettségi vizsgakövetelményben is szereplő szükséges kompetencia, hogy a diákok le tudják írni a mindennapokban tapasztalt jelenségek és technológiai eszközök működését a fizika törvényeinek segítségével. Fontos feladat még fakultáción, a már megszerzett tudás előhívása, ismétlése és rendszerezése, azonban ezt érdemes valamilyen izgalmasabb formában megtenni, hiszen így a diákok jobban bevonódnak a tananyag feldolgozásába és hosszabb távon megjegyzik azt. Ezért minden feladatlapunk egy jelenség (pl.: szivárvány, napelem stb.) köré szerveződik. Kísérletek, szimulációk segítségével foglalkozik magával a jelenséggel vagy technológiai eszközzel és a hozzákapcsolódó fizikai fogalmakkal, törvényekkel.

A feladatlapokat a Design-based Research¹ kutatási módszerrel készítjük el, vagyis a kész feladatlapot bevisszük egy tanórára, ott végigcsináljuk a diákokkal, majd a visszajelzések és tapasztalatok alapján átalakítjuk a feladatlapot és feldolgozzuk egy újabb diákcsoporttal. Ezután összehasonlítjuk a két csoport kitöltött feladatlapjait és visszajelzéseit, ebből következtetéseket vonunk le.

Az a hipotézisünk, hogy az ismételten ilyen formában hatékonyabb és jobban átadja az érettségi által elvárt tudásanyagot. Ezt úgy teszteljük, hogy amikor másodszor visszük be a feladatlapot, akkor a diákcsoportot ketté osztjuk és míg az egyik fele a feladatlap segítségével ismételi, addig a másik hagyományos módon. Ezután kitöltenek egy érettségi feladatokból összeállított rövid tesztet, ami felméri a tudásukat az adott témában.

¹ https://edtechbooks.org/studentguide/design-based_research

1. Bevezetés

1.1.Motiváció

Sok diák érzi a középiskolai fizika oktatást távolinak, a valóságtól elrugaszkodottnak. Nekünk is sok olyan emlékünks van fizika óráról, amikor teljesen irreális számolási feladatokat oldottunk meg egymás után, anélkül, hogy láttuk volna ez mire jó. Ugyanakkor viszont fizikatanárszakos hallgatóként többször kerültünk olyan helyzetbe, hogy valaki egy teljesen hétköznapi jelenség működését szerette volna megérteni és feltételezte, hogy ezt mi egyszerűen és logikusan el tudjuk magyarázni, azonban ez mégsem bizonyult olyan egyértelműnek. Ezért felmerült bennünk, hogy mi lenne, ha a középiskolában nagyobb hangsúlyt fektetnénk a különböző jelenségek, illetve technológiai eszközök működésének megértésére.

Úgy éreztük, hogy a legmegfelelőbb közeg erre a fizika fakultáció, mert ott a diákokról már feltételezünk egy alaptudást, illetve egy fizikai érdeklődést. A fakultáció egyik fontos feladata általában az ismételés és rendszerezés, ami egyes diákok számára könnyen unalmassá válhat, mások számára viszont fontos, hiszen a fakultációra gyakran nagyon különböző tudásszintű diákok érkeznek. Erre a problémára is jó megoldás lenne, ha az ismételés valamilyen izgalmasabb formában történne.

Már az érettségire készülve észrevettük, hogy az érettségi feladatok is gyakran különböző jelenségek vagy technológiák megértését kéri számon, amire sokszor a diákok nincsenek felkészülve. A középszintű érettségiben minden évben van egy elemző feladat, amiben egy jelenséget vagy technológiát kell megvizsgálni. Az emeltszintű érettségiben pedig főként az esszé feladat igényel ilyen jellegű tudást, de a többi feladat is aktívan felhasználja a jelenségelemzést. Emiatt is fontosnak tartjuk, hogy a fakultációra járó diákok, akik érettségizni szeretnének fizikából, ezekre a feladatokra minél jobban fel legyenek készítve.

1.2.Célkitűzés és hipotézis

Célunk olyan feladatlapok készítése, amelyek segítségével a diákok megértik adott jelenség vagy technológiai eszköz működését és átismétlik az ehhez kapcsolódó korábban tanult fogalmakat. Dolgozatunkban azt mutatjuk meg, hogy ebben a formában hatékonyabb az ismételés, mintha csak a törvények és fogalmak átismétlésével és számolós feladatok megoldásával idézzük fel az anyagot.

Igyekeztünk a feladatlapokat minél több egyszerűen és olcsón kivitelezhető kísérlettel és szimulációval is színesíteni, hiszen pont az a lényeg, hogy a diákok által is ismert és tapasztalt jelenségeket próbáljunk megmagyarázni.

Törekedtünk arra, hogy a feladatok minél változatosabbak legyenek, így a lehető legtöbb gyerek igényeihez igazodjanak és sokoldalú gondolkodásra ösztönözzék őket. A számolási feladatokat fontosnak éreztük, hiszen az emeltszintű érettségi pontjainak nagyrészt továbbra is ezek teszik ki. Azonban azt fontosnak tartjuk, hogy a számolási feladatok a mindennapokhoz könnyen köthetőek legyenek és reális adatokkal dolgozzunk bennük.

2. Elméleti háttér

2.1. Jelenségalapú oktatás

„A természettudomány feladata elsősorban a világ működésének leírása, a „hogyan működik?” kérdésre való válaszok keresése egyre alapvetőbb és átfogóbb törvények segítségével, azokból kiindulva, sokszor hosszú logikai láncok felhasználásával. Ez jelenti azt, hogy a „miért, mi az oka?” kérdésekre is választ keres.” -írja a 2020-as fizika kerettanterv.² Az igény, hogy ezekre a kérdésekre választ kapjunk természetünkönél fogva belénk van kódolva. Gondoljunk csak egy óvodásra, aki azzal kergeti az örületbe a szüleit és az óvónéniket, hogy percenként feltesz egy miért jellegű kérdést. Ennek ellenére a legtöbb gyerek mire eljut a középiskolába valahogyan elveszti az igényt, hogy megértse a körülötte lévő világot. Fizikatanárként az egyik fontos, ha nem a legfontosabb célunk, hogy tanítványaink középiskolás korukban is kíváncsiak és érdeklődőek maradjanak.

Ha magyarul nézünk utána a témának akkor főként a finn jelenségalapú oktatásról a PhBL-ről (Phenomenon Based Learning) találunk cikkeket³. Ennek lényege, hogy a jelenségeket holisztikusan tanulmányozzák, teljes egészként. Fő célja, hogy a tanulók megértsék a tantárgyak közötti összefüggéseket, ezért igyekeznek az adott jelenséget az összes tantárgy szempontjából megvizsgálni. Például, ha éppen a vízről tanulnak akkor fizika órán foglalkozhatnak a halmazállapotváltozásokkal, kémián a vízmolekula szerkezetével, földrajzon az óceánokkal, de akár magyarórán is lehet tanulmányozni vízről szóló verseket vagy közmondásokat. Azt gondoljuk, hogy ez egy nagyon érdekes elképzelés

² Fizika 9–10. évfolyam

³ <https://finnminta.com/jelensegalapu-tanulas-phbl-fogalma-es-gyakorlati-megvalositasa/>

és a finnekénél ki is derült, hogy nagyon jól működik, azonban hazai vonatkozásban talán jobb lenne a természettudományokra szűkíteni. Az elmúlt években már vannak is ilyen törekvések. A szakgimnáziumokban például komplex természettudományos órák vannak, illetve a gimnáziumokban azok a diákok, akik nem járnak természettudományos tárgyból fakultációra, egy természettudomány nevű összevont tárgyat tanulnak. Ennek működésére nincs rálátásunk, az ötletet mindenképpen jónak tartjuk, azonban jelenleg még nincsenek olyan diplomás tanárok, akik az összes természettudományhoz magasszinten értenek, így a kivitelezés egyelőre kicsit kétséges.

Ha azonban angolul keresünk cikkeket, akkor már sokkal gazdagabb a rendelkezésre álló szakirodalom. Már 1980-ban létezett nemzetközi szinten egy 5E Science Instructional Model mely öt lépésben közelít meg egy természettudományos problémát. Ezek a lépések az engage, explore, explain, elaborate és evaluate, vagyis szabadfordításban a bevonódás, felfedezés, magyarázat, továbbgondolás és értékelés.⁴ Több cikkben is kitérnek arra, hogy ez a megközelítés arra biztatja a diákokat, hogy felfedezzék az őket körülvevő világot és az érdeklődésük felkeltésével aktívan bevonódjanak akár a természettudományos órákba is. Alapja, hogy a diákok ahelyett, hogy csak megtanulják az összefüggéseket, maguk jönnek rá, hogy hogyan működnek az adott jelenségek, tapasztalatokat fogalmaznak meg, majd megmagyarázzák azokat. Fontos, hogy a diákok a folyamat közben saját maguknak is kérdéseket tesznek fel, amelyekre válaszokat szeretnének kapni, így nem csak a tanár kérdései irányítják a megismerési folyamatot. Külföldön nagyon elterjedt ez a megközelítés, például Georgiában már minden iskolában ilyen elvek mentén oktatják a természettudományos tárgyakat.⁵

Ha kilépünk az osztályteremből és a jövő kihívásaira szeretnénk felkészíteni a diákjainkat, akkor fontos a kritikai gondolkodás és a problémamegoldás, illetve a kutatási készség fejlesztése. Ezt a jelenségalapú oktatás nagyon hatékonyan támogatja. Ha technológiai innovációkat is beviszünk a fizika órára, akkor a diákok látják, hogy tudásuk napra kész és valóban hasznos az, amit az iskolában tanulnak.

⁴ <https://www.kiddom.co/role-of-phenomena-based-learning-in-k-12-science-education/>

⁵ <https://www.eealliance.org/phenomenon-based-learning.html>

Az egyik cikkben⁶ egy tanár leírja a módszer nehézségeit is, illetve hogy nagyon fontos, hogy ez a fajta tanítás megfelelő felkészülést igényel, nem fog magától működni. Mielőtt kipróbálta diákjaival a jelenség alapú oktatást az egyik leggyakoribb kérdés az volt, hogy az éppen tanult anyagrész benne lesz-e a dolgozatban, azonban mióta a gyerekek így tanulnak, azóta sokkal inkább a jelenségek megértését érzik fontosnak, ehhez kapcsolódó, előremutató kérdéseket tesznek fel a tanárnak és fogalmaznak meg maguknak is. A tanár kiemeli azt is, hogy először számára is nagyon nehéz volt a szemléletváltás, hiszen ő sem ezt szokta meg mind a saját tanulmányai, mind az eddigi tanítási tapasztalatai során. Kiemeli, hogy nagyon fontos, hogy kritikusan szemléljük a saját módszereinket és szükség esetén változtassunk rajtuk, igazítsuk őket a diákjaink igényeihez. A kezdeti nehézségek ellenére már az első években látszott, hogy a diákjai az átlag felett teljesítettek a központi méréseken. Több diákot is természettudományos továbbtanulásra motivált a módszer, annak ellenére, hogy előtte nem érezték annyira komfortosan magukat az ilyen jellegű tantárgyakban.

2.2.Érettségi követelmények

Ha megnézzük a részletes érettségi vizsgakövetelményeket⁷, akkor rögtön az elején fel vannak sorolva a szükséges kompetenciák. Ezek között többet is találhatunk, ami szorosan kapcsolódik az általunk megfogalmazott célokhoz.

Ezek a következők:

- „ismeretei összekapcsolása a mindennapokban tapasztalt jelenségekkel, a modern kor technikai eszközeinek működésével és azok hétköznapi használatával”
- „induktív és deduktív következtetés”
- „a napjainkban felmerülő, fizikai ismereteket is igénylő problémák lényegének megértése”
- „a mindennapi életben használt eszközök működésének megértése”

⁶ <https://www.eschoolnews.com/steam/2024/06/07/how-i-came-to-love-phenomena-based-science-instruction/>

⁷

https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktat/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2024/fizika_2024_e.pdf

- „más természettudományos tantárgyak kapcsolódó középszintű kulcsfogalmainak megértése”

2.3. Kísérletek, videók és szimulációk a fizikaórán

„Az iskolai kísérletek lényegi szerepe a diákok motiválása, az új ismeretek elsajátításának támogatása és a fizikai törvényekből levont következtetések igazságának gyakorlati bizonyítása.”⁸ A kísérletek nagyon fontos szerepet töltenek be a természet megismerésében, így szerves részei kell, hogy legyenek a természettudományos oktatásnak is. A diákok számára sokkal maradandóbb élmény lesz, ha valamit megtapasztalhatnak, a saját szemükkel láthatnak, mint ha csak elmeséljük.

A kísérletezés ellen szólhat, hogy gyakran sok időt vesz igénybe, kellene hozzá bizonyos eszközök és gondos előkészítést, a kísérlet kipróbálását igénylik a tanároktól. Szerencsére sok olyan kísérlet van, amiket otthon is megtalálható vagy nagyon könnyen és olcsón beszerezhető eszközökkel is meg lehet valósítani. Igyekeztünk ilyeneket belerakni a feladatlapokba. Az idő, amit az órából kísérletezésre fordítunk lehet, hogy soknak tűnik, de hosszútávon sokkal hasznosabban telik, mintha megoldanánk kétfővel több feladatot, hiszen azokat a gyerekek nagyon hamar elfelejtik, míg ha elvégezhetnek egy kísérletet az általában mélyebb nyomot hagy bennük. Nekünk is a legkedvesebb fizika órai emlékeink szinte mindegyike valamilyen kísérlethez köthető.

Nagyon fontos, hogy a kísérlet célja mindig világos legyen, ne csak azért végezzük el, hogy szerepeljen kísérlet az órában. A kísérletek csoportosításának legfőbb szempontja is a kísérlet célja. Példák a lehetséges célokra:

- érdeklődést felkeltő, motiváló kísérletek
- törvények megfogalmazását megalapozó mérések
- megértést támogató kísérletek
- fizikai törvények gyakorlati alkalmazását bemutató kísérletek
- feladatmegoldást támogató kísérletek

A kísérleteket aszerint is csoportosíthatjuk, hogy ki végzi el őket, így megkülönböztetünk demonstrációs méréseket (ezeket a tanár végzi el) és tanulói méréseket. Mindkettőnek meg vannak az előnyei és hátrányai, így érdemes mindig az óra célja, a kísérlet

⁸ https://fiztan.phd.elte.hu/letolt/fizika_tanitasa_1.pdf

jellege és az adott csoport sajátosságai szerint eldönteni, melyik módszer a praktikusabb. A tanári kísérletezés előnye, hogy rövidebb időt vesz igénybe és nagyobb valószínűséggel sikerülnek a bonyolultabb kísérletek is, azonban így a diákok kevésbé vonódnak be a témába. Ezt lehet segíteni azzal, hogy a kísérlet közben kérdéseket teszünk fel, a műszerek leolvasásához, vagy az egyszerűbb részfeladatokhoz minél több diákot hívunk ki és vonunk be a kísérletbe. A tanulói kísérletezés nagy előnye, hogy a diákok saját maguk tapasztalják meg az adott jelenséget, így valószínűleg hosszabb távon megjegyzik azt. Nagyon kell figyelni arra, hogy ne csak maga a tevékenység kösse le a diákokat, a kísérlet fizikai hátterén is gondolkodjanak el. Ezt tudja támogatni, ha a kísérlet egyszerű és rövid és ha teszünk fel hozzá elgondolkodtató kérdéseket, amiket utána közösen megbeszélünk és le is írunk. A tanulói kísérletek során a tanárnak nagyon oda kell figyelni a biztonságra, nehogy valaki megsérüljön. Lehet a kísérleteket különböző technikai szempontok szerint is csoportosítani, erre most nem térünk ki.

Igazából minden kísérletet be lehet mutatni videós formában, hiszen ez sokkal időhatékonyabb, mindig sikerül és különösebb felkészülést sem igényel a tanár részéről, azonban így pont a lényeg veszik el, vagyis az, hogy a diákok a saját szemükkel lássák, hogy amiről tanulnak az a valóságban is működik. Vannak olyan esetek, amikor mégis elengedhetetlen a videó használata, ilyen például a mi esetünkben a rakétakilővésről vagy a villámok típusairól szóló videó.

Az fizika oktatásban használt szimulációs programok lényege, hogy különböző fizikai kísérleteket, jelenségeket szimulálnak valós fizikai háttérrel. Előnyük, hogy a mai gyerekek számára nagyon vonzóak, hiszen elektronikus eszközökön lehet őket elérni, általában színesek, gyorsan, pár kattintásra történnek bennük az események. Fontos megjegyezni, hogy a valódi kísérleteket természetesen nem helyettesítik, azonban sokszor célszerű a használatuk. Általában több paramétert tudunk bennük módosítani, akár olyan szélsőséges helyzeteket is megvizsgálva, ami élőben nem sikerülne. Több szimulációban olyan vizuális elemekkel segítik a megértést, amiket a valóságban nem látunk, például a lendületmegmaradás törvényéhez ajánlott PHET szimulációban⁹ a sebesség és lendület vektorok.

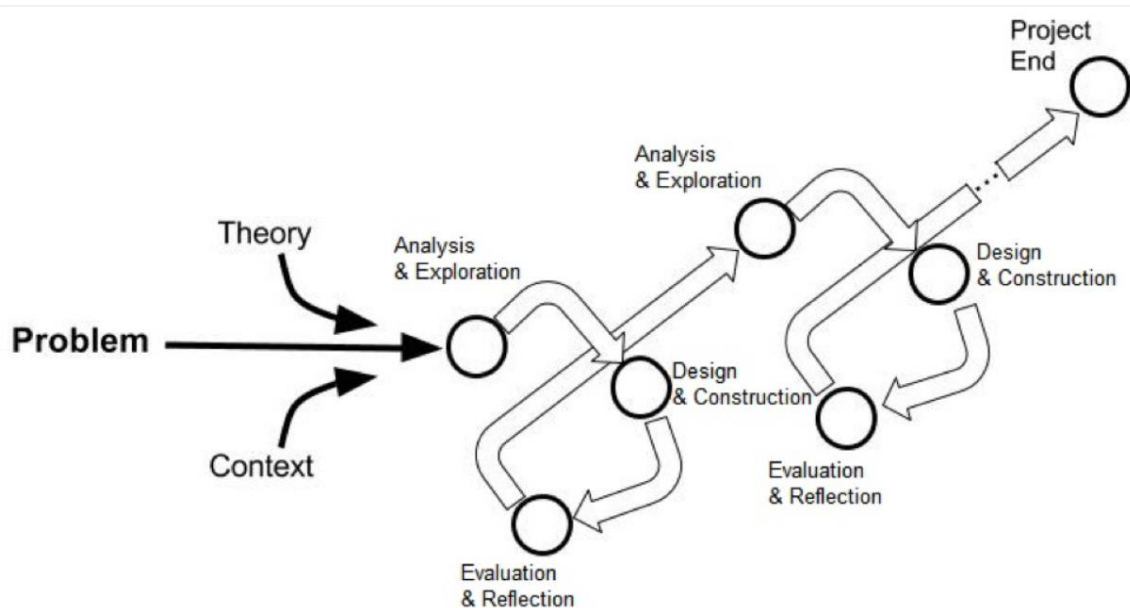
⁹ https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html

2.4. Design-based research

Kutatásunkat a Design-Based Research (DBR) kutatási módszer segítségével végeztük. A módszer megalkotói arra törekedtek, hogy a tanulásmódszertani kutatások végzésénél a kidolgozott elméletnek valóban gyakorlati haszna is legyen az oktatásban, ezt a tanárok is megvalósíthatónak találják osztálytermi körülmények között és a hipotézist ellenőrző kimeneti tesztek valós, kontextushoz illeszkedő eredményeket adjanak. A módszer egyik kidolgozója Ann Brown ezt így fogalmazta meg: „egy hatékony beavatkozásnak képesnek kell lennie arra, hogy eljusson a kísérleti osztálytermünkből a közönséges osztálytermekbe, amelyeket átlagos diákok és tanárok működtetnek”¹⁰

A hagyományos kísérleti kutatásokkal ellentétben ez a módszer lehetőséget ad, hogy a kutatási folyamat során mind az elméleten, mind azt ellenőrző teszten apró változtatásokat, hozzunk létre, hogy az végül valóban a gyakorlatban is alkalmazható eredményt hozzon. A design alapú kutatások során a kutatás alanyai aktívan részt vesznek a kutatási folyamatban olyan módon is, hogy segítenek a kérdések pontos és kontextushoz illő megfogalmazásában, és a megalkotott tervek finomításában. A kutatás alanyai együttműködnek a kutatóval a folyamat során.

A DBR alapja, hogy a kidolgozott eljárás ismétlődő végrehajtása közben a kutatók beavatkoznak és apró változtatásokat, hoznak létre a produktumban. McKenny és Reeves (2012) három alapvető folyamatot vázolt fel a DBR-ben: „(a) elemzés és felfedezés, (b) tervezés és megvalósítás, (c) értékelés és reflexió.”



¹⁰ https://edtechbooks.org/studentguide/design-based_research

Először a probléma megfogalmazásával és jól körülhatárolásával indul a folyamat, amibe beletartozik esetleges témába kapcsolódó más kutatások áttekintése és értékelése és a tárgykör minél több aspektusból történő feltérképezése. Fontos körüljárni a kutatásban vizsgált tanulási helyzetek sokszínűségét, és később ehhez alkalmazkodó terveket kialakítani.

A második szakaszban az elemzés és felfedezés során megszerzett információk beépítése történik a megvalósítandó tervbe. Ez akár több kezdetleges ötlettel is indulhat, amiből aztán leszűkül az első folyamat segítségével a számunkra legjobban használható.

Végül a folyamat egyik legfontosabb része az értékelés és a reflexió következik. Az értékelést követően minden ciklus végén szükséges következtetéseket levonni a sikerek és kudarcok lehetséges okairól, hogy a következő szakasz elkezdésénél ezek javíthatók legyenek. A folyamat tesztel való értékelésén kívül fontosak a külső tantermi megfigyelések is, hiszen ez alapján tájékozódhatunk arról, hogy milyennek látják a tanárok és a diákok a kialakított tanulási folyamatot. Információt szerezhetünk arról is, hogy vajon a tanteremben megfigyelt folyamatok mennyiben befolyásolták az eredményeket.

Mindezek után kezdődik el a második ciklus, ahol az első ciklus eredményei alapján újraértelmezzük a kiindulási szakirodalmainkat és forrásainkat, a megalkotott tervünket és már egy javított terv segítségével teszteljük elméletünket egy következő diákcsoporton.

3. A feladatlapjaink készítésének szempontja

3.1. Témák kiválasztása

Az általunk olvasott szakirodalom szerint a tananyag központjában álló jelenség kiválasztása az egyik legfontosabb lépés. A főbb szempontok:

- felkeltse a gyerekek érdeklődését, kíváncsiságát
- a környezetünk része, mindenki hallott már róla
- fizikai törvényekkel jól leírható a diákok tudásszintjén is
- illeszkedik a tanmenetbe

A mi témáink között találunk könnyen megfigyelhető természeti jelenségeket, melyek működésén valószínűleg már sokan elgondolkodtak, ilyen a szivárvány vagy a villám. A gőzgép egy olyan eszköz, amiről történelem órán minden gyerek tanul, de senki nem tudja hogyan működik, mi ennek egy egyszerűsített modelljével foglalkozunk, ez elég arra, hogy valamilyen képet kapjanak az elvről, de nem túl bonyolult. A napelem az utóbbi

időben sok ember életének a részévé vált, de többségük nincs tisztában a fizikai háttérrel. A rakéta egy olyan téma, amire sok diák kíváncsi, valószínűleg többen olvastak vagy láttak már híreket különböző rakétakilövésekről. A hangszerek témája sok gyerekhez közel állhat, hiszen sokan tanulnak zenét, így érdekes lehet belelátni ennek a fizikai háttérébe.

A témák kiválasztásánál átnéztük a forgalomban lévő 9.-es és 10.-es tankönyvek A és B változatát, illetve a 11-12. évfolyamon emeltszintű oktatáshoz ajánlott gyűjteményt. A tankönyvekben érdekességként sokszor szerepelnek különböző jelenségek vagy technológiai eszközök, de ezek általában, vagy csak meg vannak említve, vagy az egyes tankönyvekben szétszórva találunk róluk információt. Próbáltunk olyan kérdésköröket választani, melyek ezekhez kapcsolódnak és a feladatlapokban átfogóan meg is magyaráztuk őket.

Fontos szempont volt, hogy vannak bizonyos törvények, típusfeladatok, amiket a fakultáción mindenképpen át kell ismételni, ezért minden feladatlap úgy épül fel, hogy ezek egy részének felidézése lehetőséget ad. A feladatlapok középpontjában egy adott jelenség áll, a cél, hogy ezt tudják a tanulók összekapcsolni általuk ismert fizikai törvényekkel. Ez a gyerekeknek nem mindig olyan egyszerű feladat, ezért érdemes ezen a területen fejleszteni őket.

3.2. A munkalapok feladatrendszere

A feladatok kiválasztásánál a már ismert törvények felfedeztetése nem volt cél, így a konkrét törvények felidézése inkább irányított kérdésekkel és ábrákkal történik, bizonyos feladatoknál a tanár számára ajánlunk plusz eszközöket, ha mélyebb ismételésre lenne szüksége a diákoknak.

Az egyes feladatlapoknál nem határoztunk meg időkeretet, mert ez nagyban függ a csoport létszámától, a tanulók előzetes tudásától és ennek szórásától és a diákok, valamint a tanár habitusától. A feladatsorok támpontokat, ötleteket adnak a jelenségalapú oktatásra a fakultáción az általunk kidolgozott témakörökben. Minden tanár úgy tudja használni ezeket, ahogy a céljaihoz legjobban illeszkedik.

Szivárvány

A feladatlap a következő témakörben alkalmazható:

- Optika

A feladatsor lényege a szivárvány jelenségének értelmezése, központi eleme egy számolási feladat, amelyhez egy bonyolultabb ábrát is rajzolnia kell a diákoknak. Ehhez van egy rávezető feladat, amit érdemes lehet előtte megbeszélni, hogy mindenki neki tudjon állni az utolsó feladatnak. Az utolsó feladatban érdekes lehet, hogy a szöveget különösebb számolás nélkül, egyszerű geometriával is meg lehet adni, a Snellius-Descartes törvény ahhoz szükséges, hogy pontos ábrát készíthessünk a két fénysugár egymáshoz képesti elhelyezkedéséről.

A szükséges elmélet felidézését szimulációval és ábrával segítjük.

A kísérlet célja az érdeklődés felkeltése, illetve a később tanulmányozott jelenség megfigyelése.

Villám

A feladatlap a következő témakörökben alkalmazható:

- Elektrosztatika
- Egyenáram

Ebben a feladatsorban a kísérlet központi szerepet tölt be, hiszen a villám egy nagyon látványos, könnyen megfigyelhető jelenség, melyet tanteremben is viszonylag egyszerűen lehet szemléltetni. Előnye, hogy a szükséges eszközök olcsók és könnyen beszerezhetők, így a gyerekek párokban vagy kis csoportokban tanulói mérésenként saját maguk létre tudnak hozni egy kicsi villámot.

Az elméleti feladatnál első körben azt várjuk a gyerekektől, hogy az egyes fogalmakhoz meghatározásokat írjanak, azonban több alternatívát is ajánlunk arra, ha esetleg kevésbé emlékeznenek a diákok ezekre. Ezeket a módszereket akár ötvözni is lehet, például először megkérjük őket, hogy írják le, mire emlékeznek és ha azt látjuk, hogy nehezen megy, akkor megpróbáljuk a párosítás módszerrel.

A jelenség leírását szimulációs videók segítik, a lyukas szöveg és az ábra mankót ad a diákoknak ahhoz, hogy megértsék a villám keletkezésének folyamatát.

A két számolós feladat különböző témakörökhöz tartozó, de nagyon egyszerű összefüggéseket használ, célja inkább az, hogy a valós szám adatok segítségével éreztesse a diákokkal, hogy milyen nagyságrendű adatokról van szó ebben a jelenségben. A 4a. feladat az előzőleg felidézett áramerősség definícióját kapcsolja a villámláshoz.

Hangszerek

A feladatlap a következő témakörben alkalmazható:

- Állóhullámok

Ennél a feladatsornál az elméleti rész is a jelenség kontextusán keresztül van bevezetve. Törekedtünk arra, hogy a feladatok szövegébe viszonylag sok információt írjunk és a diákoknak inkább a meghatározáshoz kell hozzákötni a fogalmat, vagy a megadott információk alapján gondolkozni és így egy bonyolultabb összefüggésre visszaemlékezni. Ennek oka, hogy ez egy elég nehéz témakör, amire 9-10.-ben gyakran kevés idő marad. A megoldások megbeszélésénél nagyon fontos szerepe van az ábrának, így a megoldási segédletben azok is szerepelnek.

A kísérleteket elvégezhetjük demonstrációs kísérletként, de még jobb, ha több gitár és furulya van az iskolában (vagy hoznak be a gyerekek), hiszen így mindenki magának tud tapasztalatokat szerezni. Ezek egyszerű és szórakoztató, de elgondolkodtató fizikai háttérű kísérletek.

Ebből a témakörből az érettségien inkább tesztfeladatokat és egyszerűbb számolós feladatokat találunk (az érettségi vizsgakövetelményekben az szerepel, hogy a közép- és az emeltszintű feladatsorban is körülbelül 15% feladatsorunként a hullámokról szóló kérdések aránya), így a feladatlap végén lévő gyakorló feladatok is inkább ilyen jellegűek.

Gőzgép

A feladatlap a következő témakörökben alkalmazható:

- Munka, energia
- Halmazállapotváltozások

Ebben a témában az elméleti részben egy párosítás feladat szerepel, melyben a fizikai törvényeket és a hozzájuk tartozó jelöléseket kell összekötni. Ez teret ad az egyes mennyiségek és azok jelöléseinek diszkutálására. A szimuláció segít felvezetni a vizsgált gép működésének fizikai háttérét, látványos és könnyen megérthető.

Először egy ábra segítségével és előzetes ismereteik felhasználásával a gyerekeknek kell felállítani egy hipotézist arra, hogy hogyan működik az ábrázolt hőerőgép.

A gép működése két nagyobb részfolyamatra bontható, így ezeket először külön tanulmányozzuk, majd a végén egyben is alkalmazzuk egy feladat megoldásánál.

Lezárásként egy videó segítségével megmutatjuk azt, hogy vannak ennél jóval bonyolultabb hőerőgépek is, amik hasonló elven működnek.

Napelem

A feladatlap a következő témakörökben alkalmazható:

- Egyenáram
- Félvezetők
- Fotoeffektus
- Teljesítmény, energia

Ez a feladatlap egy mérőkísérlettel indul, ami azért is hasznos, mert az emelt fizika érettségi szóbelijén szereplő kísérletek között több mérőkísérlet is megtalálható, így jó ha a gyerekek ezt is gyakorolják. A kísérlet elsődleges célja, hogy megtapasztalják, hogy a napfény segítségével valóban áram keletkezhet.

Az félvezetős elméleti feladat egy igaz-hamis feladat, azzal a csavarral, hogy a hamis állításokat ki kell javítani, így biztosan elhangzik a helyes állítás és senki nem jegyzi meg még véletlenül sem a hamisat. Ha a diákok nagyon nehéznek érzik a feladatot, akkor a megoldásban említett segítő ábrákat oda lehet adni nekik, így van ami ihletet adhat nekik a megoldás során.

A fotoeffektust egy ábrával idézzük fel, itt jó ha minél több diákot meg tudunk hallgatni, hogy lássuk hogyan állt össze a fejükben ez a fogalom. Akár párokban vagy kisebb csoportokban is beszélgethetnek erről, mielőtt válaszolnak a kérdésre.

A lépéseket sorbaállítós feladat célja, hogy lássák a gyerekek, hogy az egyes lépések milyen sorrendben követik egymást. Az, hogy mitől függ a napelemek teljesítménye, a hétköznapiakban is fontos kérdés lehet, hiszen, ha napelem beszerelésén gondolkozunk, akkor azt szeretnénk, hogy minél hasznosabb legyen számunkra. Ezt egy nyitott végű kérdésként tettük bele a feladatsorba, így teret adva annak, hogy a gyerekek szabadon gondolkozzanak, akár kisebb vitákat kezdeményezve bizonyos szempontokról.

A számolós feladatok a teljesítmény és az energia köré szerveződnek, ezeket is hozzákapcsolva a témához. Itt is figyeltünk arra, hogy reális adatokat adjunk meg, így erősítve a gyerekek realitásérzékét. A plakátos feladat fejleszti a kritikai gondolkodást, arra biztat, hogy a diákok ne csak elhiggyék, amit látnak, hanem próbálják értelmezni, kicsit utánagondolni.

Rakéta

A feladatlap a következő témakörökben alkalmazható:

- Lendület, lendületmegmaradás

Ez a feladatlap is egy kísérlettel indul. Ezt mindenképpen érdemes csoportokban tanulói kísérletként elvégezni. Lehet akár úgy is, hogy csak az alapanyagokat adjuk oda a gyerekeknek és megkérjük őket, hogy készítsenek ebből egy rakétát szemléltető kísérleti eszközt (ebben a verzióban érdemes előtte megnézni a videót a rakétakilövésről).

Az elméleti feladatoknál feltételezzük, hogy nagyjából emlékeznek a diákok ezekre a fogalmakra, hiszen általában 9. évfolyamon ezekre nagy hangsúlyt szokás fektetni. Ha mégsem, akkor itt is sokat segíthet a szimuláció, ami egy szemléletes képet ad a lendületmegmaradásról.

A rakétamozgás egyenlete nem tananyag a középiskolában, de úgy gondoltuk, hogy nagyon izgalmas alkalmazása a lendületmegmaradás törvényének és az utolsó lépést leszámítva középiskolás fejvel is érthető, így érdemes lehet megtanítani. Az egyenletet a gyerekek maguknak vezetik le, a segítő felszólításokat használva, így hatékonyan bevonódnak az anyagba és meglehet az az érzésük, hogy ők most felfedeztek valamit. Az ábra itt is kulcsfontosságú, olyan csoportoknál, akik már csináltak hasonlót, úgy is meg lehet próbálni, hogy csak az ábrát adjuk oda nekik és megadjuk, hogy a rakéta sebességére kell kihozni az összefüggést, aztán megnézzük, meddig jutnak el maguktól.

A számolós feladat célja a levezetett összefüggés alkalmazása és, hogy egy képet adjon arról, hogy milyen nagyságrendű mennyiségekkel dolgozunk egy rakéta esetén.

4. Az általunk végzett kutatási módszer bemutatása a Szivárvány feladatlap példáján keresztül

A Design-based Research kutatási módszerben nagyon jónak éreztük azt, hogy a diákok visszajelzései alapján is fejlesztjük a feladatlapokat, így elkerülhető az, hogy amiatt kapjunk téves eredményeket, mert nem a diákoknak megfelelő nyelvezetet használunk, vagy nem az ő absztrakciós szintjükön vannak a feladatok. A módszer teljeskörű megvalósítására nem volt lehetőségünk, hiszen ehhez a teljes fakultációs anyagot fel kellett volna dolgozni és két éven keresztül egy fakultációs csoportnak megtanítani. Mi csak bizonyos témákat dolgoztunk fel, egyfajta példaként arra, hogy ez megvalósítható és működik is. Ezért a DBR-nek is csak egy egyszerűsített verzióját használjuk, hiszen ideális esetben jóval többször és

több csoportba kéne bevinni az egyes feladatlapokat, azonban valamilyen eredményt már a két alkalom összehasonlításából is le lehet vonni.

4.1. Elemzés és felfedezés

A hipotézis megfogalmazása után átnéztük az egyes résztémákhoz releváns szakirodalmat. Ez megerősített minket abban, hogy az ötlet jó és valóban hasznos lehet az ilyen jellegű feladatsorok elkészítése és használata.

Az általunk átnézett hazai szakirodalom legrelevánsabb kutatása Teiermayer Attila doktori értekezése¹¹, melyben a jelenségalapú fizika feladatok hasznosságáról olvashatunk a közoktatásban és az egyetemi tanulmányok kezdetén. Dolgozatában többek között bemutatja a hetedik osztályosok számára írt munkatankönyvét és a kilencedik évfolyam számára mechanika témakörben kidolgozott feladatait, amik a jelenségalapú megközelítést képviselik. Mindkét esetben a jelenségeket a fogalmak bevezetésénél és megértésénél, illetve ezek elmélyítésénél alkalmazza. Az értekezés egyik célja, hogy a diákok attitűdje változzon a fizikával kapcsolatban. A dolgozat végén megfogalmazott további célkitűzések és tervek hasonlóak a mi hosszútávú céljainkhoz. Hasznos lenne egy olyan kutatást végezni, ahol egy osztály a középiskolában végzett fizika tanulmányait egy jelenségalapú tanmenet alapján végezné el.

A mi TDK dolgozatunk fókuszában a jelenségalapú oktatás fakultáción történő megvalósítására koncentrálnak és kevésbé a fizikai jelenségek használatára az egyes témakörök első bevezetésénél.

4.2. Tervezés és megvalósítás

A tervezés során figyelembe vettük a forgalomban lévő tankönyveket, a témák kiválasztásánál igyekeztünk a gyerekek érdeklődéséhez és az érettségi követelményekhez is alkalmazkodni, illetve megfelelő nehézségi szinten tartani a feladatsorokat. Erről már a 3. pontban részletesen írtunk.

4.3.Értékelés és reflexió

Amikor először vittük be a feladatlapot, akkor a diákok által elsajátított tudást még nem mértük fel, inkább arra koncentráltunk, hogy a feladatlap utasításai mennyire követhetők, illetve a feladatok megfelelő nehézségűek-e. Ennek felmérésére egy Google

¹¹ <https://fiztan.phd.elte.hu/kozkincs/doktorik/ertekezesek/teiermayer.pdf>

Forms-ot készítettünk, melynek kérdései a feladatok hasznosságára és érthetőségére vonatkoznak.

Visszajelző kérdések az első alkalommal:

1. Mennyire szereted a fizikát, mint tudomány?
2. Mennyire szereted az iskolai fizika órákat?
3. Szoktál fizika témájú könyveket/cikkeket olvasni, videókat nézni?
4. Tanultál új dolgot az órán? Ha igen írd le röviden, hogy mi volt az, ha nem akkor nyugodtan írd annyit, hogy nem.
5. Érted, hogy hogyan keletkezik a szivárvány? El is tudnád magyarázni egy barátodnak? Ha igen, mit gondolsz mi segített a megértésben, ha nem akkor szerinted mi segíthetett volna jobban.
6. Segített a kísérlet a feladatok megoldásában vagy az érdeklődésed felkeltésében? Mennyire gyakran szoktatok kísérletezni az órákon? Szerinted érdemes lenne többször?
7. Az első feladatban mennyire érezted segítségnek a fogalmak felidézésénél az ábrát? Úgy érzed, hogy ment volna akkor is, ha neked kell lerajzolnod?
8. Mit gondolsz a PHET szimulációról? Használtál már korábban ilyesmit? Segített az elméleti kérdések megoldásában?
9. Nehéznek érezted az utolsó feladatot? Segített az előző feladat a megoldásban? Mennyire volt kihívás az, hogy neked kellett lerajzolni az ábrát?
10. Könnyen érthetőek voltak a feladatok szövegei? Ha nem, akkor te mit és hogyan fogalmaztál volna másképpen?
11. Hogyan érezted magad az órán? Hasznos volt a csoportmunka vagy jobban szeretsz egyedül dolgozni?

Az első három kérdést leszámítva a többit nyílt végűen tettük fel, így teret adva az esetleges fejlesztési javaslatoknak, de a kiértékelés során némely kérdésre adott válaszokat összefoglaltuk oszlopdiagrammon. Nem akartuk, hogy nagyon sok kérdés legyen, így egy kérdésben több alkérdés szerepel, azonban így a gyerekek sok esetben nem válaszoltak az összes kérdésre. Ebből tanulva a javított visszajelző tesztben több zárt végű kérdés lesz és egy válaszmezőhöz csak egy kérdés fog tartozni. Remélhetőleg ez a válaszadást és a kiértékelést is megkönnyíti.

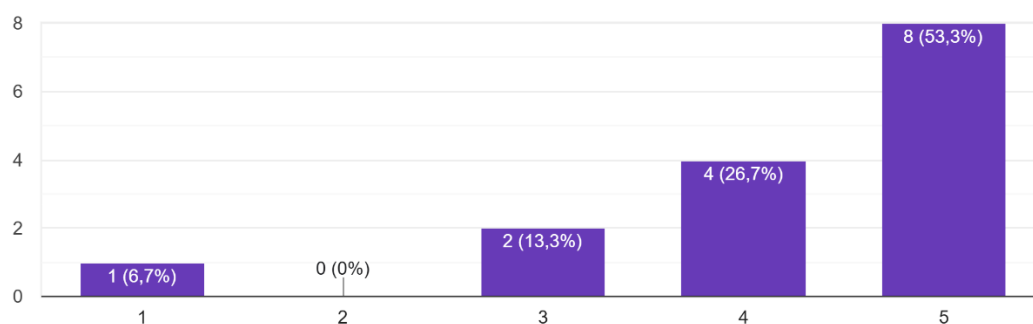
4.3.1. A csoport jellemzői

A feladatlapot a budapesti Szent István Gimnázium 11.a és 11.b osztályokból alkotott fakultációs csoportjába vittük be. Mindkét osztály hatévfolymos képzési rendben tanul az a osztály matematiktagozatos a b pedig természettudományos orientációjú. Az órán 16 tanuló vett részt, ebből 15 töltötte ki a tesztet, de nem minden kérdésre válaszolt minden diák.

A kérdéssor első három kérdése a gyerekek fizikával való viszonyára, érdeklődésére irányult, hiszen a kiértékelés során érdemes a csoport sajátosságait is figyelembe venni. Ezek eredménye:

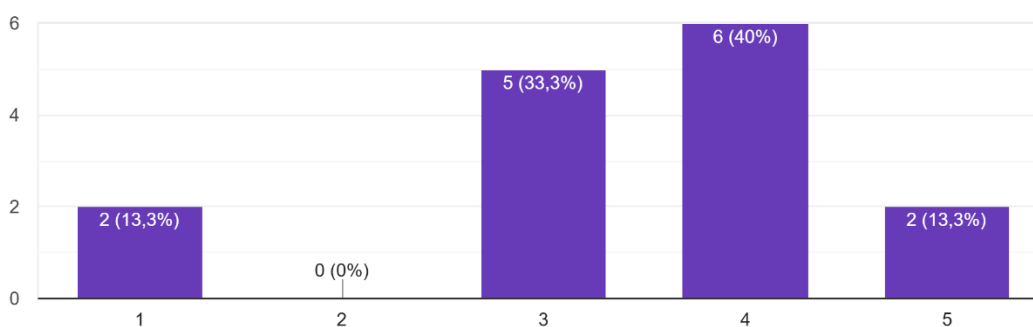
Mennyire szereted a fizikát, mint tudomány?

15 válasz



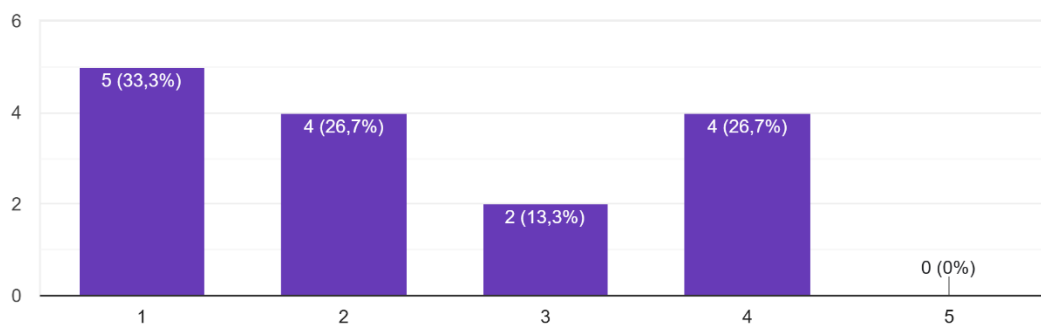
Mennyire szereted az iskolai fizika órákat?

15 válasz



Szoktál fizika témájú könyveket/cikkeket olvasni, videókat nézni?

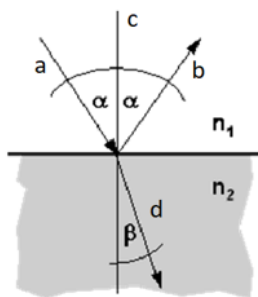
15 válasz



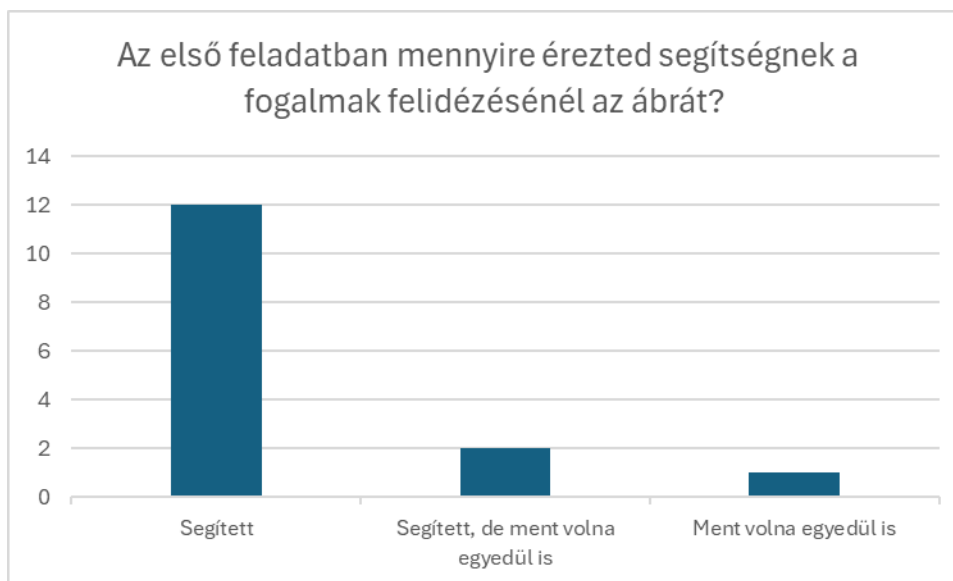
4.3.2. Első feladat

Elmélet

1) Írjátok a betűk helyére a hiányzó fogalmakat (6 fogalom)!



Az első feladathoz feltett kérdésünk az ábrára vonatkozott, mi úgy gondoltuk, hogy sokat segít a fogalmak felidézésében, kíváncsiak voltunk rá, a diákok is így érzik-e.

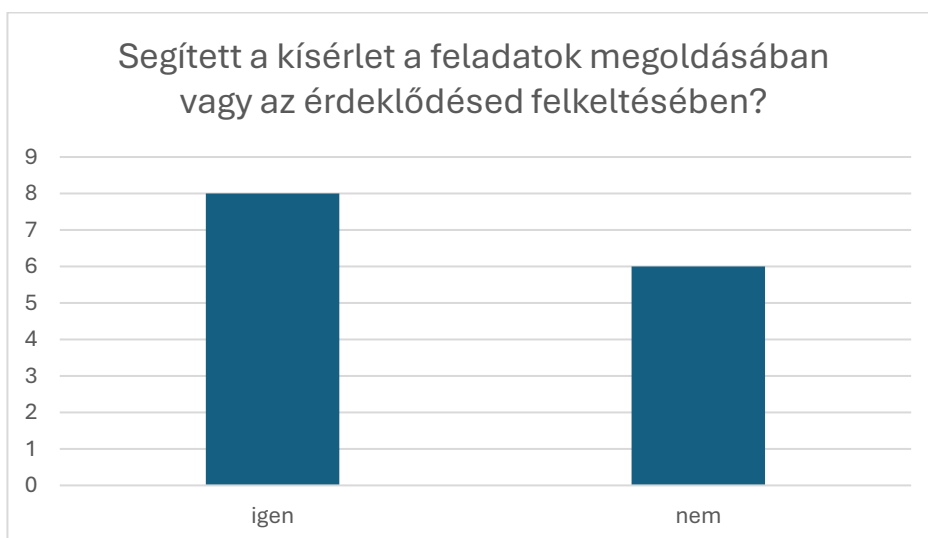


Ebből az látszik, hogy a gyerekek többségének valóban segített az ábra, csak egy tanuló állította, hogy anélkül is vissza tudott volna emlékezni a fogalmakra.

4.3.3. Második és harmadik feladat

Kísérlet

- 2) Helyezzétek a tükröt a vízbe, majd világítsatok a zseblámpával a tükör vízalatti részére! Ha nem látjátok a szivárványt a falon, kicsit mozgassátok meg a tükröt!
- 3) Hogyan nevezzük a kísérletben látott jelenséget és mi az oka? (Segítség: Keresz rá a 'bending light' szavakra, az első találat egy PHET szimuláció lesz. Ezt nyisd meg és állítsd be a 'more tools' lehetőséget! Állítsd be a jobb oldali csúszkákon a vizsgált közegeket, levegőből ('air') vízbe ('water') menjen a fénysugár. Pipáld be a bal alsó sarokba az 'angles'-hez tartozó négyzetet és figyeld meg a fénysugár színének a változtatásával, mi fog változni?)



Ennek az eredménynek valószínűleg az lehet az oka, hogy a kísérlet célja inkább az érdeklődés felkeltése volt és a feladatok megoldásában valóban nem nyújtott közvetlen segítséget, így a következő alkalommal ezt a kérdést érdemes csak az érdeklődés felkeltésére vonatkozóan feltenni.

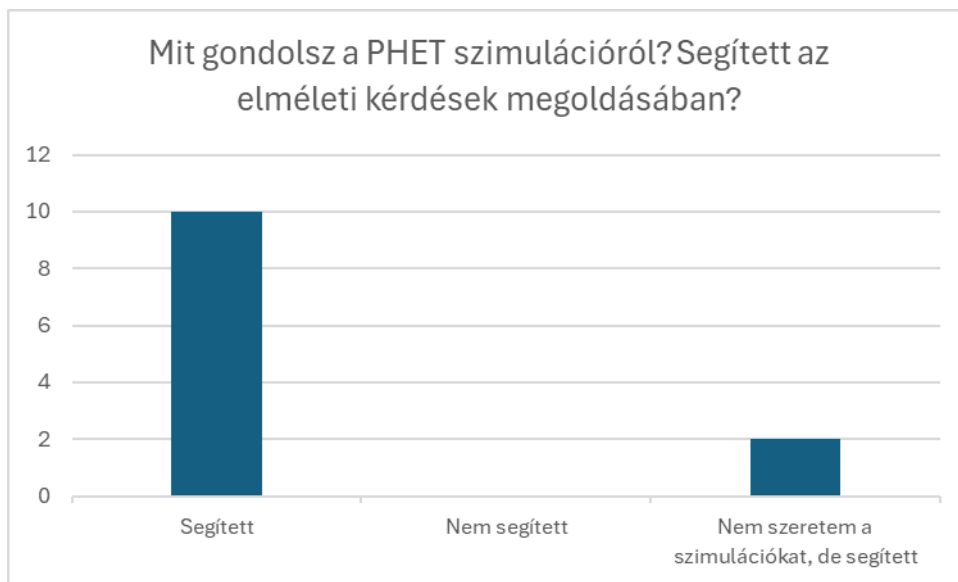
A kísérlet elvégzése viszonylag gyorsan és hatékonyan zajlott, az összes csoportnak sikerült szivárványt csinálni és a gyerekek láthatóan élvezték a munkát. Fontos kiegészítés, hogy fal helyett fehér papírokon hoztuk létre a szivárványokat mert így jobban látszott, illetve mikor az órára készülve kipróbáltuk a kísérletet kiderült, hogy a legtöbb fajta zseblámpával nem működik, mert túlságosan szórt a fényük, azonban szerencsére a telefonok zseblámpája alkalmas a kísérlet elvégzésére.

4.3.4. Negyedik és ötödik feladat

Elmélet

4) Idézzétek fel a törésmutató fogalmát!

5) Fogalmazzatok meg a Snellius-Descartes törvényt (képlettel vagy szöveggel)!



Kijelenthetjük, hogy gyakorlatilag az összes gyereknek segített a szimuláció az elméleti kérdések megválaszolásában még akkor is, ha ketten valamiért nem szeretnek szimulációkat használni.

Az óra közben is azt láttuk rajtuk, hogy nagyon élvezik a szimuláció használatát, lelkesen állították a paramétereket, volt aki még akkor is ezzel foglalkozott amikor már régen a következő feladatot kellett volna csinálni.

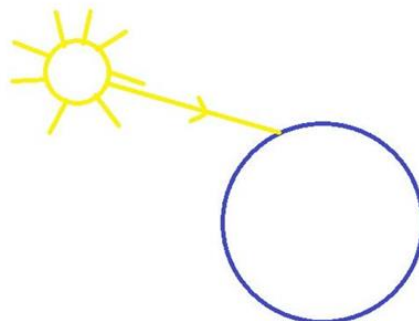
Az is kiderült, hogy az összes diák használt már fizika órákon valamilyen szimulációs programot, hasznosnak tartják általánosságban is.

„Jó program, segít megérteni az anyagot. Rendszeresen használtunk az elmúlt évek során, segített az elméleti kérdésekben.” -egy diák válasza a visszajelző teszt 8. kérdésére.

4.3.5. Hatodik és hetedik feladat

6) Jelenség

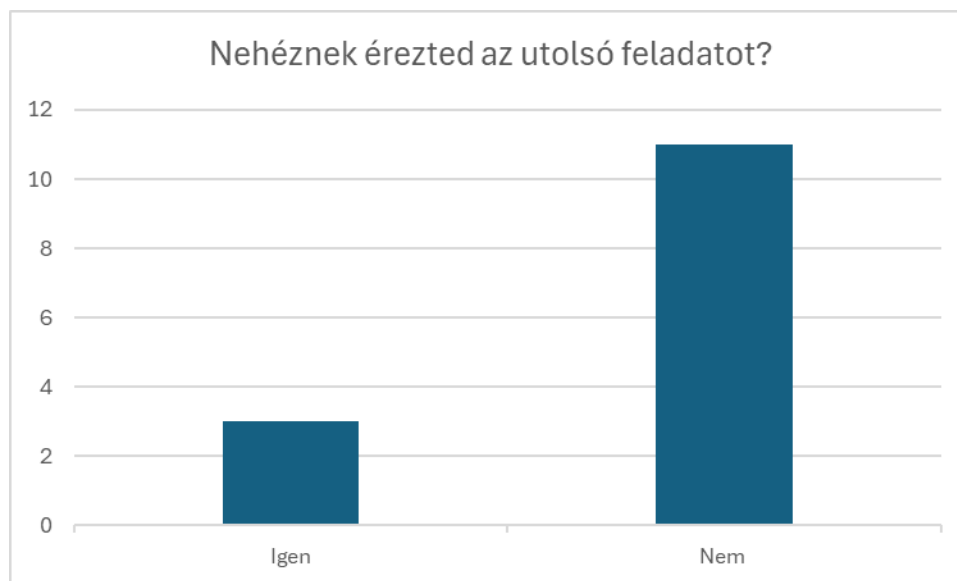
Rajzold le szerinted mi történik a vízcseppben a fénysugárral, ha nem vesszük figyelembe a második feladatban megnevezett jelenséget!



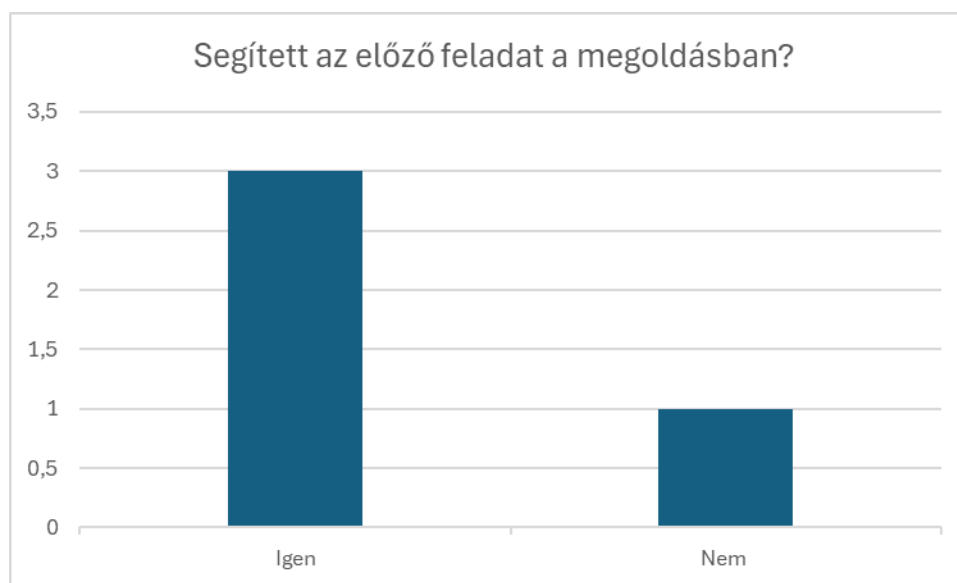
7)

- a) A mai napon a Nap sugarai pont 32° szögben érik a Földet Magyarországon. Egy esetleges zápor esetén milyen szögben hagyják el a piros, illetve a kék sugarak a vízcseppeket? Készíts ábrát is a két esetről! (Azt a sugarat tekintjük, ami a vízcsepp tetejének arra a pontjára érkezik, ahol a beesési merőleges pont függőleges.) Tudjuk, hogy a víz-levegőre vonatkoztatott törésmutatója piros szín esetén $n_p=1,334$, a kék szín esetén pedig $n_k=1,347$.

- b) Rajzold le vázlatosan, mi történik a fénysugárral, ha figyelembe vesszük az 5-ös feladatban említett jelenséget!



Láthatjuk, hogy a diákok többsége nem érezte nehéznek az utolsó, gondolkodtatónak szánt feladatot, amiben igazából a jelenség megértése történik. Ennek egyrészt örülünk mert az volt a cél, hogy ne legyen túl bonyolult, másrészt azért nem ment mindenkinek elsőre, de a lényeg, hogy a végére a többség megértette.

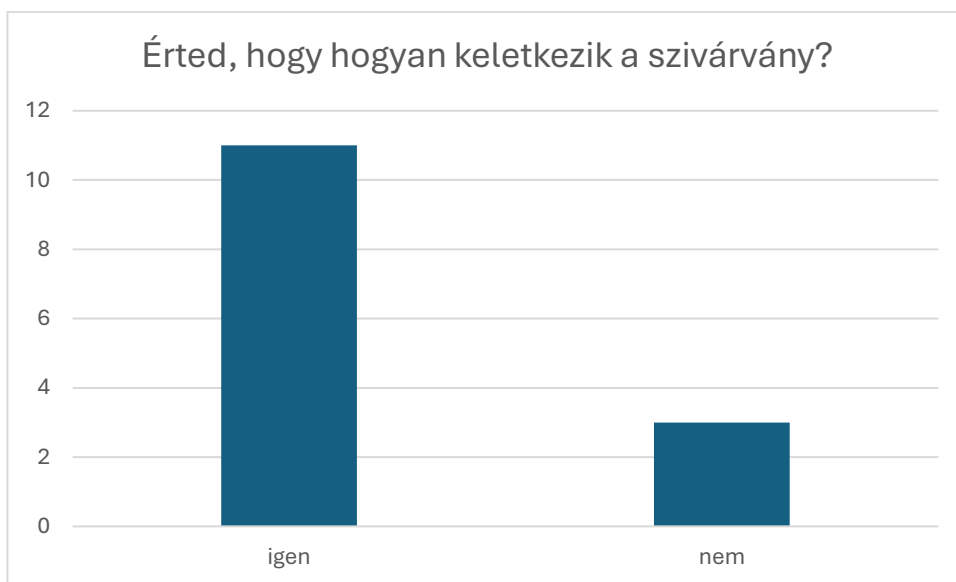


Erre a kérdésre sajnos kevés gyerek adott választ, de nekik segített az, hogy előtte lerajzolták mi történik egy fénysugárral, vagyis kisebb részproblémákra bontották a megoldást. Ezt közösen is megbeszéltük a 7-es feladat megoldása előtt, így ott már többeknek volt sikerélménye.

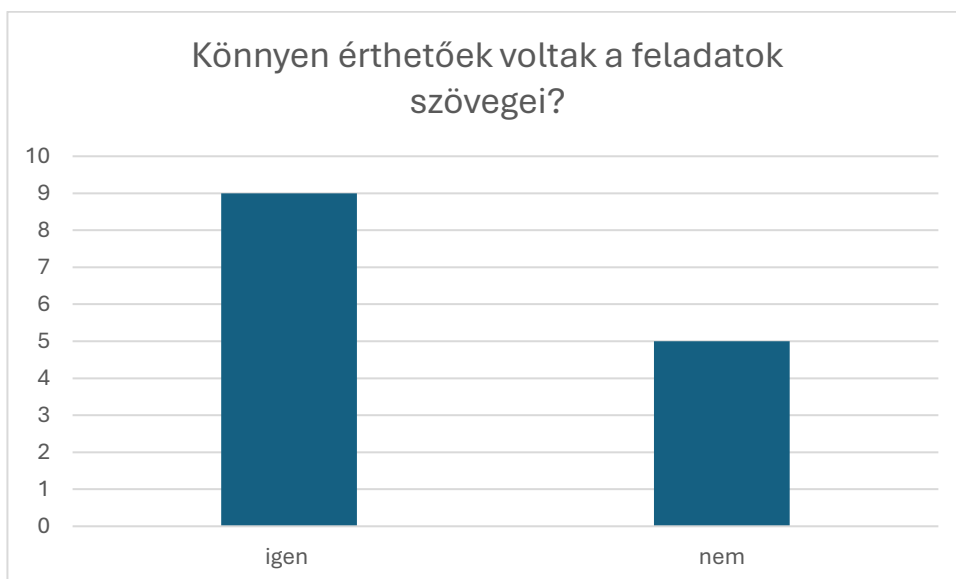
Úgy láttuk, hogy a hatodik feladat megfogalmazása több diákot is összezavart nem teljesen értették, mit kell figyelmen kívül hagyni, ezért úgy gondoljuk jobb, ha konkrétan azt

írjuk, hogy rajzolják le mi történik, mondjuk a piros színű fénysugárral. A 7a feladatban elsőre szinte senki nem értette pontosan melyik szög a 32° -os, ezen segíthet ha odaírjuk, hogy a fénysugár vízszintessel bezárt szögéről beszélünk. A 7b feladatban sem volt egészen világos, hogy most mit kéne lerajzolni, így ott jobb ha beleírjuk a feladat szövegébe, hogy a diszperzió/fényszóródás jelenségét figyelembe kell venni.

4.3.6. Feladatsor egészére vonatkozó kérdések



Ezek szerint a legtöbb gyerek úgy gondolja, megértette a szivárvány keletkezésének jelenségét, vagyis a feladatlap alapvetően elérte a célját. Arra a kérdésre, hogy mi segített a megértésben többen írták a szimulációt, az óra végén vetített videót és az ábrákat is. Ebből arra következtetünk, hogy valóban érdemes minél többféle feladatot csinálni, hiszen minden diák más, így mindenkinek más segíthet.



A többség a feladatok szövegét könnyen érthetőnek találta, sajnos a többiektől konkrét javaslatokat nem nagyon kaptunk, egy tanuló írta, hogy egyszerűbben kéne fogalmazni.

Pár tanulói válasz arra a kérdésre, hogy hogyan érezték magukat és mit gondolnak a csoportmunkáról:

- „Oldott hangulat volt, jól éreztem magam. A csoportmunka nagy segítség volt, de egyedül is jó lett volna.”
- „Nagyon kivételesen éreztem magamat, hasznos volt a csoportmunka is.”
- „Hasznos volt, nem éreztem jól magam de ez azért van mert utálok a fizikát.”

4.3.7. Javított feladatlap

- 2-es feladat: zseblámpa helyett telefon zseblámpája, falon helyett lapon
- 6-os feladat: Rajzold le, szerinted mi történik a vízcseppben a piros színű fénysugárral!
- 7a feladat: A mai napon a Nap sugarai pont 32° szögben érik a Földet Magyarországon (ez a szög a fénysugár vízszintessel bezárt szöge).
- 7b feladat: Rajzold le vázlatosan mi történik a fénysugárral, ha figyelembe vesszük a diszperzió (színszóródás) jelenségét!

4.3.8. Javított visszajelző teszt

1. Mennyire szereted a fizikát, mint tudomány? 1-5
2. Mennyire szereted az iskolai fizika órákat? 1-5
3. Szoktál fizika témájú könyveket/cikkeket olvasni, videókat nézni? 1-5
4. Érted hogyan keletkezik a szivárvány? igen/nem
5. Ha igen mit gondolsz mi segített a megértésben, ha nem akkor szerinted mi segíthetett volna jobban?
6. Felkeltette az érdeklődésed a kísérlet? igen/nem
7. Az első feladatban segítségnek érezted a fogalmak felidézésénél az ábrát? igen/nem
8. Segített a PHET szimuláció az elméleti kérdések megoldásában? igen/nem
9. Nehéznek érezted az utolsó feladatot? igen/nem
10. Segített az utolsó feladat megoldásában az azt megelőző (6-os feladat)? igen/nem
11. Kihívást jelentett az utolsó feladatban az ábra lerajzolása? igen/nem
12. Könnyen érthetőek voltak a feladatok szövegei? igen/nem
13. Ha nem akkor mit és hogyan lehetett volna másképpen fogalmazni?

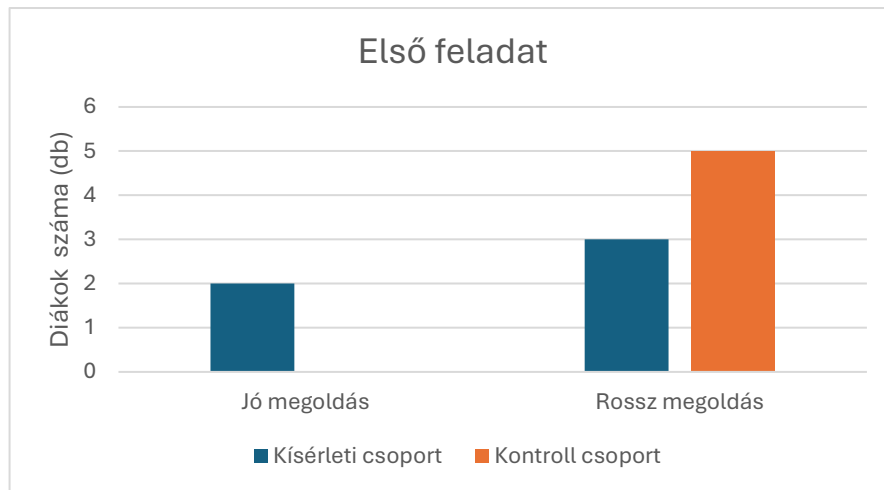
14. Hogyan éreztél magad az órán? Hasznos volt a csoportmunka vagy jobban szeretsz egyedül dolgozni?

4.4. Eredmények

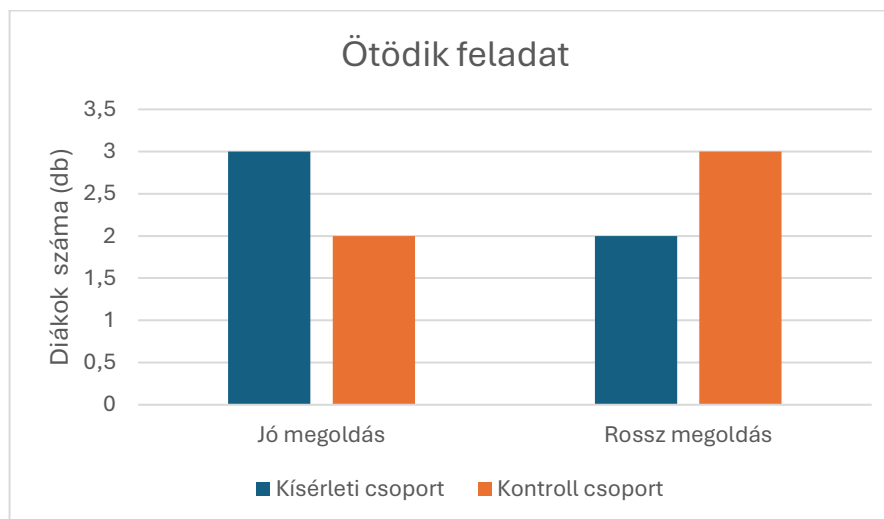
Második alkalommal is a budapesti Szent István Gimnáziumba vittük be a javított feladatsort és a javított visszajelző tesztet, csak ezúttal a tizenegyedik évfolyam másik fakultációs csoportjába. Az idejáros diákok négyévfolyamos, általános gimnáziumi képzésben vesznek részt. A tanulókat két csoportba osztottuk, az egyik csoport a feladatsor segítségével megtartott órán vett részt (továbbiakban kísérleti csoport), a másik, pedig egy hagyományos, optika témakörében tartott órán (továbbiakban kontroll csoport). Az órákon átadott fizikai ismeretanyag megegyezett. Készítettünk egy tesztet régebbi évek feleletválasztós fizika érettségi feladataiból, ennek segítségével szeretnénk volna összehasonlítani, hogy a gyerekek mit tanultak meg az órán. A teszt tartalmazott olyan feladatokat, amelyek megoldásához a tanult anyagot mélyebben kell érteni, esetleg tovább is kell tudni gondolni (ezek a releváns tesztkérdések) és olyanokat, amik egy konkrét törvény, esetleg képlet közvetlen alkalmazásával is megoldhatók (nem releváns tesztkérdések).

4.4.1. Releváns tesztkérdések

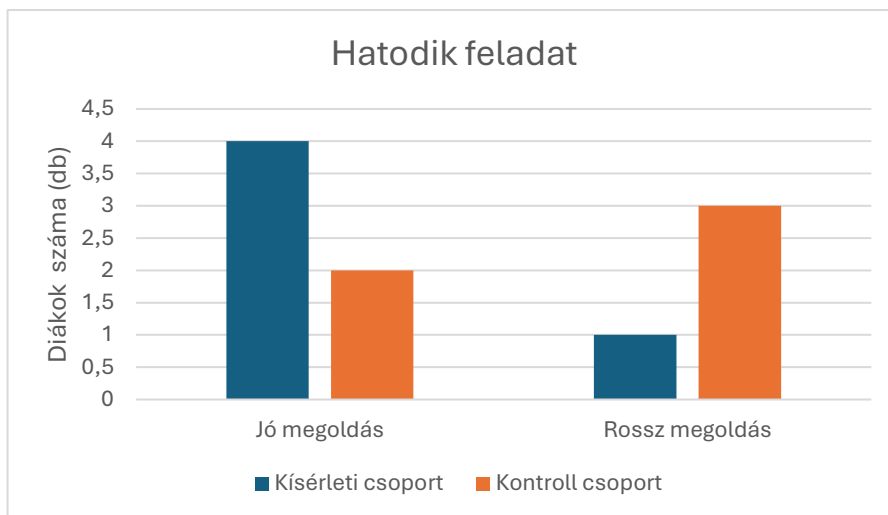
Az első feladat elég nehéznek bizonyult, a kontroll csoportból senki nem tudta rá a választ, a kísérleti csoportból is csak ketten adtak rá helyes választ. A kontroll csoport esetében ennek oka az lehet, hogy bár a prizmaival kapcsolatban sok számolós feladatot szokás megoldani és a működése is a tananyag része, a jelenség lényegét nem értik meg, vagy nem jegyzi meg a diákok, hiszen ezekben a feladatokban ezt nem kell aktívan felhasználni (a kontroll csoport óráján is elhangzott a válasz erre a konkrét kérdésre). A kísérleti csoport esetében sem értette meg mindenki a jelenség lényegét, de voltak, akiknek sikerült a feladatokon keresztül ténylegesen átlátni a diszperzió lényegét.



Az ötös feladatban nem volt számottevő különbség a két csoport teljesítménye között. A feladatot a szükséges képlet segítségével is meg lehetett oldani, a jelenség átfogó ismerete nélkül, vagy képlet nélkül a jelenség végiggondolásának segítségével.

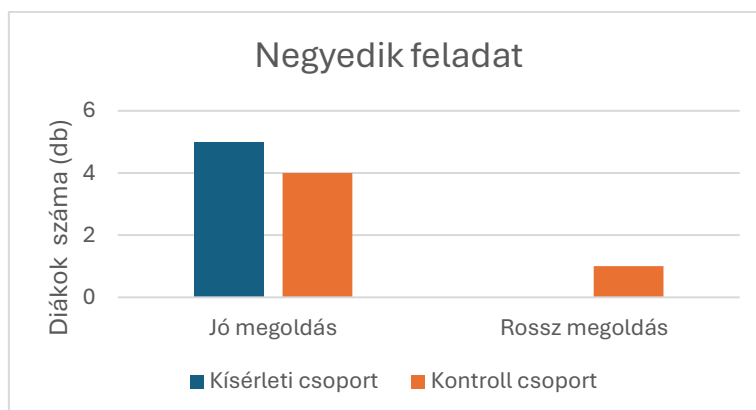
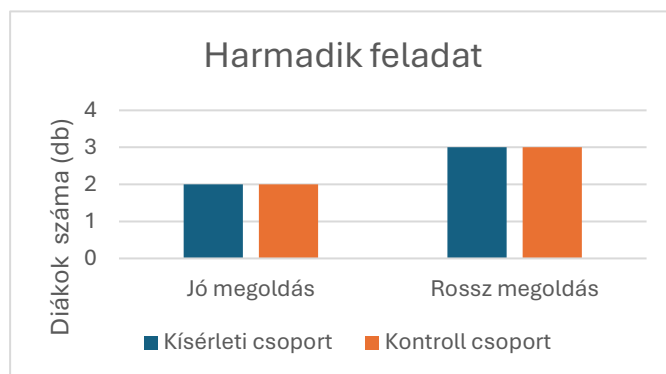
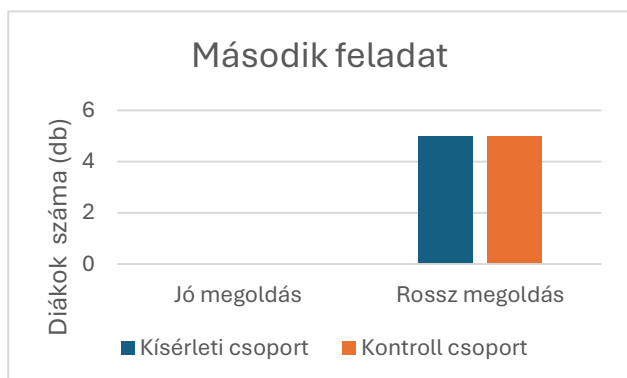


A hatodik feladatban, ismét a kísérleti csoport teljesített jobban. A kísérleti órán a prizmáról nem esett szó csak a diszperzióról. A jelenség azon részét, amit tényleg megértettek a diákok, át tudták ültetni a gyakorlatba. Így amikor másfajta eszköz esetén volt szükség a jelenség értelmezésére jobban teljesítettek, mint a kontroll csoport.



4.4.2. Nem releváns tesztkérdések

A teszt további három kérdését a megfelelő képletek ismeretével az optika átismételt részének mélyebb átlátása nélkül is meg lehetett oldani. Ezekben a feladatokban a kísérleti csoport és a kontroll csoport diákjai közel ugyanúgy szerepeltek.

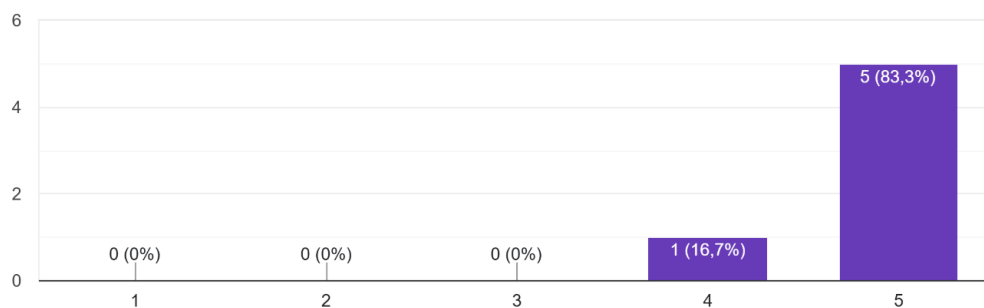


4.4.3. Visszajelző kérdőív eredményei

A feladatlappal segített órán résztvevő tanulók töltötték ki visszajelző kérdőívet azért, hogy megtudjuk, hogy a feladatlapon, illetve a kérdőíven az előző alkalom óta sikerült-e javítani.

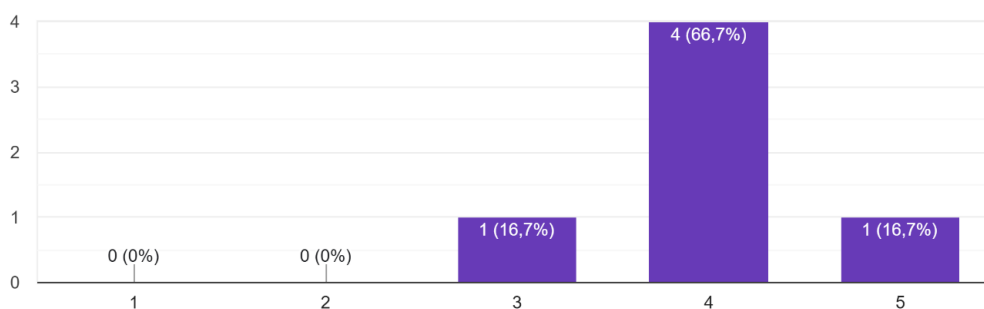
Mennyire szereted a fizikát, mint tudomány?

6 válasz



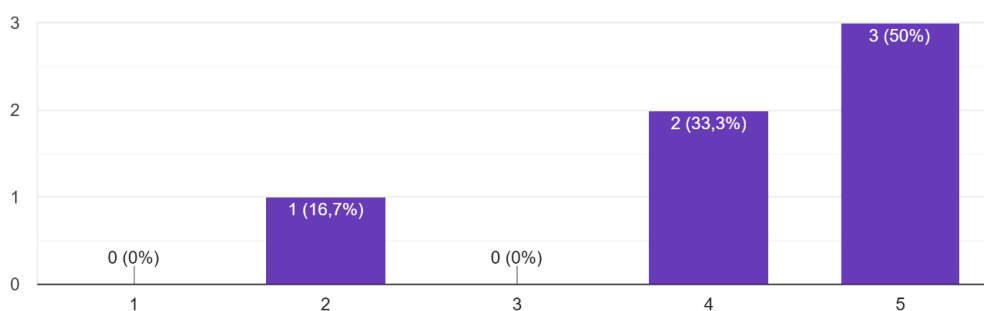
Mennyire szereted az iskolai fizika órákat?

6 válasz



Szoktál fizika témájú könyveket/cikkeket olvasni, videókat nézni?

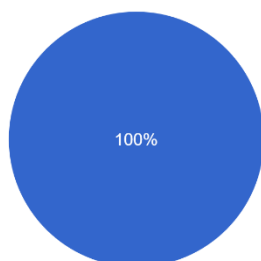
6 válasz



A diákok fizikával való viszonyára vonatkozó kérdésekből látszik, hogy az előzőhöz hasonló csoportról van szó, sőt még jobban is érdeklődnek a fizika iránt, jóval többen állítják például, hogy szabadidejükben fizikai témájú ismeretterjesztő tartalmakat olvasnak/néznek.

Érted hogyan keletkezik a szivárvány?

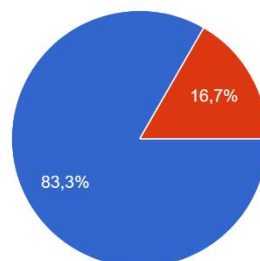
6 válasz



• igen
• nem

Felkeltette az érdeklődésed a kísérlet?

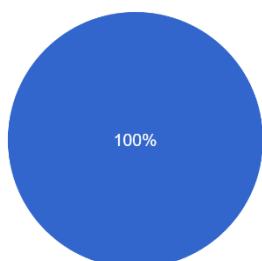
6 válasz



• igen
• nem

Az első feladatban segítségnek érezted a fogalmak felidézésénél az ábrát?

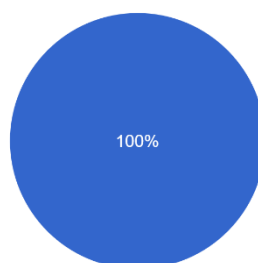
6 válasz



• igen
• nem

Segített a PHET szimuláció az elméleti kérdések megoldásában?

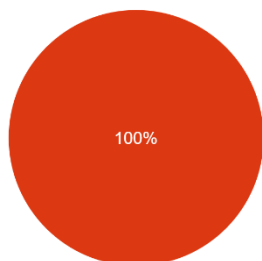
6 válasz



• igen
• nem

Kihívást jelentett az utolsó feladatban az ábra lerajzolása?

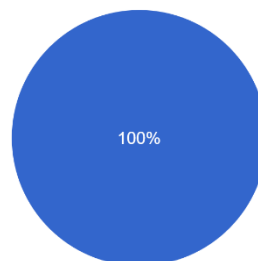
6 válasz



● igen
● nem

Könnyen érthetőek voltak a feladatok szövegei?

6 válasz



● igen
● nem

Több kérdésre az előzőhő alkalomhoz hasonló válaszok érkeztek, így csak a különbségeket részletezzük.

A kísérletre vonatkozó kérdés átfogalmazása miatt egy kivételével az összes tanuló azt válaszolta, hogy felkeltette az érdeklődését. A kísérletezés ezúttal is gond nélkül zajlott, bár azt ajánljuk, hogy az olyan iskolai síktükrökkel, amik üveglapból és tükörfóliából állnak, óvatosan bánjunk, mert ha sokáig bent hagyjuk őket a vízben, akkor tönkremennek.

Első alkalommal még többen jelezték, hogy a feladatok szövegei nem mindenhol egyértelműek, ezen úgy tűnik sikerült javítani.

Arra, hogy mi segített a megértésben most is nagyon vegyes válaszok érkeztek, a tanulók kiemelték az esőcseppről készült ábrát, a kísérletet és a szimulációt is.

A csoportmunka mindenkinek tetszett, az egyik diák válasza a kérdőív utolsó kérdésére: „*Hasznos volt a csoportmunka, mert én sok mindent elfelejték, de szerencsére a csapattársaim nem és segítenek.*”

5. Összefoglalás

Összességében kijelenthetjük, hogy a DBR módszerrel kifejlesztett és kipróbált feladatlap sikeresnek mondható. Fontos megjegyezni, hogy egy alkalom után nem lehet nagy változást várni a gyerekektől, így igazából az is sikerként lett volna elkönnyvelhető, ha a kontroll csoporthoz hasonlóan teljesítenek. Azt is érdemes megemlíteni, hogy sajnos nagyon kis létszámú csoportokról beszélünk, így mindenképpen érdemes lenne a jövőben nagyobb létszámú csoportokkal is elvégezni a kísérletet. Vannak a teszt által nem mérhető szempontok is, például az óra hangulata, a gyerekek fizikához való hozzáállásának változása, illetve az, hogy mit jegyeznek meg hosszabb távra.

A továbbiakban mindenképpen szeretnénk a szívárványos feladatlaphoz hasonlóan a többi feladatlapot is két csoportba bevinni és javítani rajta, illetve tesztelni az eredményességét.

Az igazán érdekes és hatékony valószínűleg az lenne, ha egy csoportnak mindkét fakultációs évében hasonló feladatlapok segítségével folyna a tanulás. Érdemes lenne ezt kipróbálni és az érettségig elért eredményüket egy hasonló, de hagyományosan oktatott csoporttal összehasonlítani. Erre nekünk ennek a dolgozatnak a kereteiben nem volt lehetőségünk.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani témavezetőnknek Kovács Tamásnak, hogy a dolgozat megírása során bátran fordulhattunk hozzá kérdéseinkkel és ötleteinkkel és azokat mindig a megfelelő irányba terelte.

Köszönjük továbbá a budapesti Szent István Gimnáziumban tanító Bajkó Ildikó és Szatmáry Zsolt fizika szakos tanároknak, hogy bizalommal beengedtek minket fizika óráikra.

Végül, de nem utolsó sorban köszönjük a Szent István Gimnázium tizenegyedik évfolyamos fizika fakultációs diákjainak, akik munkájukkal támogatták, hogy ez a dolgozat elkészülhessen.

Irodalomjegyzék

Tankönyvek, példatárak:

https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ910TA_II_teljes.pdf

https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ910TB_II_teljes.pdf

https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ1112E_teljes.pdf

https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ910TA_I_teljes.pdf

https://www.tankonyvkatalogus.hu/storage/pdf/OH-FIZ910TB_I_teljes.pdf

Fizika 10. - IV. A hang és a hangszerek világa - 10. Hogyan hallunk?

Moór Ágnes: Középiskolai fizikapéldatár, Cser Kiadó, Budapest, 2015

Cikkek:

<https://finnminta.com/jelensegalapu-tanulas-phbl-fogalma-es-gyakorlati-megvalositasa/>

<https://www.ealliance.org/phenomenon-based-learning.html>

<https://www.eschoolnews.com/steam/2024/06/07/how-i-came-to-love-phenomena-based-science-instruction/>

<https://www.kiddom.co/role-of-phenomena-based-learning-in-k-12-science-education/>

https://edtechbooks.org/studentguide/design-based_research

<https://inters.org/physics-of-rainbow>

Jegyzetek:

https://fiztan.phd.elte.hu/letolt/fizika_tanitasi_1.pdf

Videók:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vn8U2w6zqTc>

[5 Ways to make a Rainbow. Science Experiments You Can Do At Home](#)

[Hogyan lesz a szivárvány? !\[\]\(ccd39a0dc6d5afcc151e1371f9462f58_img.jpg\) - YouTube](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=wnAhR6AaUsI>

[ProFizika Hőerőgépek, gőzgépek](#)

[Standing Wave Harmonics -- xmdemo 139](#)

Szimulációk:

https://www.knowitall.org/interactives/nasa/electricity/lightning_static.html

[Bending Light 1.1.35](#)

[oPhysics](#)

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html

Érettségi feladatok:

https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/feladatok2008tavasz/e_fizmagyar_08maj_fl.pdf

https://dload-oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2020tavasz_kozep/k_fiz_20maj_fl.pdf

https://dload-oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2022tavasz_kozep/k_fizma_22maj_fl.pdf

https://dload-oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2022tavasz_kozep/k_fizma_22maj_ut.pdf

Egyéb:

https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/vizsgakovetelmenyek2024/fizika_2024_e.pdf

https://fiztan.phd.elte.hu/kozkins/doktorik/ertekezesek/Radnai_ertekezes.pdf

[Fizika 9–10. évfolyam](#)

<https://www.weather.gov/safety/lightning-experiments>

<https://www.felvezetok.hu/kiserlet-napelemmel/>

<https://solarzone.hu/a-napelem-mukodeserol-ertheton/>

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem>

<https://www.felvezetok.hu/a-napelem/>

https://centroszet.hu/tananyag/fenytav/12_fnytrs_elmlete.html

https://www.netfizika.hu/feladatkereso?kereso=1&feladat_szam=&keresoszavak=napelem&forras_tid%5B%5D=230&forras_tid%5B%5D=231&feladat_tipus_tid%5B%5D=&page=1

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciolkovszkij-egyenlet>

[Mozaik digitális oktatás és tanulás](#)

[Az állóhullámok](#)

[Calculator Suite - GeoGebra](#)

[hullamtan alap.pdf](#)

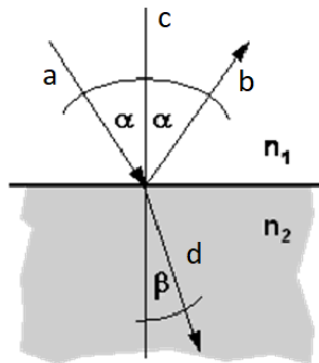
<https://fiztan.phd.elte.hu/kozkins/doktorik/ertekezesek/teiermayer.pdf>

A. Függelék: Feladatlapok megoldással

Szivárvány

Elmélet

1. Írjátok a betűk helyére a hiányzó fogalmakat (6 fogalom)!



a, beeső fénysugár b, visszavert fénysugár c, beesési merőleges d, megtört fénysugár
 α , beesési szög β , törési szög

Kísérlet

2a. Helyezzétek a tükröt a vízbe, majd világítsatok a zseblámpával a tükör vízalatti részére! Ha nem látjátok a szivárványt a falon, kicsit mozgassátok meg a tükröt!

[kísérlet videó](#)

2b. Hogyan nevezzük a kísérletben látott jelenséget és mi az oka? (Segítség: Keress rá a 'bending light' szavakra, az első találat egy PHET szimuláció lesz. Ezt nyisd meg és állítsd be a 'more tools' lehetőséget! Állítsd be a jobb oldali csúszkákon a vizsgált közegeket, levegőből ('air') vízbe ('water') menjen a fénysugár. Pipáld be a bal alsó sarokba az 'angles' - hez tartozó négyzetet és figyeld meg a fénysugár színének a változtatásával, mi fog változni?)

A színszóródás jelenségét figyelhetjük meg. A kísérletben a víz a különböző hullámhosszú fénysugarakat (színek) különböző mértékben téríti el, így a fehér fényt színeire bontja.

A segítséghez használt szimuláció: [Szimuláció1](#)

Elmélet

3a. Idézzétek fel a törésmutató fogalmát!

Szimuláció a szemléltetéshez: [Szimuláció1](#)

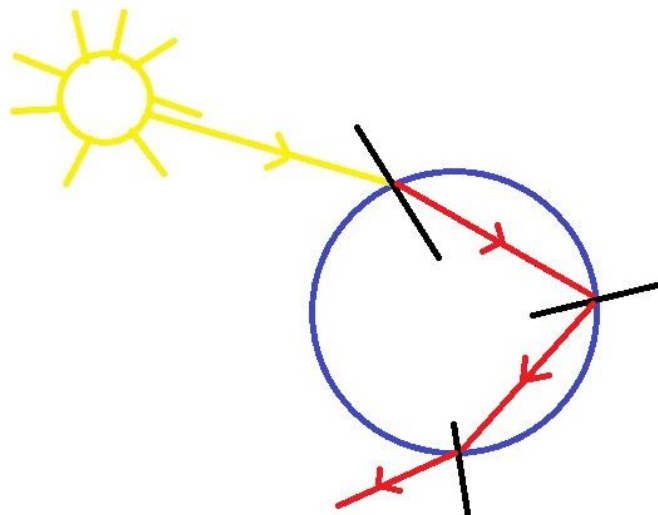
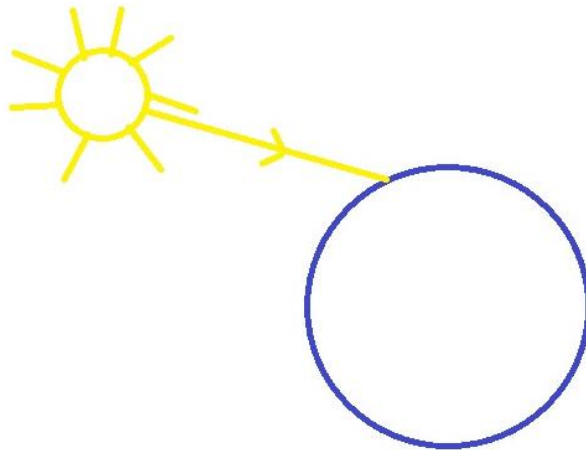
A törésmutató a hullám két közegbeli terjedési sebességének arányát adja. Mértékegysége nincs, dimenzió nélküli arányszám.

3b. Fogalmazzátok meg a Snellius-Descartes törvényt (képlettel vagy szöveggel)!

A beesési szög (α) szinusza egyenesen arányos a törési szög (β) szinuszával, az arányossági tényező pedig a második közegnek az elsőre vonatkozó törésmutatója. Snellius–Descartes törési törvény : $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{c_1}{c_2} = n_{2,1}$

Jelenség

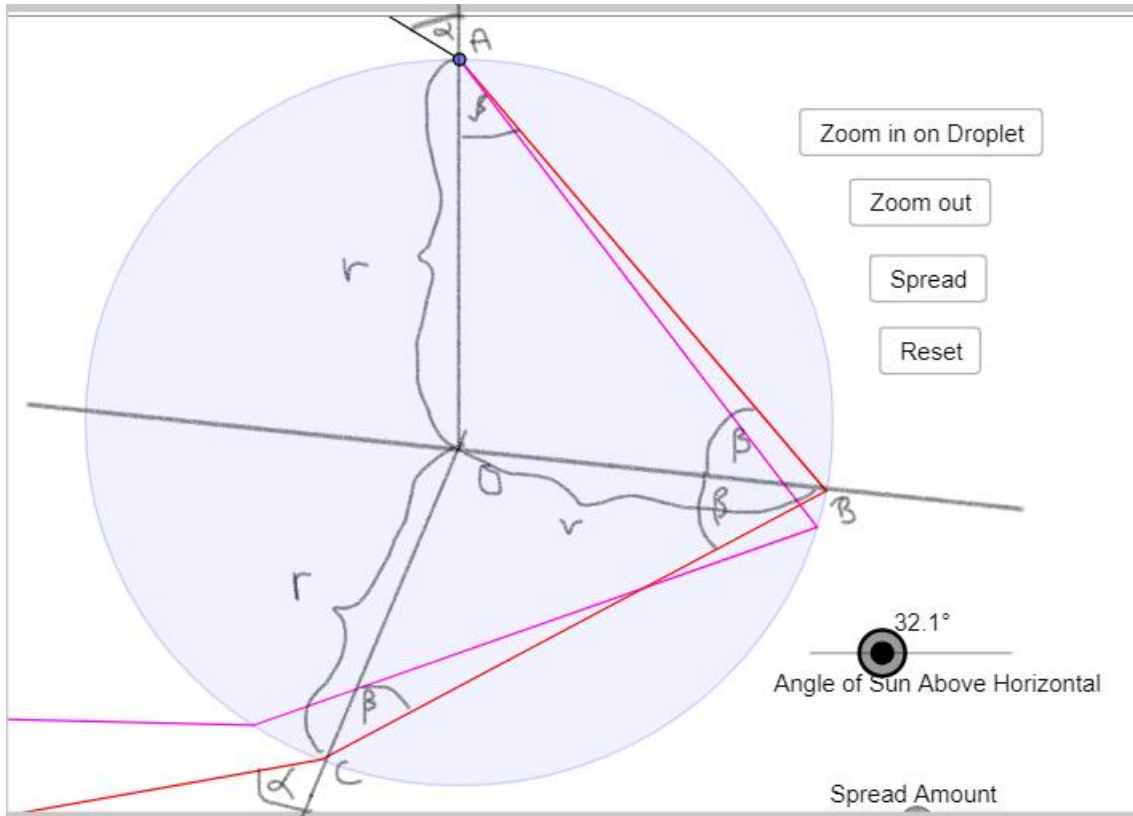
4. Rajzold le szerinted mi történik a vízcseppben a piros színű fénysugárral!



(Ennél a részfeladatnál a sugármenetek berajzolásán van a hangsúly itt a szögek meghatározására, még nem térünk ki külön.)

5a. A mai napon a Nap sugarai pont 32° szögben érik a Földet Magyarországon (ez a szög a fénysugár vízszintessel bezárt szöge). Egy esetleges zápor esetén milyen szögben hagyják el a piros, illetve a kék sugarak a vízcseppeket? Készíts ábrát is a két esetről! (Azt a sugarat tekintjük, ami a vízcsepp tetejének arra a pontjára érkezik, ahol a beesési merőleges pont függőleges.)

Tudjuk, hogy a víz-levegőre vonatkoztatott törésmutatója piros szín esetén $n_p=1,334$, a kék szín esetén pedig $n_k=1,347$.



A piros szín esetén a számolás lehetséges menete:

- α ismeretében a Snellius–Descartes törési törvény $\left(\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}\right)$ segítségével meghatározzuk β értékét (Itt $\alpha = 90^\circ - 32^\circ$)
- A visszaverődött sugarat vizsgálva megállapítjuk, a beesési merőleges berajzolásával, hogy az OA és OB szakasz megegyezik, a gömb sugarára hivatkozva.
- A fénysugár kilépését vizsgálva a beesési merőleges berajzolásával OC és OB szakasz megegyezik.
- β ismeretében Snellius–Descartes törési törvény segítségével $\left(\text{ebben az esetben } \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{1}{n_{2,1}}\right)$, α meghatározható.

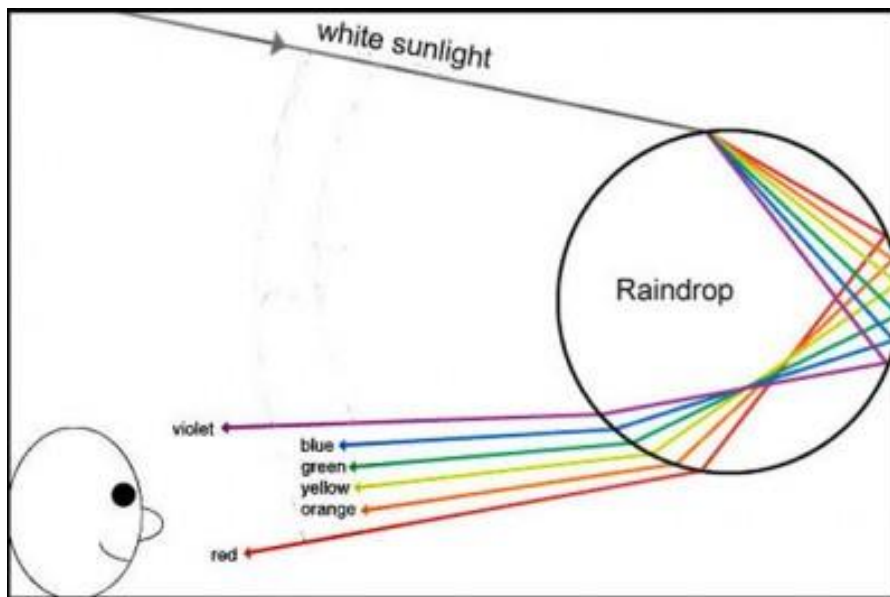
A kék szín esetén is hasonló a számolás folyamata. Az ábrán jól látható, hogy a két fénynyaláb egymáshoz képest, hogyan hagyja el a vízcseppet.

A szögek egyszerű geometriai megfontolásból is kijönnek a törési törvény a pontos rajzhoz szükséges.

Szimuláció használata a megoldás diszkutálásához: [Szimuláció2](#)

5b. Rajzold le vázlatosan, mi történik a fénysugárral, ha figyelembe vesszük a diszperzió (színszóródás) jelenségét!

A feladat válasza és a jelenség diszkutálása videó segítségével: [videó](#) (3'- végig)



Villám

Kísérlet

1. Tegyétek a polisztirol tányért fejjel lefelé az asztalra. Dörzsöljétek meg a tányér felfelé néző részét a gyapjúdarabbal. A ceruzát megfogva emeljétek fel az alumínium edényt és tegyétek a megdörzsölt tányérra. Ha megérintitek az alumínium edényt éreztek egy kis bizsergést. (Ha nem sikerült akkor próbáljátok meg tovább dörzsölni a tányért!) Ezután ismételjétek meg a kísérletet sötétben is!

Szükséges eszközök: alumínium edény (amiben pitéket szoktak sütni), kis darab gyapjú, polisztirol tányér, rádiós végű ceruza, rajzszög

A rajzszöget bele kell szúrni az alumínium edénybe alulról, a hegyes végére pedig rá kell tenni a ceruza rádiós végét. (Ezt érdemes előre elkészíteni a gyerekeknek, de akár csinálhatják ők is.) Ha sötétben végezzük el a kísérletet akkor egy pici szikrát fogunk látni, amikor a gyerekek hozzáérnek az edényhez.

Ebben az elrendezésben a gyerekek ujjá a felhő aljának felel meg, ahol az elektronok (negatív töltések) vannak, a föld pedig az alumínium edény, ahol a pozitív a töltés.

Elmélet

2. Idézzétek fel az alábbi fogalmakat!

negatív töltés, pozitív töltés, elektromos mező, töltésmegosztás, elektromos térerősség, ion, áramerősség

negatív töltés: elektron többlet

pozitív töltés: elektron hiány

elektromos mező: a töltéssel rendelkező testek olyan környezete, amelyben az elektromos kölcsönhatás érvényesül

töltésmegosztás: a különböző előjelű töltések szétválnak

elektromos térerősség: az elektromos mező egyes pontjainak erő kifejtő képessége

ion: olyan atom vagy molekula, ami elektromos töltéssel rendelkezik

áramerősség: a vezető valamely keresztmetszetén áthaladó Q töltés és az áthaladás idejének (t) hányadosa

Ha a diákok nagyon nem emlékeznek a fogalmakra, akkor lehet az egyik oszlopba a fogalmakat, a másikba a meghatározásokat írni és összepárosítani, vagy akár ezt a feladatot is lyukas szöveggé alakítani.

Jelenség

3a. Nézzétek meg a két videót! A videók alapján egészítsétek ki az alábbi szöveget!

elektromos kisülés, sűrűlődnak, szétváltnak, negatív, áramlani, pozitív, pozitív, taszító, elektromos mező

A felhőben lévő vízcseppek és jégkristályok , ezért a töltések
A töltésű részecskék levándorolnak a felhő aljába, így a felhő tetejében töltésű rész alakul ki. A töltésszétválasztás miattjön létre, ami a földfelszín negatív részecskéire erőt gyakorol, így azok a Föld belseje felé mozdulnak, tehát a földfelszín töltésű lesz. Amikor az elektromos térerősség elég nagyra nő, akkor a töltött részecskék elkezdnek, így egy ioncsatorna keletkezik a felhő és a földfelszín között, ezen a csatornán halad végig az, ami már maga a villám.



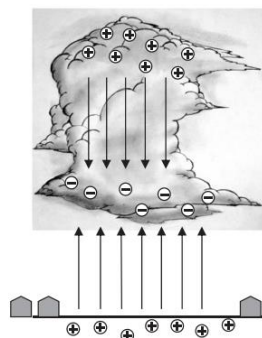
3b. Rajzoljátok be az alábbi ábrába a töltések elhelyezkedését és az elektromos tér irányát (a felhőn belül és a felhő alja és a földfelszín között is)!



A videók linkje: [Lightning and Static](#) | [NASA Online](#) | [Knowitall.org](#)

A videók mellett angol nyelvű összefoglaló szöveg található, ezt nem szükséges elolvasni.

A felhőben lévő vízcseppek és jégkristályok **sűrűlődnak**, ezért a töltések **szétváltnak**. A **negatív** töltésű részecskék levándorolnak a felhő aljába, így a felhő tetejében **pozitív** töltésű rész alakul ki. A töltésszétválasztás miatt **elektromos mező** jön létre, ami a földfelszín negatív részecskéire **taszító** hatást gyakorol, így azok a Föld belseje felé mozdulnak, tehát a földfelszín **pozitív** töltésű lesz. Amikor az elektromos térerősség elég nagyra nő, akkor a töltött részecskék elkezdnek **áramlani**, így egy ioncsatorna keletkezik a felhő és a földfelszín között, ezen a csatornán halad végig az **elektromos kisülés**, ami már maga a villám.



4a. Mennyi ideig tart egy átlagos villámkisülés, ha tudjuk, hogy körülbelül 30 kA áramerősséggel körülbelül 15 C töltést szállít?

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta Q}{I} = \frac{15 \text{ C}}{30000 \text{ A}} = 0,5 \text{ ms}$$

4b. Hogyan tudjuk meghatározni, hogy egy villámlás tőlünk körülbelül milyen messzire történt? (A fény terjedési sebessége 300 millió m/s, a hang terjedési sebessége 340 m/s. Velejtjük most úgy, hogy a villámlás fényét gyakorlatilag rögtön látjuk, amikor a kisülés végbe megy.)

Számoljuk is ki, hogy ha a villámlás fényének megpillantása után körülbelül 6 másodperccel hallottuk meg a dörgést akkor milyen messze van tőlünk a villámlás!

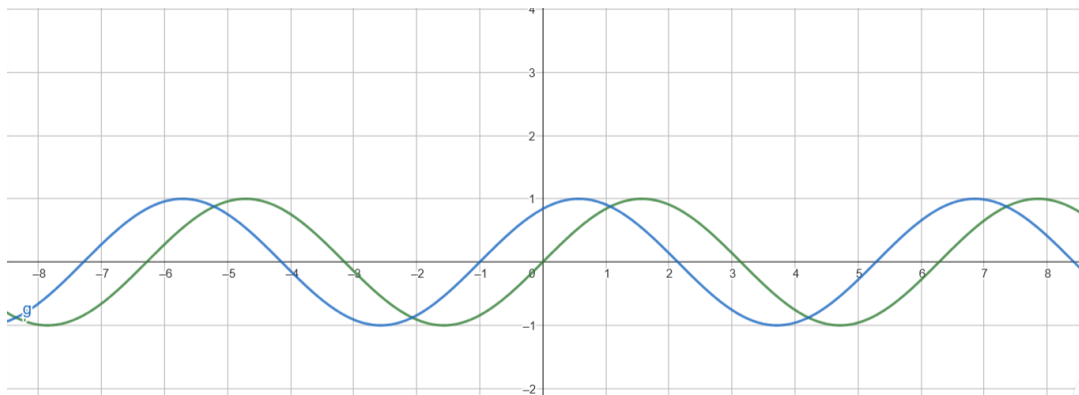
$$v = \frac{s}{t} \rightarrow s = v \cdot t = 340 \cdot 6 = 2040 \text{ m} \approx 2 \text{ km}$$

Érdekes azt is megkérdezni a gyerekektől, hogy miért kíséri fény és hang a villámlást. A fényt a gyorsan mozgó töltéshordozók által gerjesztett atomok bocsátják ki, a hang pedig a kisüléskor felhevülő levegő hirtelen kitágulása miatt keletkezik.

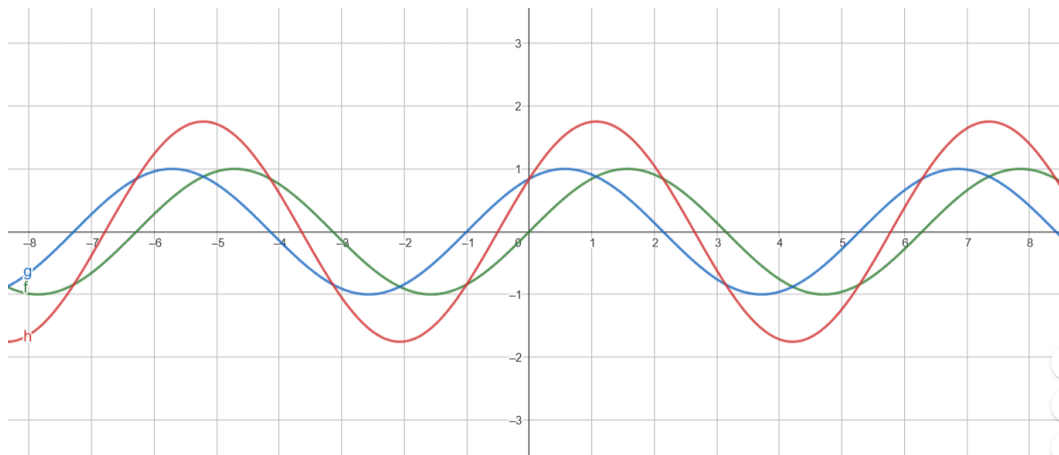
A különböző típusú villámokat összefoglaló látványos videó, amit óra végén ajánlunk levetíteni: [videó link](#)

Hangszerek

1. Rajzoljuk le nagyjából a két hullám összegeként kialakuló hullámot!



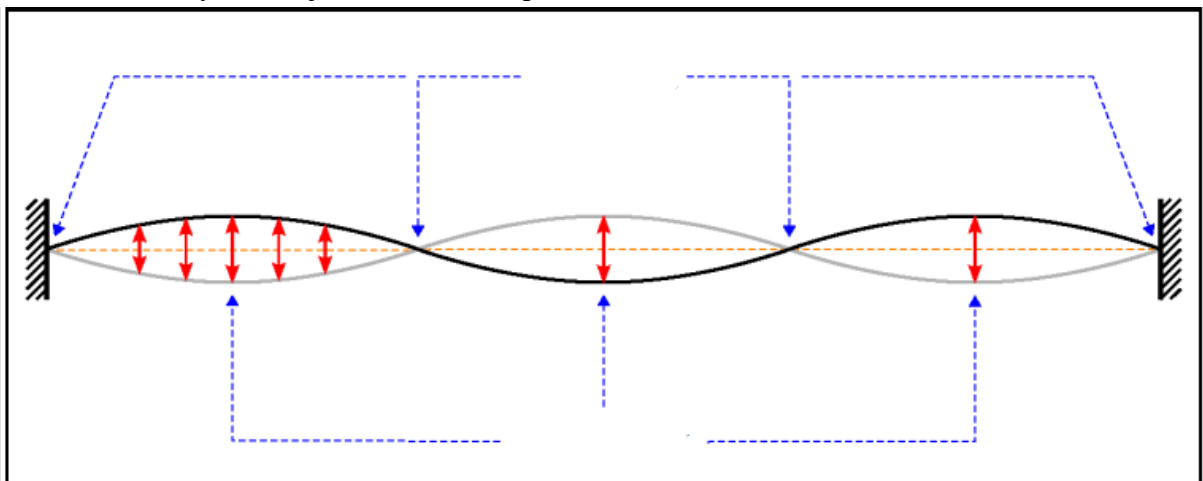
Megoldás:



2a. Hogy nevezzük azt a hullámot, ami rugalmas pontsoron két, egymással szemben haladó azonos frekvenciájú és amplitúdójú hullám találkozásakor jön létre?

Állóhullám

2b. Az ábrán az előző feladatrészen meghatározott hullámot láthatjuk. Nevezzük meg a felső és alsó nyilakkal jelölt kitüntetett pontokat!

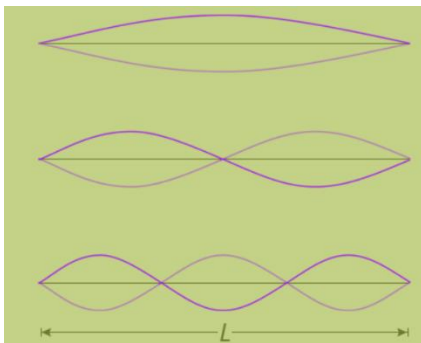


Felső nyilak a csomópontokat (minimum helyeket), az alsó nyilak pedig a duzzadóhelyeket (maximum helyeket) jelölik.

3. A gitár húr esetén a rezgő közeg mindkét vége rögzített, innen a hullámok ellentétes fázisban verődnek vissza. A gitár húrján keltett állóhullám esetén milyen pontok lesznek a húr rögzítéseinél? Ez alapján milyen összefüggést tudunk felírni a hullámhossz és a húr L hossza között?

Csomópontok lesznek a rögzített végeknél, így azt mondhatjuk, hogy a húr hossza valahogyan a hullámhossz felével lesz összefüggésben, mégpedig annak egész számú többszöröse lesz.

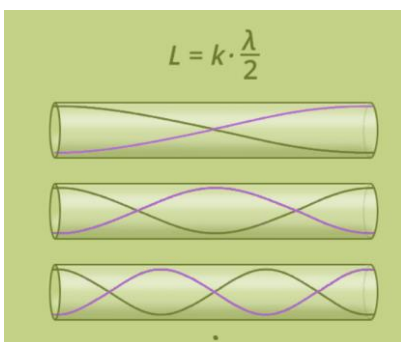
Megbeszélést segítő ábra:



4. A furulya olyan hangszer melynek mindkét vége nyitott. Azt is tudjuk, hogy a szabad végről a hullámok azonos fázisban verődnek vissza. Milyen pontjai lesznek a furulyában keltett állóhullámnak a furulya végeinél? Ez alapján milyen összefüggést tudunk felírni a hullámhossz és a furulya L hossza között?

Ebben az esetben duzzadóhelyek lesznek a furulya két nyílásánál/ szabad végénél. A hullámhossz és az L hossz közti összefüggés ugyanolyan lesz, mint a gitár esetén.

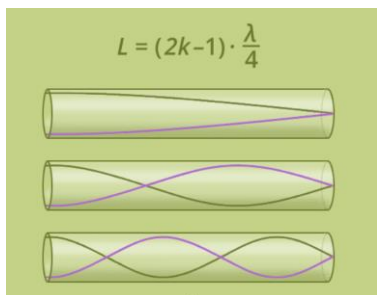
Megbeszélést segítő ábra:



5. A pánspip olyan hangszer melynek egyik vége nyitott másik zárt. Itt milyen pontok lesznek a pánspip zárt és nyitott végén? Milyen összefüggést írhatunk fel a pánspip L hossza és a hullámhossz között?

A zárt végénél csomópont a nyitott végénél duzzadó hely található. Az L hossz a hullámhossz negyedének lesz páratlan számú többszöröse

Megbeszélést segítő ábra:



6a. Idézzük fel milyen összefüggést ismerünk a hullámok terjedési sebessége (c), a hullámhossz (λ) és a frekvencia (f) között!

$$\square = \square \cdot \square$$

$$c = f \cdot \lambda$$

6b. Töltsük ki a lyukas szöveget a megadott szavak segítségével!

hangszín, frekvenciájú, hullámhosszú, állóhullám, alaphang

Egy adott húron a legnagyobb állóhullámot alaphangnak nevezzük. Az összes többi lehetséges állóhullám a felharmonikusok. Ha egy húrt megpendítünk, akkor általában egyszerre létrejön az összes lehetséges, de eltérő amplitúdóval. A megszólaló hang magasságát az határozza meg, vagyis a legalacsonyabb állóhullám, a hang színét a felharmonikusok erősségének az aránya határozza meg. A alapján tudjuk megkülönböztetni az egyes hangszerek hangját akkor is, ha azonos magasságú hangot bocsátanak ki.

hullámhosszú, állóhullám, alaphang, frekvenciájú, hangszín

7a. Próbáljuk meg egy gitár adott húrját rövidíteni, illetve hosszabbítani a húr lefogásának segítségével. Milyen lesz a két esetben a hangmagasság? Milyen fizikai mennyiséggel van összefüggésben a hangmagasság? Vajon mi a kísérletben tapasztaltak magyarázata?

Ha rövidítjük a húr hosszát, akkor kisebb lesz az alaphang hullámhossza, frekvenciája magasabb, tehát magasabb hangot ad ki a gitár. Ha hosszabb a húr, akkor nagyobb az alaphang hullámhossza, frekvenciája alacsonyabb, mélyebb hangot ad ki a gitár. Ezt az elvet használja ki a gitáros vagy a hegedűs játék közben.

7b. Próbáljuk meg a furulyában lévő légoszlopot csökkenteni, illetve növelni a lyukak befogásának segítségével. Milyen lesz a két esetben a hangmagasság? Milyen fizikai mennyiséggel van összefüggésben a hangmagasság? Vajon mi a kísérletben tapasztaltak magyarázata?

A kísérlet során a cső falába fúrt lyukakat befogják vagy felengedik a diákok. Ilyenkor a hanghullám szempontjából úgy tűnik, mintha a cső hossza megváltozott volna, így az alaphang hullámhossza megváltozik. A magyarázat ezután hasonló az előző esethez.

8a. Egy kifeszített, mindkét végén rögzített kötélen állóhullámot keltünk. A kötélen pontosan három duzzadóhely alakult ki. Milyen hosszú a kötel, ha a rezgések frekvenciája 10 Hz, a hullám terjedési sebessége a kötélen 5 m/s?

$$L = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \lambda = \frac{c}{f} = 0,5 \text{ m} \rightarrow L = 0,5 \text{ m}$$

8b. Milyen hosszú a 400 Hz frekvenciájú hangot adó nyílt síp, illetve zárt síp, ha a hang terjedési sebessége levegőben $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$?

$$\lambda = \frac{c}{f} = 0,85 \text{ m}$$

Zárt síp esetén az 5-ös feladatot kell felhasználni. Az alaphang segítségével számolva $L = \frac{\lambda}{4} = 0,2125 \text{ m}$. A nyílt síp esetén a 4-es feladatot felhasználva az alaphangból kiindulva $L = \frac{\lambda}{2} = 0,425 \text{ m}$.

9a. Melyik állítás nem igaz?

- A) A gumikötél rögzített végéről a hullámok ellentétes fázisban verődnek vissza.
- B) A gumikötél szabad végéről a hullámok azonos fázisban verődnek vissza.
- C) A gumikötélen állóhullámok akkor jöhetnek létre, ha egymással szemben haladó, megegyező frekvenciájú és amplitúdójú hullámok találkoznak.
- D, A gumikötélen kialakuló állóhullámoknál a duzzadóhelyek és a csomópontok száma megegyezik.

D, Például mindkét végén rögzített gumikötél esetén, ha $L = \frac{\lambda}{2}$.

9b. A következő, állóhullámokra vonatkozó kijelentések közül melyik nem igaz?

- A) A csomópontok állandóan nyugalomban vannak.
- B) Két szomszédos csomópont egymástól való távolsága a hullámhossz felével egyenlő.
- C) Állóhullámok csak transzverzális hullámoknál alakulhatnak ki.

C, A levegőben terjedő hang longitudinális hullám és a sípokban is kialakulnak állóhullámok.

9c. A mindkét végén rögzített, 1,2 m hosszú húron keletkező állóhullámban egy esetben (a rögzített végeket is beleértve) három csomópont alakult ki, egy másik esetben pedig öt csomópont. Melyik állítás helytelen?

- A) Az első esetben két fél hullám alakult ki, és a hullámhossz 120 cm.
- B) A második esetben négy fél hullám alakult ki, és a hullámhossz 60 cm.
- C) Az első esetben az első, a második esetben a második felhang alakult ki a húron.
- D) Az alaphang hullámhossza 240 cm.

A C állítás a hibás, hiszen a második felhang 1,5 hullámhosszt jelentene az 5 csomópont pedig 2 hullámhosszt jelent.

Megjegyzés: Külön feladatként nem került bele a feladatsorba, de érdemes a két és háromdimenziós álló hullámokat is megemlíteni, ábrákat mutatni róluk.

Gőzgép

1a. Írjuk a képletek mögé a hozzájuk tartozó folyamatok nagybetűs jelölését. (Egy helyre több is kerülhet.)

A: m tömegű jég olvadásakor felvett hőmennyiség

B: m tömegű víz fagyásakor felszabaduló hőmennyiség

C: m tömegű víz hőmérsékletének ΔT -vel való megváltoztatásához szükséges hőmennyiség

D: m tömegű víz forrásakor a környezettől elvont hőmennyiség

E: m tömegű vízgőz lecsapódásakor felszabaduló hőmennyiség

F: m tömegű szabadon eső test mozgási energiájának megváltozása

amíg h magasságból a földre esik

$$Q = L_{\text{forrás}} \cdot m : \text{D, E}$$

$$\Delta E_{\text{mozgási}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = -mgh : \text{F}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T : \text{C}$$

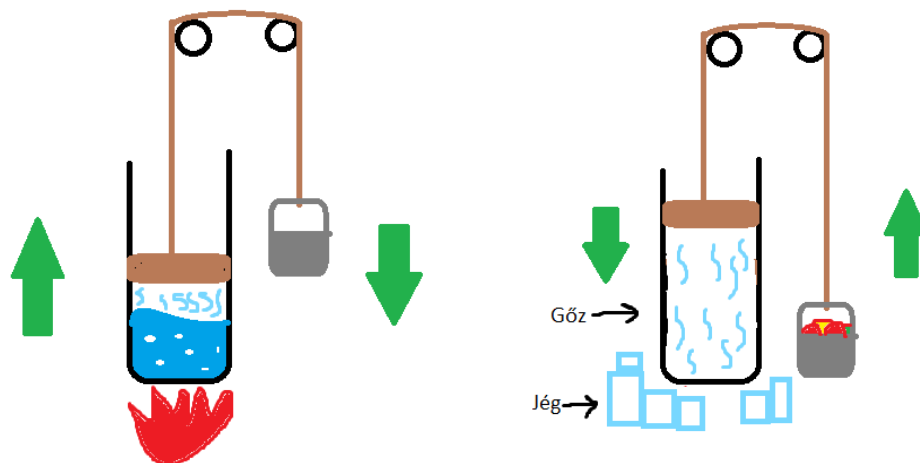
$$Q = L_{\text{olvadás}} \cdot m : \text{A, B}$$

Abban az esetben, ha a diákok nem emlékeznek a képletekben szereplő mennyiségekre a tanár irányításával fel lehet eleveníteni őket.

1b. Írjunk egy példát, amikor a mechanikai munkát hőenergiává tudjuk alakítani, illetve amikor a hőenergiát mechanikai energiává! (Segítség: Energy forms and changes PHET szimuláció, Systems lehetőség)

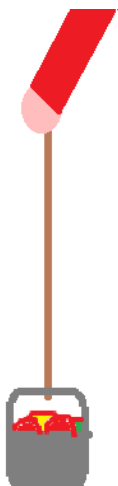
Hétköznapi példa az első részre tenyerünk összedörzsölése, a második részre pedig amikor forrásban lévő vizes fazék tetejéről a fedő lerepül. A szimulációban ([szimuláció](#)) több összeállítás is adhat megfelelő választ a feladatra. Az "Energy Symbols" gomb bekapcsolásával szemléletesen is láthatjuk az egyes szakaszokon milyen fajta energiákról beszélhetünk.

2. Hőerőgépnek olyan erőgépet nevezünk, ami hőenergiát alakít át mechanikai munkává. A következő ábrákon egy egyszerű hőerőgépet láthattok, írjátok le hogyan működik a gép az ábra alapján!



Az első ábrán a tartályban lévő vizet melegítve a dugattyú felemelkedik (hiszen az vízgőz részecskéi egyre nagyobb sebességgel és a párolgás miatt egyre többen nyomják a dugattyút), mivel ez össze van kötve a kosárral, egy kötéll és csigák segítségével, a kosár lesüllyed. A második esetben a gőz hőmérséklete csökken, így a nyomása is, a külső nyomás viszont nem változik. A dugattyút lesüllyed, így a kosár felemelkedik.

3. Vizsgáljuk az előző feladat második ábráját. Mi történne, ha a gyümölcsökkel teli kosarat, aminek 10 kg a tömege, mi próbálnánk meg felemelni 0,7 méter magasra, ha 120 N erővel tudjuk függőlegesen felfele emelni az objektumot? Mennyi munkát végezne az emelőerő? Mennyi munkát végez a nehézségi erő? Mennyi az eredő erő munkája?



$$W_{neh} = m \cdot -g \cdot h = 10 \cdot 10 \cdot 0,7 = -70 \text{ J}$$

$$W_{emelő} = F \cdot h = 120 \cdot 0,7 = 84 \text{ J}$$

$$F_e = 120 - 100 = 20 \text{ N}$$

$$W_e = F_e \cdot h = 20 \cdot 0,7 = 14 \text{ J}$$

4. Idézzük fel a munkatételt! Ez alapján határozzuk meg, mennyi volt az előző feladatban a kosár mozgási energiájának megváltozása, illetve sebessége amikor elérte a 0,7 méteres magasságot!

$$W_{összes} = \Delta E_{mozg} = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\Delta E_{mozg} = 14 J$$

$$14 J = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot v_1^2 \rightarrow v_1 = 1,67 \frac{m}{s}$$

5. A második feladat második ábráján $m = 3 kg$ vízgőz van a tartályban . Mennyi hőt von el a nála jóval hidegebb környezetétől a vízgőz miközben lecsapódik? A víz forráshője $2250 \frac{kJ}{kg}$.

A 5. és 6. feladatok megoldásánál a szükséges már tanult fogalmakat és képleteket a tanár irányításával közösen idézzük fel.

$$Q = L_f \cdot m = 2250 \cdot 3 = 6750 kJ$$

6. Mennyi $20^\circ C$ -os vizet kell öntenem a $100^\circ C$ -os vízgőzzel teli tartályba (az előző feladatban szereplő tartály), ha azt akarom, hogy közös hőmérsékletük $60^\circ C$ -os legyen? (A víz fajhője $4187 \frac{J}{kg \cdot K}$)

A vízgőz lecsapódik, ekkor leadja az előző feladatban kiszámolt energiát, ezután 100 fokos vízként fog viselkedni.

$$Q_{fel} = Q_{le}$$

$$c \cdot m_1 \cdot (T_k - T_1) = Q_{lecsapódás} + c \cdot m_2 \cdot (T_k - T_2)$$

$$4187 \cdot m_1 \cdot 40 = 6750000 + 4187 \cdot 3 \cdot 40 \rightarrow m_1 = 43,3 kg$$

7. A második feladat második ábráját nézzük. A gőz lehűlésének következtében a gáz nyomása $0,7 \cdot 10^5 Pa$ -ra csökkent és így a dugattyú (melynek sugara $0,5 m$) $0,2$ métert süllyedt. Mennyivel emelkedett el a földtől és mekkora lett a sebessége ennek következtében a vele nyújthatatlan kötéllel összekötött kosárnak? A kosár tömege továbbra is $10 kg$. A dugattyú súlyától és a súrlódástól eltekintünk, a légnyomás pedig $10^5 Pa$.

$$F = A \cdot \Delta p = \pi \cdot 0,25^2 \cdot 0,3 \cdot 10^5 = 5890,5 N$$

$$W_{összes} = F \cdot h - m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \rightarrow v_1 = 15,21 \frac{m}{s}$$

8. A videón egy bonyolultabb gőzgép működését is megfigyelhetjük! [link](#)

Az egész videó a gőzgépek működéséről szól, a feladatlap ezen feladatához tartozó rész

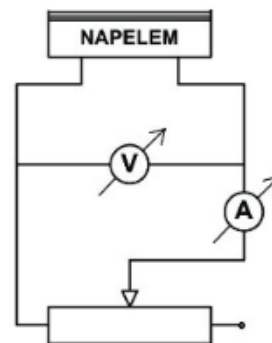
9:36-11:21 között található. [video](#)

Napelem

Kísérlet

1. Rakjátok össze az ábrán látható kapcsolást, a lámpát állítsátok be úgy, hogy 20 cm távolságra legyen a napelem-cella fölött! Az ellenállást fokozatosan csökkentsétek, úgy, hogy az áram lépésenként körülbelül 2-3mA-el nőjön! Töltsétek ki a táblázatot és értelmezzétek a kapott adatokat!

R [Ω]	I [mA]	U[V]



A kísérlethez szükséges eszközök: napelem-cella (körülbelül 4000 forintért megvásárolható például a Conradban), feszültségmérő, áramerősségmérő, 1000-1200 Ω -os, 50 mA-ig terhelhető változtatható ellenállás, állítható magasságú lámpa (75 W), mérőszalag, vezetékek

A kísérletből látszik, hogy a napelem a fény energiáját elektromos energiává alakítja. Ha a diákok tudásszintje és érdeklődése megengedi lehet készíteni feszültség-áramerősség és teljesítmény-áramerősség grafikonokat is, amiket kicsit elemezve beszélhetünk a cella üresjárási feszültségéről és rövidzárási áramáról is, illetve megkereshetjük a maximális teljesítményt.

Elmélet

A napelem működésének megértéséhez fontos átismételnünk néhány korábban tanult fogalmat.

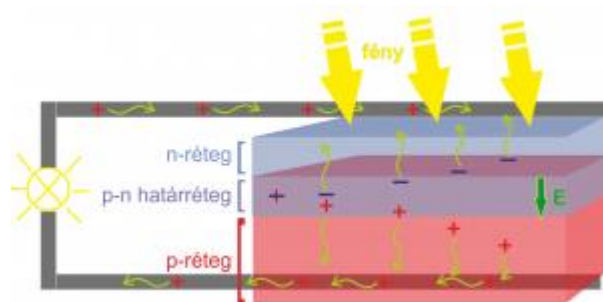
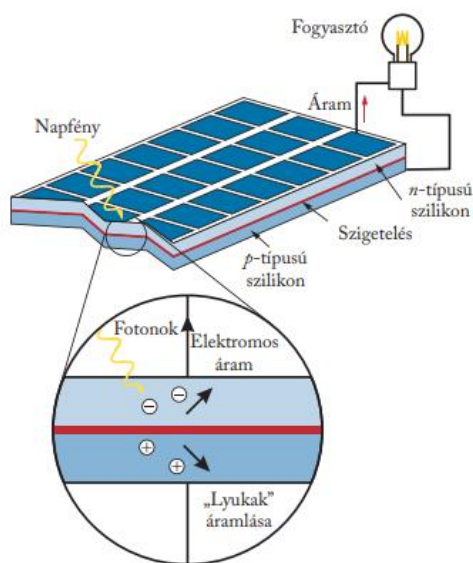
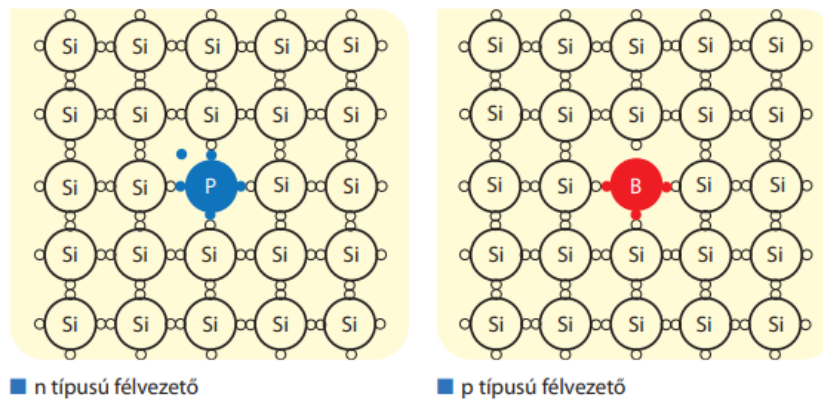
2a. Félvezetők

Döntsétek el az alábbi állításokról, hogy igazak vagy hamisak! A hamisakat javítsátok ki, úgy hogy igazak legyenek!

1. A félvezetők szennyezés előtt nem vezetnek az áramot.
2. Az n-típusú félvezetőt foszforral szennyezik.
3. A p-típusú félvezetőt 5 vegyérték elektronnal rendelkező anyaggal szennyezik.
4. Akármilyen feszültséget kapcsolunk a p-n átmenettel rendelkező rendszerre vezetni fogja az áramot.

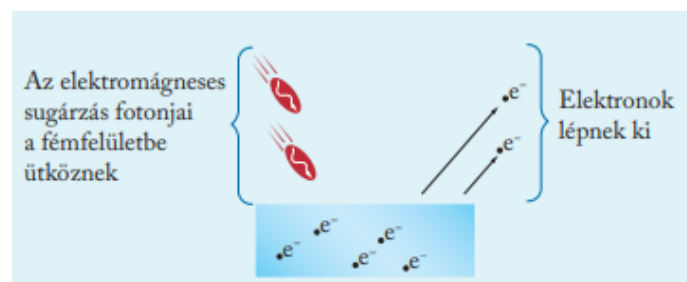
1. Hamis, mert vezetik, hiszen vannak benne delokalizált elektronok.
2. Igaz
3. Hamis, 3 vegyértékelektronnal rendelkezővel, például bórral.
4. Hamis, ha olyan polaritású feszültséget kapcsolunk, amilyen a kialakult réteg polaritása, akkor nem vezet, mert nagyon nagy ellenállású lesz.

Magyarázatot segítő ábrák:



2b. Fotoeffektus

Az ábra alapján a saját szavaitokkal fogalmazzatok meg mi a fotoeffektus!



Az elektromágneses sugárzás következtében a fémből elektronok lépnek ki.

Jelenség

3a. Állítsátok sorba a napelem működésének lépéseit!

A. Létrejön az elektromos tér, vagyis az egyenáram.

B. Az egyenáramot inverterrel váltóárammá kell alakítani, hogy hasznosítani tudjuk.

C. A fény hatására elektronok lépnek ki a fémből, vagyis delokalizált elektron és mozgékony lyuk párok keletkeznek.

1. A fény hatására elektronok lépnek ki a fémből, vagyis delokalizált elektron és mozgékony lyuk párok keletkeznek.

2. Létrejön az elektromos tér, vagyis az egyenáram.

3. Az egyenáramot inverterrel váltóárammá kell alakítani, hogy hasznosítani tudjuk.

3b. Szedjétek össze mitől függ a napelemek teljesítménye!

méret, típus, fénysugárzás intenzitása és hullámhossza, fénysugárzás beesési szöge

4a. Egy kerti napelemes lámpa LED-je 1,2 V-os akkumulátorról 20 mA áramfelvétellel 5 órán át világít. Előtte 8 órán át sütötte a Nap a 25 cm²-es felületű napelemét. Mennyi ennek a kerti napelemes lámpának a hatásfoka? (A napelemre körülbelül 300 W/m² fényintenzitás jut a napsugárzásból.)

$$\text{A napot érő teljesítmény: } P = 300 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{25 \text{ cm}^2}{10000 \text{ cm}^2} = 0,75 \text{ W}$$

$$\text{Mivel 8 óráig sütötte ezért, ez } W = P \cdot t = 0,75 \text{ W} \cdot 8 \text{ h} = 6 \text{ Wh}$$

$$\text{A LED teljesítményfelvétele: } P = U \cdot I = 1,2 \text{ V} \cdot 0,02 \text{ A} = 0,024 \text{ W}$$

$$\text{5 óra alatt az energiafogyasztása: } W = P \cdot t = 0,024 \text{ W} \cdot 5 \text{ h} = 0,12 \text{ Wh}$$

$$\text{Így a hatásfok: } \eta = \frac{0,12 \text{ Wh}}{6 \text{ Wh}} = 0,02 \rightarrow 2\%$$

Érdekes róla beszélgetni, hogy ez elég kevés, de sajnos reális eredmény, bár itt a lámpa miatt is veszítünk a hatásfokból, de magának a napelemnek is 5-10% körüli általában a hatásfoka.

4b. Vizsgáljátok meg, hogy vajon igazat állít-e az alábbi plakát! (A plakát körülbelül 2 m² területű, egy 1,7 m² területű napelem csúcsteljesítménye körülbelül $P = 440 \text{ W}$.)

A plakát csúcsteljesítménye: $P = \frac{2 \text{ m}^2}{1,7 \text{ m}^2} \cdot 440 \text{ W} \approx 520 \text{ W}$

A sütők elektromos fűtőbetétei 2-3 kW teljesítménynél kezdődnek. (Meg lehet kérdezni a diákoktól mit gondolnak arról, hogy az 520 W vajon elég-e és csak utána elmondani, hogy nem.)

Fontos még kitérni arra, hogy a plakáton energiát írnak, ami valójában a teljesítmény az eltelt idővel megszorozva, így akár még termelhet is elegendő energiát, csak sok ideig kell sütnünk a pizzánkat. Erre vonatkozó számolásokat nem érdemes végezni, mert a sütők fűtőszálai nem működnek folyamatosan és nagyon nagy a hőveszteség a nem megfelelő szigetelés miatt. Inkább azt érdemes hangsúlyozni, hogy az energia fogalmát így használni értelmetlen, hiszen kellően sok idő alatt akármilyen kicsit napelem is termelne elég energiát a pizzasütéshez.

Fontos még, hogy ez egy nagyon ideális helyzet, amiben a napelemre pont merőlegesen esik a fény, verőfényes napsütés van éppen, a napelem új és tiszta.



Rakéta

Kísérlet

1. Fújjátok fel a lufit majd rögzítsétek a szívószál végére a képen látható módon! Óvatosan távolítsátok el a rögzítést és nézzétek meg mi történik! Vajon mi lehet a jelenség magyarázata?



A lufiból lassan kiáramlik a levegő, amitől a kiskocsi elindul (a lufi eredeti helyének irányába). Ezt a hatás-ellenhatás törvényével magyarázhatjuk. Az üzemanyag (levegő) erőt fejt ki a kiskocsira (rakéta) és a rakéta is erőt fejt ki az üzemanyagra.

A jelenséget a lendületmegmaradás törvényével is meg lehet magyarázni, ami az óra további része miatt valószínűleg szerencsésebb. A levegő elindul egy sebességgel jobbra, amitől a kiskocsinak balra kell menni, hiszen a rendszer lendülete kezdetben 0 volt, és a lendületmegmaradás törvénye igaz.

Rengeteg rakétás kísérletet lehet találni, amik sok esetben látványosabbak (általában valamit meg kell gyűjtani), de általában nagyon gyorsan mennek végbe, így nehezen megfigyelhetők, illetve sokszor kémiai elemek is szükségesek a teljeskörű magyarázathoz, ami elviheti a fókuszot.

Elmélet

2a. Idézzük fel a lendület fogalmát!

$$P = m \cdot v$$

2b. Idézzük fel a lendületmegmaradás törvényét!

Zárt rendszerek lendülete állandó.

3. Egy kezdetben álló 2 kg tömegű golyónak rugalmasan neki ütközik egy 1,5 m/s sebességgel haladó 3 kg tömegű golyó. A 3 kg tömegű golyónak az ütközés előttivel megegyező, de már csak 0,3 m/s-os sebessége lesz. Mit mondhatunk a másik golyó mozgásáról az ütközés után?

Felírjuk a lendületmegmaradás törvényét a két golyóra.

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2$$

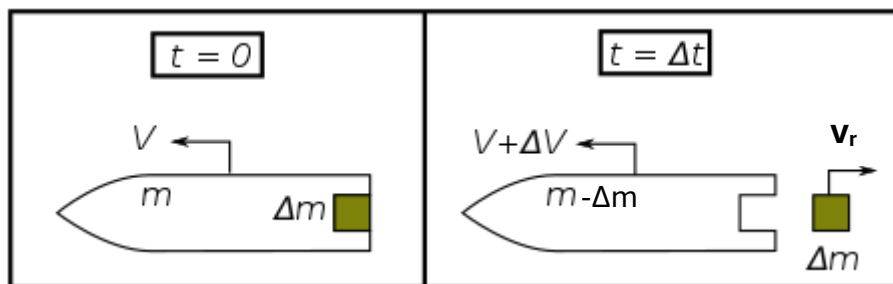
$2 \text{ kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 3 \text{ kg} \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \text{ kg} \cdot u_1 + 3 \text{ kg} \cdot 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow u_1 = 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ lesz a sebessége, a másik golyóval megegyező irányba.

Ha ezt a részt jobban át kell nézni akkor segíthet a következő szimuláció:

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html

Jelenség

4a. Vezessük le a rakétamozgás egyenletét!



Írd fel az ábra alapján az impulzusmegmaradás törvényét! (A rakéta üzemanyaga a rakétához képest v_r sebességgel mozog, ha kívülről nézzük akkor $v - v_r$ lesz a sebessége.)

$$m \cdot v = (m - \Delta m) \cdot (v + \Delta v) + \Delta m \cdot (v - v_r)$$

Bontsd ki a zárójeleket a felírt egyenletedben!

$$m \cdot v = m \cdot v + m \cdot \Delta v - \Delta m \cdot v - \Delta m \cdot \Delta v + \Delta m \cdot v - \Delta m \cdot v_r$$

Végezd el az egyszerűsítéseket! A ' Δ ' jelentése, hogy nagyon kicsi, így ha két nagyon kicsi mennyiséget szorzunk össze, azt a szorzatot el is hanyagolhatjuk!

$$m \cdot \Delta v = \Delta m \cdot v_r$$

Oszd le a kapott egyenletet a rakéta eredeti tömegével!

$$\Delta v = \frac{\Delta m}{m} \cdot v_r$$

Amit így kapunk az egy olyan matematikai struktúra, amit úgy lehet megoldani, ha mindkét oldalát kiintegráljuk.

$$\text{Így a megoldás: } v = v_r \cdot \ln \left(\frac{m_1}{m_2} \right)$$

Itt m_1 a rakéta kezdeti tömege, m_2 pedig a rakéta végső tömege, azaz $m_1 - m_2$ az üzemanyag tömege.

Ha a csoport nagyrésze matek fakultációra is jár, akkor megpróbálkozhatunk az integrálással is, bár az $1/x$ integrálja sajnos fakultáción sem tananyag.

A jobb oldal integrálásánál fontos, hogy Δm negatív szám, hiszen a rakéta tömegvesztése.

4b. Terveztünk egy rakétát melynek tömege 2500 tonna, ebből maga a rakéta 500 tonna, a többi az üzemanyag. A rakéta üzemanyaga a rakétához képest 3500 m/s-al mozog. Mekkora a rakéta végsebessége!

$$v = 3500 \frac{m}{s} \cdot \ln\left(\frac{2500 \text{ tonna}}{500 \text{ tonna}}\right) = 5633 \frac{m}{s}$$

Érdeemes kitérni arra, hogy ahhoz, hogy a rakéta ne essen vissza a Földre el kéne érnie az első kozmikus sebességet, ami körülbelül 7,9 km/s. A valóságban ezért alkalmaznak többlépcsős rakétákat, hiszen a tömegarány maximum 10 körül lehet, aminek természetes alapú logaritmus körülbelül 2,3, amihez irreálisan nagy üzemanyagsebesség kéne.

Az óra végén érdemes lehet mutatni egy videót rakéta kilövésről. Például:

<https://www.youtube.com/watch?v=wnAhR6AaUsI>

B. Függelék: Teszt

A kitöltéshez ne használj semmit, minden választ röviden indokolj meg (akár számolással vagy ábrával)! Ha egyáltalán nincs ötleted, akkor inkább hagyd üresen, ne tippelj!

Írd ide melyik órán vettél részt (szivárványos vagy nem szivárványos)?

1, Egy prizma segítségével felbonthatjuk a fehér fényt a szivárvány színeire. A prizmának melyik tulajdonsága teszi ezt lehetővé? *((2012 májusi Fizika közép szintű írásbeli vizsga))*

- A) Az, hogy a prizmán belső visszaverődés jöhet létre.
- B) Az, hogy a prizma anyagának törésmutatója nagyobb, mint a levegőé.
- C) Az, hogy a prizma anyagának törésmutatója a különböző színekre eltérő.

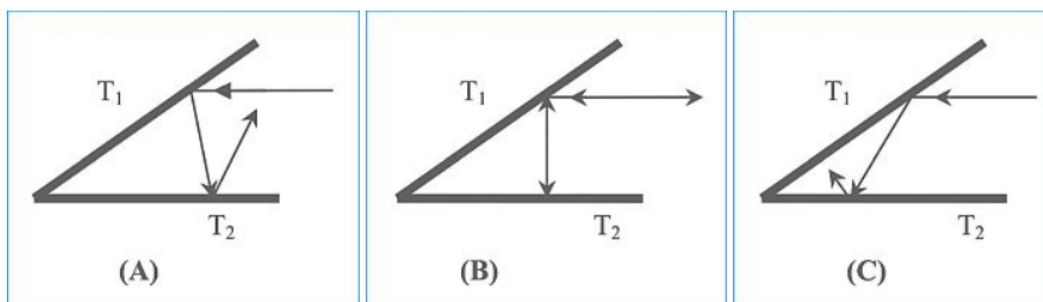
2, Egy átlátszó test sík felületére 60° -os beesési szögben érkező fénysugár részben visszaverődik, részben megtörik. A visszavert és megtört sugár egymással 90° -ot zár be. Mekkora a törési szög? *((2022 októberi Fizika emelt szintű írásbeli vizsga))*

- A) 30 fok.
- B) 45 fok.
- C) 60 fok.

3, A közegethatárra 30° fokos beesési szögben érkező fénysugár 60° fokos törési szög mellett halad tovább. Mekkora a második közegnek az első közegre vonatkoztatott törésmutatója? *((2011 októberi Fizika emelt szintű írásbeli vizsga))*

- A) $n_{21} < 0,5$
- B) $n_{21} = 0,5$
- C) $n_{21} > 0,5$

4, Két síktükör (T_1 és T_2) egymással 30° -os szöget zár be. Egy fénysugár T_2 -vel párhuzamosan az ábra szerint esik be. Melyik ábra mutatja helyesen a pályáját két visszaverődés után? (2006 május Fizika közép szintű írásbeli vizsga)



A) Az (A) ábra.

B) A (B) ábra.

C) A (C) ábra.

5, Egy hajó 510 nm hullámhosszú, zöld színű fénynyalábot bocsát ki a levegőben. Milyen színűnek és hullámhosszúnak látja a víz alatt lévő búvár a fénynyalábot? A víz levegőre vonatkoztatott törésmutatója $n = 1,3$. (2019 májusi Fizika emelt szintű írásbeli vizsga)

A) A vízbeli hullámhossz 510 nm, a búvár zöld színt lát.

B) A vízbeli hullámhossz ~ 390 nm, a búvár zöld színt lát.

C) A vízbeli hullámhossz ~ 660 nm, a búvár vörös színt lát.

6, Egy prizma fehér fényt bocsátunk, amit a prizma színeire bont. Ezután egy újabb prizmat helyezünk a 630 nm hullámhosszú, vörös, monokromatikus összetevő útjába. Melyik állítás igaz? (2020 májusi Fizika emelt szintű írásbeli vizsga)

I. A második prizmán a vörös fénysugár irányváltoztatás nélkül halad át.

II. A második prizmán a vörös fény már nem bomlik további összetevőkre.

A) Csak az I. állítás igaz.

B) Csak a II. állítás igaz.

C) Mindkét állítás igaz.

D) Egyik állítás sem igaz.