

EGRI SÁNDOR –
MÁNDY TIHAMÉR – VARGA KLÁRA

Fizikatanítás változó környezetben



DEBRECENI EGYETEM
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

Fizikatanítás változó környezetben

EGRI SÁNDOR
MÁNDY TIHAMÉR
VARGA KLÁRA



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrece University Press
2015

Szaktárnet-könyvek 20.

Sorozatszerkesztő:

Maticsák Sándor

Készült

a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009)
pályázat keretében

Lektorálta:

Ádám Péter

Technikai szerkesztő:

Tóth Anikó Nikolett

Borítóterv:

Nagy Tünde

ISBN 978 963 473 859 6

© A szerzők

© Debreceni Egyetemi Kiadó – Debrecen University Press,
beleértve az egyetemi hálózaton belüli elektronikus terjesztés jogát is.

Kiadta a Debreceni Egyetemi Kiadó, az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
www.dupress.hu

Felelős kiadó: Karácsony Gyöngyi
Készült a Kapitális Nyomdában, 2015-ben.

Tartalom

Bevezetés.....	5
----------------	---

1. Aktív tanulás

1.1. Fedezd fel a világot! Kísérletek alsósoknak 2–3.	7
1.2. Fedezd fel a világot! Kísérletek felsősöknek 5–6.	14
1.3. MÉRJ, számolj, rendszerez! Kísérletek fizikaórán 7–8.	22
1.4. Kísérletek és feladatok gimnazistáknak.....	29
1.5. Ez az én projektem.....	36
1.6. Kutatások haladóknak (a kutatómódszer alkalmazásai)	43
1.7. Mérések számítógéppel, mobiltelefonnal, tablettel	49
1.7.1. A tudás forrása a mérés	49
1.7.2. Videó analízis	50
1.7.3. Tablet, okostelefon.....	51
1.7.4. 3D – virtuális valóság.....	52
1.8. Szimulációk (órák Phet-tel).....	54
1.9. Fizikai játékok – gamification.....	50
1.9.1. Játék a véletlennel	60
1.9.2. Digitális kor – digitális játékok.....	63

2. Új tartalmak

2.1. Hogyan tanulunk: sémák, előzetes ismeretek, fogalmi váltás.....	67
2.2. A képletek hatékony tanítása.....	74
2.3. Modern tartalmak a fizikaórán: hálózatok (Barabási), anyagtudományok (nano anyagok, üvegszálak stb.), részecskefizika (cern).....	80
2.4. Modern tartalmak fizikaórán: relativitáselmélet, tér – idő.....	87
2.5. Hétköznapiak a fizikaórán: közlekedés, zene stb.....	93
2.6. Hétköznapiak a fizikaórán: Informatikai Kommunikációs Technológia	99
2.7. Mintatartalmak feldolgozása 1.	106
2.8. Mintatartalmak feldolgozása 2.	112
2.9. Mintatartalmak feldolgozása 3.	119

3. Digitális forradalom

3.1. Számonkérés: generatív kérdések, tudástér elmélet, más tudásreprezentációk	127
3.1.1. A számonkérés módszerei	127
3.1.2 Tanulási nehézségek és a tudás szerkezete.....	129
3.2. Tehetség gondozás és a lemaradók segítése kicsiknek (általános iskola): versenyek kicsiknek, mozgalmak.....	133
3.3. Tehetség gondozás és a lemaradók segítése nagyoknak A tehetség fogalma és jellemzői.....	140
3.4. Számítógép a tanításban: prezentációk, videók, adatbázisok, szemléltetési lehetőségek, youtube.....	146
3.5. Ingyenes szoftverek használata: adatábrázolás, kiértékelés, ábrák rajzolása	153
3.5.1. Szövegszerkesztés	153
3.5.2. Rajzolás, képek kezelése	154
3.5.3. Mérési adatok kiértékelése	157
3.6. Tantervek.....	159
3.7. Mikor – mit? Mit kellene megtanulni a különböző életkorokban?.....	165
3.8. A digitális bennszülöttek: változó gyerekek a fizikaórán	172
3.9. Tanulási módok, módszerek; az önálló tanulás, e-learning	178
3.10. A kooperatív módszer	185

Bevezetés

2014 őszén a Magyar Tudományos Akadémia pályázatot hirdetett meg. Ennek az volt a célja, hogy támogassa a természettudományos diszciplínák szakmódszertanának fejlesztését, illetve segítse tanításuk tudományos megalapozását célzó már folyó kutatásokat és új kutatóműhelyek létrejöttét. A fizika szakmódszertan feladata annak leírása, hogyan lehet a fizikai tudást gyermekeinknek átadni. Ha a hagyományokból indulunk ki, akkor a fizika szakmódszertan egyik fő területe a kísérletezésre való felkészítés, a tantervek megismerése vagy az óraterv készítés fortélyainak kitapasztalása. A jó szakmódszertani felkészültségnek segíteni kell a tanárjelöltet a sikeres tanításban. A fizikaoktatás módszerének nyilván elméleti alapokon kell nyugodnia. Ez az alap egyrészt a fizika tudománya, a fizikához kapcsolható tudományos ismeretek, a hétköznapi életben használt technikai eszközök működésének fizikai alapjai, a természeti jelenségek fizikai magyarázatai, amelyekkel a szakmódszertant tanuló diáknak elvileg rendelkeznie kell. A szükséges elméleti és gyakorlati háttér másik részét a kognitív pszichológia illetve a pedagógia jelenti. Az a mód, ahogyan az ember megismeri a világot. Hogyan működik az ismeretszerzés hardvere és szoftvere, mi történik az agyban, amikor tanulunk. Hogyan működik az intellektus, hogyan emlékezünk, gondolkodunk, figyelünk. Az oktatási módszernek másrészt gyakorlati kérdéseket is figyelembe kell vennie: Hány diák tanul egyszerre, milyen az előképzettségük, mért tanulnak, milyen a tanítás társadalmi környezete, milyen terem, tábla, eszközök állnak rendelkezésre.

Ha megvizsgáljuk, hogy mennyire sikeres a fizikai tudás átadása a következő generációknak mindenképpen indokoltnak tűnik a módszertan javítására tett erőfeszítés. A mérések azt mutatják, hogy a tudományos ismereteket gyermekeink nagyon kis százalékának vagyunk képesek átadni, egy jelentős rétegük kifejezetten áltudományos tévhiteket táplál, tudományellenes magatartást követ, vagy az elemi iskola előtti naiv magyarázatokkal próbál a világban boldogulni. Nem látszik biztosítottnak a tanárok utánpótlása sem, a diákok nem szeretik a tantárgyat, tanítani sem akarják. De ha meg is találjuk a jobb módszert, a megújulás folyamatosan

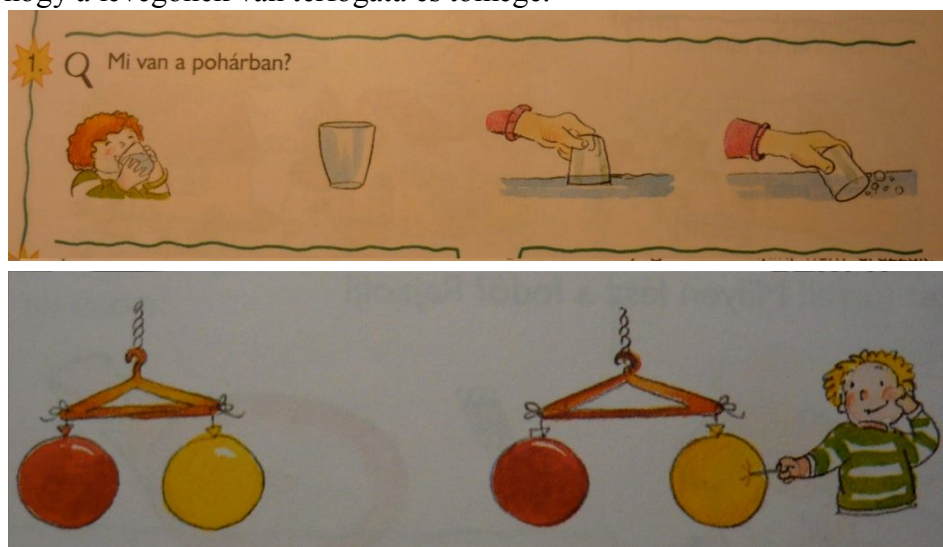
szükséges: rohamléptekkel fejlődik maga a fizika, egyre gyorsabb tempóban születnek az újabb tudományos eredmények, amelyek hamar megjelennek a hétköznapi életben is. A gyermekek újabb nemzedékei egyre jobban különböznek az előző generációktól például az információs és kommunikációs technológia elterjedése miatt. Ez utóbbi gyorsan változtatja az oktatás eszközparkját is.

Aktív tanulás

1.1. Fedezd fel a világot! Kísérletek alsósoknak 2–3.

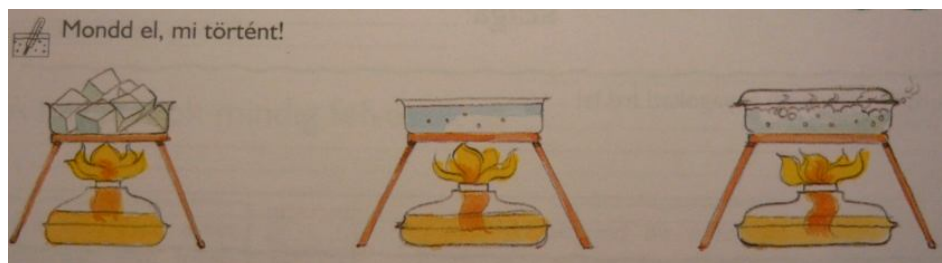
Az általános iskolában oktatott Természetismeret integrált tantárgy ötvözi a fizika, kémia, biológia és földrajz elemeit. A tanulók felé nem csak olyan alapismereteket nyújt, melyek nélkülözhetetlenek az említett tantárgyak későbbi önállósodásához, hanem kimunkálja azon képességeket és készségeket (megfigyelés, mérés, problémamegoldás stb.), melyek nélkülözhetetlenek az egyén fejlődése szempontjából. A természetismeret fizika tananyagának áttekintése alapján kimondható, hogy a fizika tudomány területéből jelen van a mechanika, a hőtan, az elektromosság és mágnesség.

Első ismerkedés a környezetben zajló fizikai folyamatokkal az 1. osztályban történik, mégpedig a hőtani jelenségek vizsgálatával (Gálné 1998). Itt a mindennapos tapasztalatok alapján a tanulók megfogalmazzák a szilárd, folyékony és légnemű anyagok tulajdonságait az alakjuk, formálhatóságuk tekintetében. Egyszerű kísérletekkel (1–2. ábra) igazolják, hogy a levegőnek van térfogata és tömege.



1–2. ábra

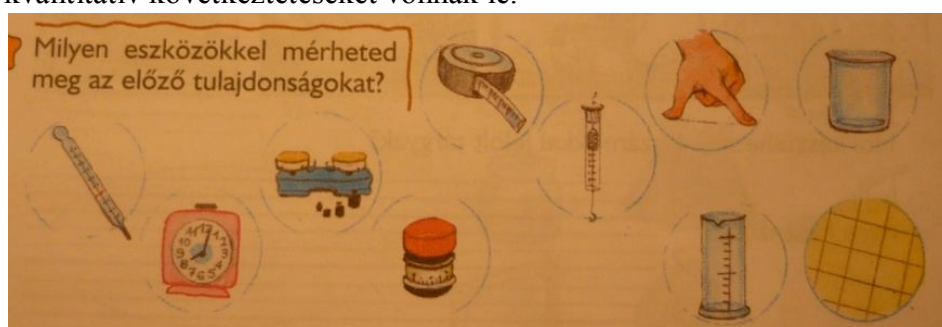
Jég melegítésével meggyőződnek arról, hogy a jég, a víz és a gőz ugyanaz az anyag, ami különböző hőmérsékleten különböző formában fordul elő (3. ábra). Így megtapasztalják, de még nem fogalmazzák meg a halmazállapot-változás jelenségét. A szakkifejezések bevezetése is elmarad, hisz nem az anyag halmazállapotáról beszélünk, hanem csak az anyag három formájáról.



3. ábra

Második osztályban a fizika ismereteinek bővítése koncentrikusan ráépül az előző évben tanultakra. Itt már egyértelmű következtetéseket vonnak le a tanulók az anyagok alakjuk és összenyomhatóságuk tekintetében, legyen az szilárd, folyékony vagy légnemű halmazállapotban (Miklovicz 2002).

Kísérletezés szempontjából igen fontos a „Mégmérjük a világot” című fejezet. Itt a tanulók számára egyszerű és érthető módon definiálják a mérés, mérőeszköz, mértékegység fogalmakat (4. ábra). Emellett fontos tapasztalatokra tesznek szert a hosszúság-, térfogat-, tömeg-, hőmérséklet-, valamint az idő múlásának mérésében. A diákok ebben témakörben végeznek először olyan méréssel egybekötött kísérleteket, melyek alapján kvantitatív következtetéseket vonnak le.



4. ábra

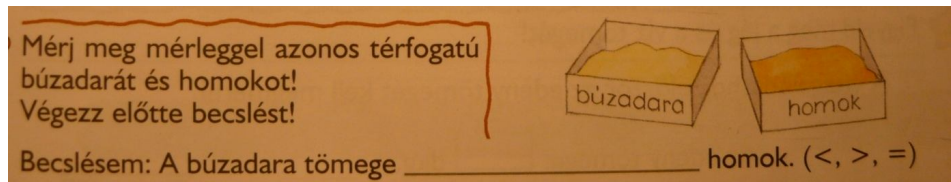
A legegyszerűbb mérés, amivel a 7–8 éves gyerekek már a mindennapokban is találkoztak – a hosszúságmérés. Feltehetően, másodikos korára nagyon sok iskolás mért már hosszúságot alkalmi mérőeszközzel: arasszal, rúddal, lépéshosszal. Ezeket a tapasztalatokat összesítik, kibővítik és egységesítik azzal, hogy megnevezik a hosszúságmérésre alkalmazott hivatalos mérőeszközöket és a mértékegységeket. A tankönyv nem csak definiálja a méter, deciméter, centiméter mértékegységeket, hanem meghatározza a közöttük fennálló arányokat is.

A hosszúságmérés továbbfejlesztése a térfogatmérés. A térfogat meghatározása a testek által kiszorított víz megfigyelése alapján történik (5. ábra). A térfogat mértékegységét, a litert azon folyadék mennyisége alapján határozzák meg, ami egy 1 dm élű kockába fér. Hasonlóan a hosszúsághoz, definiálják a decilitert és a centilitert.



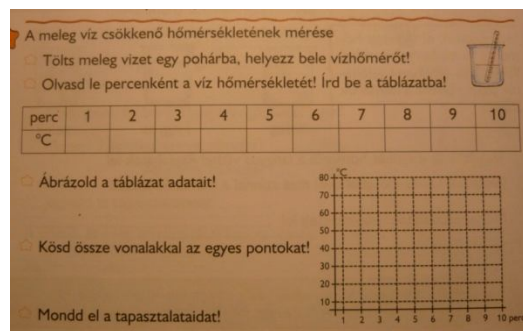
5. ábra

A tömeget a testben levő anyag mennyiségeként definiálja a tankönyv. A tömeg mértékegysége is bevezetésre kerül: ez a kilogramm, ami 1 liter víz tömege. A kisebb tömegek mérésére a dekagrammot, illetve a grammot használják a tanulók. A tömeg mérése során a tanulók igen fontos megállapításra tesznek szert: a test tömege függ az anyagától és a méretétől. Még hozzá az azonos anyagú testek tömege egyenes arányban van a térfogattal, a különböző anyagok azonos térfogatának más-más a tömege (6. ábra). Így el is jutottunk a sűrűség fogalmáig. Természetesen maga a fogalom nem kerül bevezetésre (ez később, a fizika keretein belül történik meg), de az összefüggés megfogalmazása fontos mérföldkő a definíció irányába.



6. ábra

A hőmérséklet az a fizikai mennyiség, amellyel az életünk során legközelebb szembesülünk. Mivel testünk állandóan küld jelzéseket a környezetünkben levő forró, illetve hideg tárgyokról, így gyakorlatilag egy hőmérő szerepét tölti be. Természetesen a tanulókkal tudatosítják, hogy testünk hőérzékenysége bizonytalan, ezért a pontos értékek megállapítására hőmérőt használunk. A 7–8 éves gyerekeknek szinte kivétel nélkül már van tapasztalata a hőmérő egyik változatának alkalmazásában – a lázmérő használatában. Néhány környezetükben levő test hőmérsékletének mérésével, illetve hőmérsékletváltozás megfigyelésével, valamint a mért adatok feldolgozásával táblázat vagy grafikon formájában (7. ábra) a diákok jelentős tapasztalatra tesznek szert a megfigyelés, kísérletezés, mérés területén.



7. ábra

A fizikai mennyiségeket leíró fejezet az idő mérésének megismerésével zárul. A kisiskolások megtanulják elválasztani a múltat a jövőtől, megismerik az idő mértékegységeit: óra, perc, másodperc, valamint a nap, hét, hónap, év egységeket. A tanulók meghatározzák ezen egységek közötti összefüggéseket, fejlesztik készségeiket az óra leolvasásában.

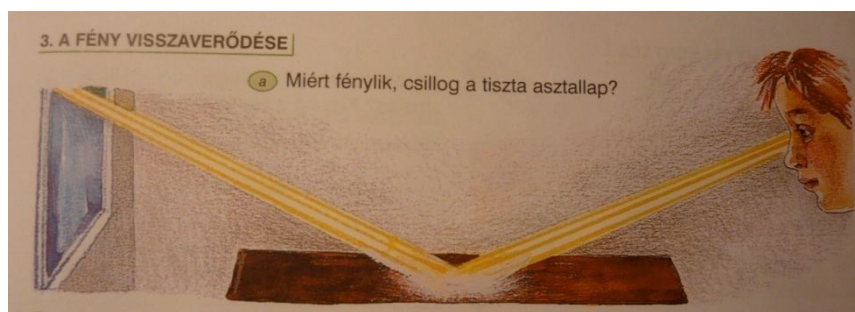
A 3. osztály tanulói már elemi szinten értelmezik a kölcsönhatás, munka, energia definíciókat (Miklovicz 1999). A mindennapi tapasztalatokból a kisiskolások már nagyon jól tudják, hogy a testek képesek egymáson változásokat létrehozni. Azt is megértik a tanulók, hogy az energiát átadó test az energiaforrás, míg az energiát felvevő test az energia felhasználó.

A „Kölcsönhatás – változás” és az „Energia” fejezetekben teljes mértékben érvényesül a Természetismeret tantárgy integrált jellege. A hétköznapi élet példáit megtárgyalva, vagy egyszerű kísérleteket elemezve a tanulók számára világossá válik, hogy sokféle kölcsönhatás és sokféle energia létezik. A diákok megfigyelik, hogy a kölcsönhatás során változik a testek hőmérséklete, mozgása (sebessége), helyzete, hogy a munkát végző ember elfárad, a sokáig világító elemlámpa elemei lemerülnek. A legmélyrehatóbb és a legtágabb fizikai ismereteket tartalmazó fejezet az általános iskola alsó tagozatán a 3. osztályban oktatott „A fény birodalma” elnevezésű témakör. A fényforrások jellemzésétől, a fény terjedésén, visszaverődésén, felbontásán át a fény elnyelésig a tanulók komplex ismereteket szereznek az optika területéről. Egyszerű kísérletekkel igazolják a fény egyenes vonalú terjedését (8. ábra), zavartalan áthaladását átlátszó anyagokon, illetve a fény erejének vesztesét áttetsző anyagon való áthaladásakor, valamint az árnyék keletkezését, ha a fény útjába átlátszatlan tárgy kerül.



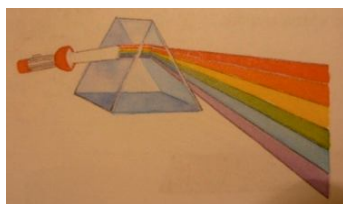
8. ábra

A fényvisszaverődés jelenségét a tanulók tükör segítségével tanulmányozzák. Felhívják figyelmüket a tükrre eső és arról visszaverődő fény irányára, amivel érzékeltetik a fényvisszaverődés törvényét (9. ábra). Természetesen, maga a törvény nem kerül megfogalmazásra. Arra is kitér a tankönyv, hogy megtárgyalja a fény elnyelését. E szerint a fehér felület sok fényt, míg a fekete kevés fényt ver vissza.

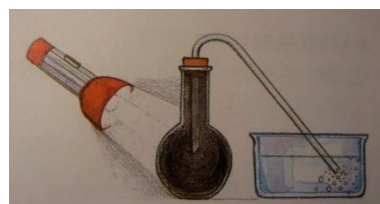


9. ábra

Igen látványos a tanulók számára a diszperzió vizsgálata. Ez prizma vagy ferdén vízbe merített tükör segítségével mutatható be. A megfigyelés során nem csak a fénysugár törése igazolható, hanem a fehér fény felbontása összetevőire is (10. ábra). Ezzel már meg is magyarázták a szivárvány keletkezését. A geometriai optika mellett egy kis fizikai fénytant is „csempészték” a tankönyvbe. Zseblámpával megvilágított kormozott lombikban levő levegőt felmelegítik, ami egyértelműen igazolja, hogy a fénynek van energiája (11. ábra). De ezt már nagyon sok tanuló amúgy is tudja, hiszen a napelemek elterjedése nem kerüli el a kisiskolások figyelmét sem (pl. a napelemes zsebszámológép).



10. ábra



11. ábra

A Természetismeret 3. osztályos tananyaga még egy fejezetben foglalkozik fizikai jelenségek, mégpedig a mágnes tulajdonságainak vizsgálatával. Iskolás korra a gyerekek már ismerik a mágnest és fő tulajdonságát: a vasat tartalmazó tárgyakra vonzó hatásának fejtését. De szemléletük fejlesztése szempontjából nagyon fontos a mágneses mező, mint erőter létezésének a definiálása. Hiszen a mágneses kölcsönhatást számunkra láthatatlan, érzékelhetetlen közeg közvetít, amit csak egy másik mágnes vagy egy vastest képes érzékelni.

A negyedik osztály természetismeret anyagának fizikai ismereteket tárgyaló fejezete, ami tartalmilag igen szerényre sikeredett, előkészítési szerepet tölt be. A mozgás és ezen belül a kör- és forgómozgás bemutatása egyértelműen azt a célt szolgálja, hogy felkészítse a tanulókat a Föld, illetve a Hold mozgásának megértésére (Miklovicz 2003). Egyszerű példákkal bemutatja, mi a különbség a forgás és a keringés között. A tanulók így könnyen levonhatják a konklúziót: ha a test egy kívülálló pont (tengely) körül kör vagy ellipszis alakú pályán mozog, akkor körmozgásról, illetve keringésről beszélünk (12. ábra). De ha ez a pont (tengely) a testen belül található, akkor forgásról van szó (13. ábra). Ezek után az iskolásoknak nem nehéz megérteni, hogy mikor forog, és mikor kering a Föld.



12. ábra



13. ábra

Felhasznált irodalom

- Gálné Domszlai Erika (1998): *Természet- és társadalomismeret 1. o.* Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (2002): *Természet- és társadalomismeret 2. o.* Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (1999): *Természet- és társadalomismeret 3. o.* Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (2003): *Természet- és társadalomismeret 4. o.* Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.

Ajánlott irodalom

- Inhelder, B. & Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig.* Akadémiai Kiadó, Budapest.

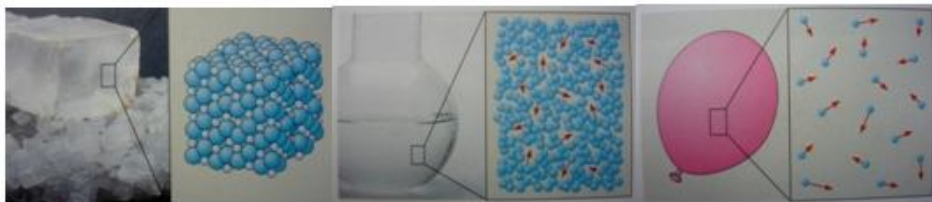
1.2. Fedezd fel a világot! Kísérletek felsősöknek 5–6.

Az 5–6. osztályos természetismeret, mint integrált tantárgy magába foglalja a fizika, kémia, földrajz, biológia tantárgyainak tananyagát. Mindkét osztályban erre a tantárgyra heti 2 órát szán az új NAT. A helyi tanterv alapján lehetőség nyílik az óraszámok módosítására heti 0,5–1 óra erejéig. A tanmenet vizsgálata alapján egyértelműen kimutatható, hogy a tantárgy tartalma messze nem arányosan oszlik a fizika, kémia, biológia és földrajz között. A fizika ismeretanyaga az alábbiak szerint jelennek meg a tantervben:

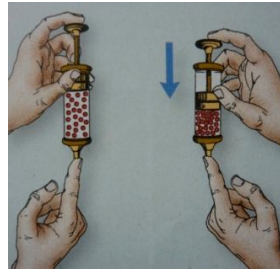
5. o. – 9 óra,

6. o. – 8 óra.

Az 5. osztályban a Természetismeret tantárgy mindössze 1 fejezetet, 15 oldalt szentel a tanulók fizikai ismereteinek bővítésére, ami az anyag és annak tulajdonságainak megismerése köré csoportosul. A tananyag nemcsak ráépül az alsó tagozaton szerzett ismeretekre, hanem bővíti is azokat (Jámbor 2014). Mivel az anyag három halmazállapotát már jól ismerik és megkülönböztetik egymástól a tanulók, ezért ezen a szinten már meg is magyarázzák a tankönyvírók a halmazállapotok szerkezetét az anyag molekuláris felépítéséből kiindulva. A részecskék kölcsönhatását és mozgását elemezve a tanulók könnyen megértik az anyag szerkezetét adott halmazállapotban, és megmagyarázzák makroszkopikus tulajdonságait alak- és térfogatváltozást illetően. Ezen elvek megértését nagymértékben elősegítik a szemléltető és könnyen értelmezhető ábrák (1. ábra). Az anyag szerkezetéből kiindulva, a tanulók könnyen meg tudják magyarázni a gázok összenyomhatóságát, amit egyszerű kísérlettel igazolni is tudnak (2. ábra).



1. ábra



2. ábra

Az anyag tulajdonságainak megismerése nem korlátozódik a három közismert halmazállapot formájára. Az anyag különleges tulajdonságait bemutató lecke a mágneses és az elektromos tulajdonságokat tárgyalja. Itt a tanulók találkoznak a világ szimmetrikus berendezkedésének egyik megjelenésével: a mágnesnek két pólusa van, az elektromos töltésből is kétféle van. Sőt, az is tudatosul bennük, hogy a szimmetria azonos oldalon állók taszítják egymást, míg az ellentétes oldalon állók között vonzás jön létre.

Az elektromos és mágneses tulajdonságok viszonylag részletes leírása azonban mellőzi a mágneses és elektromos mező kifejezéseket. Pedig mindkét kölcsönhatás szemléltetésénél a tanulók nem látják a közvetítő közeget, de érzékelik a jelenlétét. Sőt, a mágneses mező esetében a tankönyv kísérletet tesz az erőter szemléltetésére, meg is határozza a mező erősségének egyenlőtlenségét, iránytű alkalmazásával bemutatja a mező vonalainak (erővonalak) irányát. A mágneses kölcsönhatás esetében kísérleti úton tanulmányozzák a tanulók, hogy a mágnes nem minden anyagra képes kifejteni hatását (3. ábra). Az elektromos kölcsönhatást is egyszerű kísérlettel igazolják (4. ábra). A tapasztalatok alapján a két kölcsönhatás közötti különbség is meghatározható.



3. ábra

Az anyag kvalitatív tulajdonságainak bemutatását a testek kvantitatív tulajdonságainak elméleti és gyakorlati tárgyalása követi. A diákok részletesen tanulmányozzák a mechanikai és hőtani alapmennyiségeket. Csoportos feladatok elvégzése során gyakorlatra tesznek szert a hosszúság, térfogat, idő, tömeg, hőmérséklet mérésében, illetve e mennyiségeket jellemző mértékegységek használatában, beleértve a különböző átváltásokat. A mértékegységek használatában igen nagy előrelépést jelent, hogy a tanulók megtapasztalják a hatványok használatát. Így minden gond nélkül alkalmazzák a négyzetméter és a köbméter egységeket a terület és térfogat mérésekor.

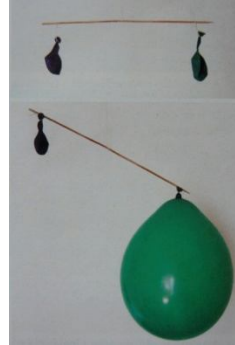
A mérések gyakorlása során egy igen fontos fizikai mennyiség meghatározására is sor kerül: ez a sűrűség. Igaz, a pontos definiálása elmarad, de a különböző anyagok (erre a célra a kísérletekhez vizet és olajt használnak) tömegének és térfogatának mérése során, valamint e mennyiségek összehasonlítása alapján szerzett tapasztalat lehetővé teszi a diákok számára a sűrűbb és a kevésbé sűrűbb anyagok megkülönböztetését. A tanulók azt is igazolják kísérletileg, hogy az olajréteg mindig a vízréteg fölött helyezkedik el. Természetesen a sűrűség kvalitatív megfogalmazása alapján a mértékegység definiálására sem kerül sor (5. ábra).



5. ábra

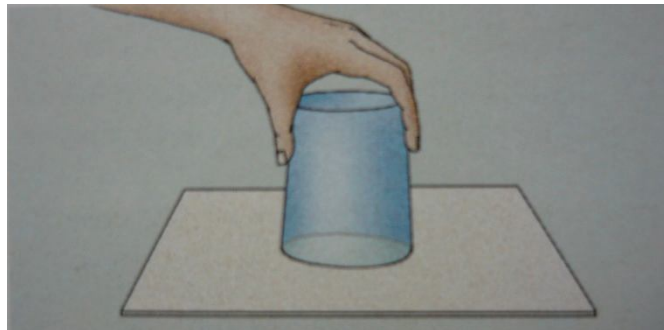
A víz tulajdonságainak tanulmányozása szorosan összekapcsolódik a hőmérséklet mérésével. A tanulók nemcsak mérési és kísérletezési készségeiket fejlesztik, hanem rendszerezik és kibővítik a halmazállapot-változásokkal kapcsolatos ismereteiket. Egyszerű kísérlettel győződnek meg a tanulók arról, hogy fagyáskor a víz tágul, vagyis nő a térfogata, sűrűsége pedig csökken. Ezzel meg is magyarázzák a jég úszását a víz felszínén.

A légnemű anyagok tulajdonságait a tanulók a levegő vizsgálata által sajátítják el. Egyszerű, de annál szemléletesebb kísérlet segítségével bizonyítják, hogy a levegőnek is van súlya, tömege (6. ábra). A léggömbbe zárt levegő részecskéinek mozgását és ebből fakadóan a léggömb falába történő ütközéseket elemezve, magyarázatot kapnak a diákok a gázok nyomására.



6. ábra

Kísérleti úton tapasztalják a tanulók, hogy a minket körülvevő levegőnek is van nyomása – ez a légnyomás, mely a pohárban levő vizet és a papírlapot tartja fenn (7. ábra). Azt, hogy a légnyomás a levegő súlyából származik itt még korai tárgyalni, de a légnyomás és a tengerszinti magasság közötti fordított arányú összefüggést már konstatálják. A levegő hő tágulását is kísérlettel igazolják, levonva azt a következtetést, hogy a kitégult levegő sűrűsége kisebb (8. ábra). Ezzel már meg is magyaráztuk a hólégballonok működését.



7. ábra



8. ábra

A 6. osztályban a Természetismeret tananyagából az előző évfolyamhoz hasonlóan úgyszintén 1 fejezet (13 oldal) jut a fizika ismereteinek továbbítására. A fejezet tanulmányozása során a diákok definiálják az alapvető kölcsönhatásokat: mechanikai, mágneses, elektromos, gravitációs, termikus (9. ábra), valamint elemi szinten ismereteket szereznek egyes energiafajtákról: mozgási, helyzeti, belső. Ezen kívül, az energia megmaradás elvét is megfogalmazzák (Fehér 2014).

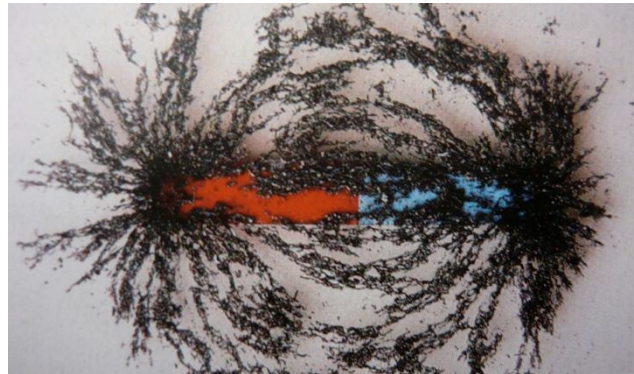


9. ábra

A kölcsönhatások megismerése a két test ütközése során létrejövő mechanikai kölcsönhatások tanulmányozásával kezdődik. A tanulók számára már itt világossá teszik a rugalmas és rugalmatlan ütközések közötti különbséget. De akár egyik, akár másik ütközés jön létre, ha megváltozik a test mozgásállapota, akkor ezt mechanikai kölcsönhatásként definiálják.

A mágneses és az elektromos kölcsönhatások tárgyalásában igen nagy előrelépést jelent a mágneses, illetve az elektromos mező megfogalmazása. Ezeket a mezőket a mágnes, illetve az elektromos töltés környezeteként definiálják, amit bizonyos segédeszközökkel ki lehet mutatni. Például, vasreszeléssel a mágneses mezőt (10. ábra), de az elektromos mező

szemléltetésének lehetőségére a tankönyv csak szóbeli utalást tesz. A gravitációs mező esetében a tankönyv már a mező irányával is foglalkozik: egy kötélre felfüggesztett test mindig a Föld középpontja felé mutat (*11. ábra*).



10. ábra



11. ábra

A termikus kölcsönhatás vizsgálata a tanulók hétköznapi tapasztalatira, illetve a korábban szerzett ismeretekre épül. A kérdés tárgyalása nem csak megfigyelésekre, kísérletekre, hanem mérésekre, eredmények feldolgozására épül. Az alapkészségek fejlesztése a hőmérséklet mérésének gyakorlásával, illetve a hőmérsékleti értékek leolvasásával kezdődik. E körben sok hasznos feladatot tartalmaz a munkafüzet. Magát a termikus kölcsönhatást a diákok különböző hőmérsékletű és mennyiségű víz elegyítésével, de nem összekeverésével (a különböző hőmérsékletű víz külön edényben van, amit egymásba helyeznek) vizsgálják (*12. ábra*). A mért hőmérsék-

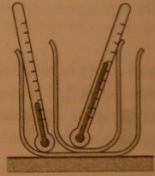
letváltozást táblázat és grafikon formájában dolgozzák fel. Ez alapján a kölcsönhatás konklúziója és egyértelműen megfogalmazható. Sőt, még tovább is lehet lépni. Mert logikus következtetésnek látszik, hogy a közös hőmérséklet kialakulása függ a kezdeti hőmérséklettől, az anyag tömegétől és minőségétől. A tanulókat arra is rávezetik, hogy egy test melegítésekor intenzívebb lesz a részecskék mozgása.

3. Két különböző méretű főzőpohár közül a nagyobbba tölts 2 dl hideg vizet, a kisebbbe ugyanannyi meleg vizet! Mérd meg, és jegyezd le mindkét vízmennyiség hőmérsékletét!

Állítsd a meleg vizes poharat a hideg vízbe! Fél percenként mérd meg mindkét víz hőmérsékletét, miközben folyamatosan kevergeted!

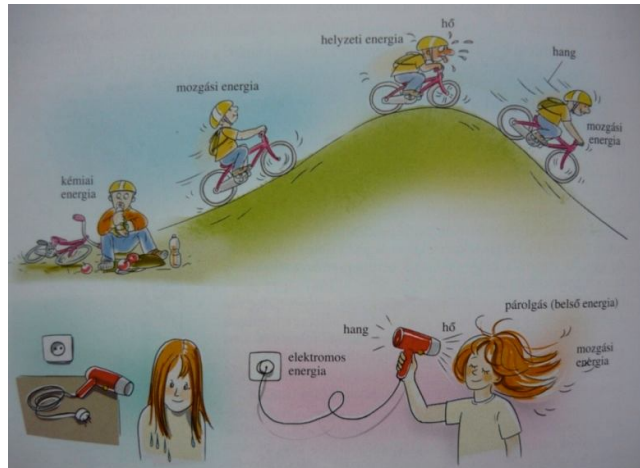
Mérési adataidat írd be a táblázatba!

Idő (perc)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Hideg víz (°C)									
Meleg víz (°C)									



12. ábra

A fizika ismereteinek bővítése a 6. osztályban az energia fogalmának tárgyalásával zárul. Maga a fogalom nem kerül definiálásra, de egy ábra segítségével a tankönyv bemutatja az energiakülönböző fajtáit és az egymásba alakulásukat kölcsönhatások során (13. ábra).



13. ábra

Felhasznált irodalom

Jámbor Gyuláné & Kissné Gera Ágnes & Vízvári Albertné (2014): *Természetismeret 5.* Mozaik Kiadó, Szeged.

Fehér Andrea & Jámbor Gyuláné & Kissné Gera Ágnes, Vízvári Albertné (2014): *Természetismeret 6.* Mozaik Kiadó, Szeged.

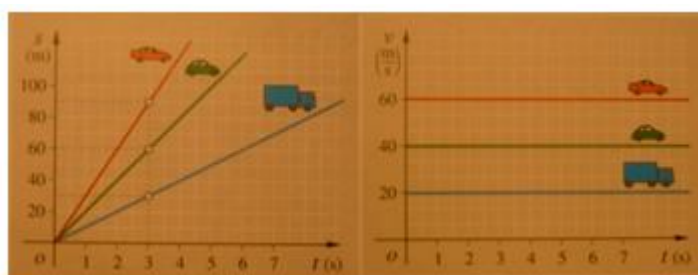
Ajánlott irodalom

Inhelder, B. & Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig.* Akadémiai Kiadó, Budapest.

1.3. Mérj, számolj, rendszerez! Kísérletek fizikaórán 7–8.

A rendszerszerű fizika tanítása az általános iskola 7–8. osztályában valósul meg. A tanulók életkori sajátosságaihoz igazodva a két év tananyaga tartalmazza a mechanikát, hőtant, elektromosságot és mágneseséget, beleértve a fénytant. Első lépésként a tanulók rendszerezik ismereteiket az anyag belső szerkezete, valamint a testek mérhető tulajdonságival kapcsolatban. A diffúzió jelenség és Brown-mozgás segítségével alátámasztják az anyag részecske, más néven korpuszkuláris szerkezetét.

Az alapvető kölcsönhatásokról szerzett korábbi ismereteket úgyszintén összefoglalja, rendszerezi és kibővíti a tankönyv. Céltudatosan vannak csoportosítva a mechanikai és termikus, valamint a gravitációs, elektromos és mágneses kölcsönhatások (Bonifert 2009). Hiszen, míg az első csoportba tartozó kölcsönhatások során a testeknek érintkezniük kell egymással, addig a másik csoport kölcsönhatásaiban résztvevő testek mező által fejtik ki hatásukat. A kinematikai ismereteket a legfontosabb definíciókkal vezetik be a tankönyvírók. Ilyenek a haladó és forgó mozgás, pálya, út, elmozdulás. Az egyenletes mozgást tárgyalva a sebesség fogalmát szóban és képlet formájában is definiálják. A tanulókkal a m/s és a km/h közötti összefüggéseket is megértetik. A test mozgását út-idő és sebesség-idő koordináta-rendszerben ábrázolják. A diákok megértik, hogy a v-t grafikonon a gyorsabb test mozgását meredekebb egyenes mutatja. Sőt, a meredekség mértéke alapján a sebességeket egymáshoz viszonyítani is megtanulják (1–2. ábra).

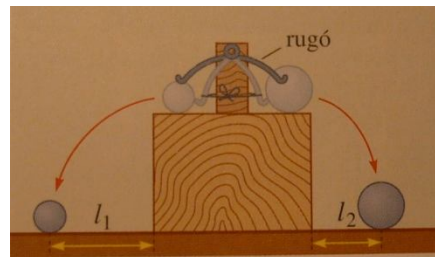


1. ábra

2. ábra

A dinamika alapjainak tárgyalása Newton törvényeinek, illetve a legismertebb erőfajták ismertetésére összpontosul. A tehetetlenség törvénye és az inerciarendszer definiálása igen logikusan valósul meg néhány lé-

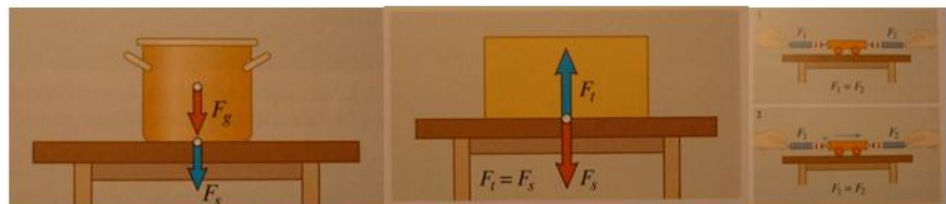
pésben. A kiindulási pont a kölcsönhatás. Ha nincs kölcsönhatás, akkor a test mozgásállapota nem változik. De ez csak az inerciarendszerre igaz. Itt mindenképp érdemes lenne megemlíteni a hétköznapokból ismert gyorsuló rendszereket: fékező vagy kanyarodó autókat. Ha viszont van kölcsönhatás, akkor a mozgásállapot-változás mértéke függ a test tehetetlenségétől, tömegétől (3. ábra). Ezzel a megközelítéssel már elő is készítettük Newton II. törvényét.



3. ábra

A tömeg, mint a tehetetlenség mértékének definiálása általában problémamentes szokott lenni. Az sem okoz nehézséget a tanulóknak, ha megismerik és megkülönböztetik a tömegmérés dinamikai és sztatikai módszerét. Számukra elég egyértelmű, hogy a gyakorlatban melyik az elterjedtebb módszer és miért.

Newton II. törvényét a tanulók kvalitatívan ismerik meg, tulajdonképpen nem is nevezik nevén a törvényt. Leírása az erő definiálását szolgálja. Egyben előkészíti a gravitációs erő és a test súlyának kiszámítását is. Így a tanulók könnyen megértik, miért 10 N a súlya az 1 kg tömegű nyugvó testnek. Az alátámasztás, illetve a felfüggesztés látványosan megmagyarázza mi a közös és mi a különbség gravitációs erő és súly között (4. ábra).



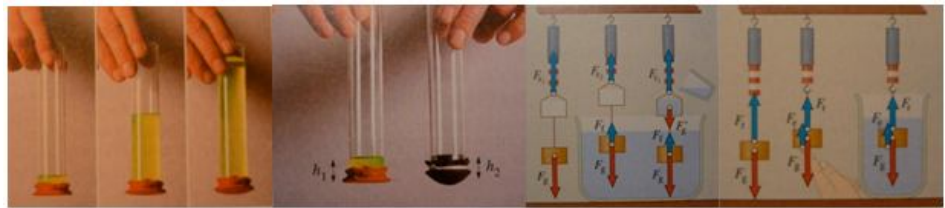
4. ábra

5. ábra

6. ábra

A rugós erőmérő használatára épül Newton III. törvényének bemutatása. Itt viszont nyomatékosan ki kell hangsúlyozni, hogy az ellenerő nagysága megegyezik az erő nagyságával (5. ábra). Több éves tapasztalat azt mutatja, hogy a tanulók zöme hajlamos azt feltételezni, hogy az ellenerőnek nagyobbnak kell lennie, mint az erőnek. Igen logikusan, az erő-ellen-erő tárgyalását az erők együttes hatásának elemzése követi. Azt is mondhatnánk, hogy ez a szuperpozíció elvének és a dinamika alaptörvényének együttes, kvalitatív ismertetése. Egyszerű kísérletekkel értetik meg a diákokkal a tankönyv szerzői, hogy a két azonos nagyságú, ellentétes irányú erő hatására a test sebessége állandó vagy zérus (6. ábra).

A nyomás tárgyalását az anyag három halmazállapota esetében külön-külön érdemes levezetni. A legegyszerűbb eset a szilárd testek által kifejtett nyomás. A tanulók könnyen ki tudják számolni egy szabályos test súlyát (nyomóerejét) és ez alapján a kifejtett nyomást. A folyadékok esetében is ezt a logikát követi a tananyag: szabályos alakú edénybe töltött folyadék térfogata – tömege – súlya – nyomása sorozatos számítás alapján a tanulók könnyen megértik a hidrosztatikai nyomás lényegét. Ha a hidrosztatikai nyomás képletét nem is vezetik le, de kísérleti úton könnyű igazolni, hogy a folyadék nyomása egyenes arányban van a sűrűségével és a rétegvastagságával (7–8. ábra).



7. ábra

8. ábra

9. ábra

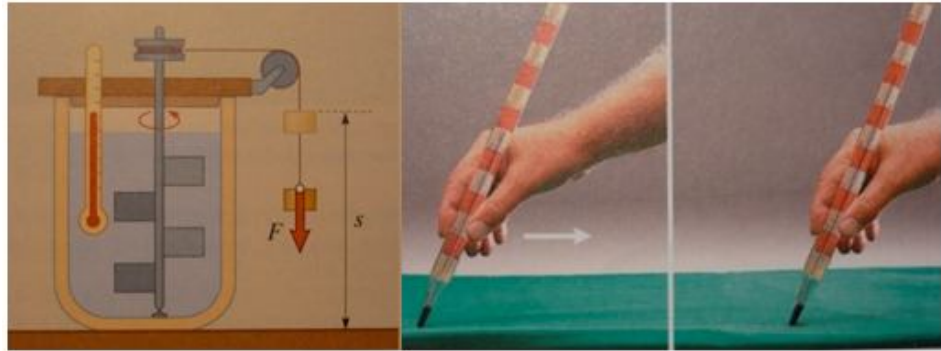
10. ábra

A hidrosztatikai nyomás egyik fontos következménye a felhajtó erő létrejötte. Egy szemléltető kísérlettel mutatják be, hogy a folyadékba eresztett testre felhajtóerő hat, aminek nagysága megegyezik a kiszorított folyadék súlyával (9–10. ábra).

Az energia fogalmának bevezetése a kölcsönhatás ok-okozati összefüggéseinek feltárására épül. Míg korábban csak a kölcsönhatás során végbement változásokat vizsgálták a szerzők, itt az energiával kapcsolatosan már a testek változtató képességét elemzik. Ez azt jelenti, hogy egy kölcsönhatás során az egyik test leadja az energiát, míg a másik felveszi.

És meg is fogalmazzuk az energiamegmaradás törvényét. Néhány energiafajtát a tankönyv meg is nevez: mozgási, rugalmas, belső.

A munkavégzés és a munka fogalmának ismertetése a lehető legegyszerűbben, de a háttérben mély fizikai tartalommal bíró módszerrel történik: súrlódási munkával növeljük a test belső energiáját (hőmérsékletét) (11. ábra). Hidegben ezt már óvodás korban alkalmazzák a gyerekek kezük felmelegítésére. A lényeg, hogy a tanulók megértik: a munkavégzés egyenlő az energiaváltozással (12. ábra).



11. ábra

12. ábra

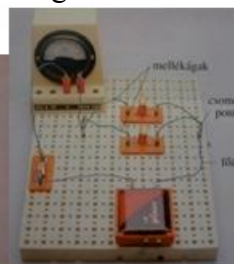
A 7. osztályos fizika utolsó témaköre a hőtani jelenségek ismertetésével foglalkozik. A hőterjedés három formájának bemutatásával egyúttal tudatosítják, a diákokkal hogyan lehet e jelenségek előnyeit erősíteni, a negatívumokat pedig mérsékelni. A különböző halmazállapotú anyagok hőtárgulásának elemzése a hétköznapi tapasztalatokra, valamint néhány egyszerű kísérletre épül. A jelenség kvalitatív leírása teljesen korrekt, szinte a képleteket oda lehet képzelni. A halmazállapot-változások megfogalmazásánál a grafikonok elemzése sokat segít, hisz leolvasható, hogy a melegítés ellenére az anyag hőmérséklete nem nő. Ilyenkor igen hasznos megbeszélni a tanulókkal, hogy olvadáskor vagy forráskor a grafikon vízszintes szakaszán mely ponton milyen arányban van a víz-jég, vagy a víz-gőz keverék.

A 8. osztályos fizika tananyaga az elektromosságtant és a fénytant öleli fel (Bonifert 2006). Mindkét fejezet elsősorban a gyakorlati tapasztalatok áttekintésére és összefoglalására épít, valamint a tanulók életkori sajátosságaihoz igazodva feltárja e gyakorlati ismeretek elméleti háttérét. Így az elektromos jelenségek tárgyalása a molekula és az atom szerkezetének ismertetésével indul. A tanulóknál tudatosul az elemi töltések létezése és azok főbb tulajdonságai: a proton helyzetkötöttsége és az elektron mozgé-

konysága (szabad elektronok létezése). Ez alapján mindenképp megérdemel egy magyarázatot az a tény, hogy a pozitív töltésű testet miért elektronhiánnyal jellemezzük és nem protontöbblettel. Az elektromos áram fejezetének tanításakor széleskörű lehetőségek nyílnak a tanulói kísérletezésre. Különböző eszközkészletek állnak a tanár rendelkezésére, hogy begyakoroltassa a diákokkal az egyszerű áramkörök összeszerelését (13–14. ábra). A tanulónak tapasztalatot kell szerezni a soros és párhuzamos kapcsolás létrehozásában, az ampermérő és a voltmérő áramkörbe történő bekapcsolásában. Ezek a tapasztalatok nagymértékben hozzájárulnak a különböző kapcsolások tulajdonságainak megismeréséhez.

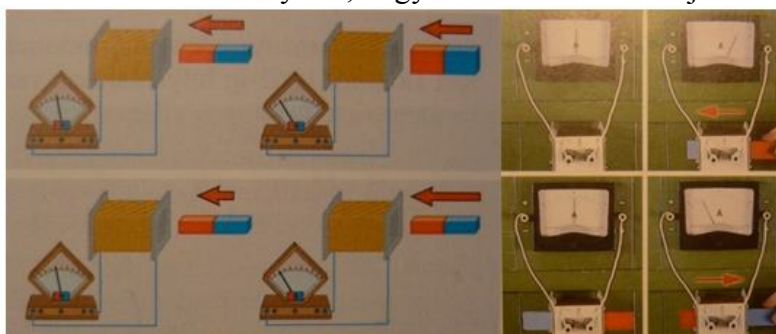


13. ábra

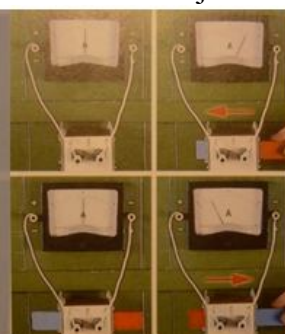


14. ábra

Az elektromágneses indukció témakör ismeretanyagának túlnyomó részét kísérletekkel be lehet mutatni (15–16. ábra). A kísérleti tapasztalatokat csekély tanári útmutatással maguk a diákok is össze tudják foglalni. Ez képezheti is a tananyag elméleti részét. Külön érdemes kihangsúlyozni, hogy a változó mágneses mező létrehozásának technikailag a legegyszerűbb megoldása a tengelye körül forgó mágnes (17. ábra). Ezért a generátorok, dinamók és az aggregátorok áramfejlesztése a forgómozgásra épül, aminek következménye az, hogy váltakozó áramot fejlesztenek.

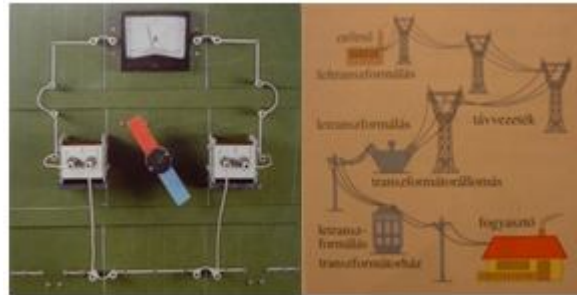


15. ábra



16. ábra

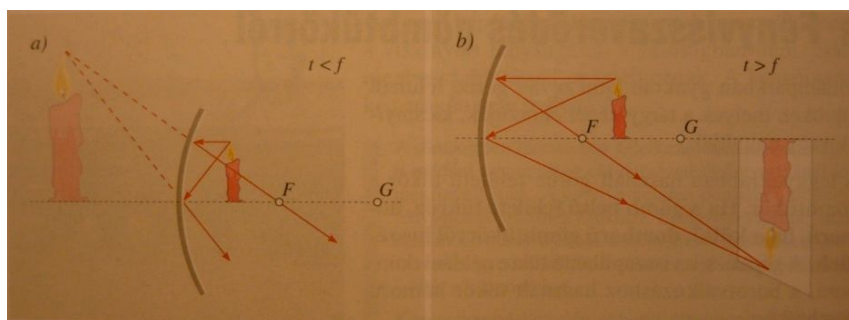
Összességében a váltakozó áram előállítását, szállítását és felhasználását bemutató fejezet kiemelkedő jelentőséggel bír a tanulók műszaki szemléletének kialakításában, erősítésében (18. ábra). Nem csak a hétköznapiakban használt elektromos eszközök működési elvét és gyakorlati szerepét ismerik meg, hanem az elektromos energia előállításának, szállításának és felhasználásának rendszerét is. Mind e mellett a tankönyv gyakorlati utasításokkal látja el a tanulókat az elektromos áram biztonságos felhasználása érdekében.



17. ábra

18. ábra

A 8. osztályos fizika utolsó nagy fejezete a fénytannal foglalkozik. A fény tulajdonságai bemutatásakor igen fontos tudományos szempontok kerülnek előtérbe. A tanulók már itt szembesülnek az anyag kettős természetével: megismerik a foton, mint a fény parányi részecskéjét, másrészt a foton egy olyan részecske, amelyben az elektromos és a mágneses mező folytonos egymásba alakulása megy végbe. A diákoknak egyértelműen meg kell érteni a fény legfontosabb tulajdonságát, hogy részecskéi – a fotonok – energiát szállítanak és kölcsönhatásra képesek. A fény sugároptikai tulajdonságainak elemzése a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényeire épül. A képkalkotás begyakorolása a tanulók absztrakt gondolkodását, illetve geometriai szerkesztésekben való jártasságukat fejleszti. Holott a képszerkesztés elve igen egyszerű, mégis nagyon sok tanulónak jelentős problémát okoz. Azt még megtanulják, hogy egy pontból két tetszőleges sugarat kell indítani a tükörrre (lencsére) és alkalmazni kell a fényvisszaverődés (fénytörés) törvényét: ahol a visszavert (megtört) sugarak, vagy azok meghosszabbításai metszik egymást, ott lesz a pont tükörképe (19. ábra). De a rutinszerű alkalmazáshoz sok gyakorlásra van szükség.



19. ábra

A hullámoptika kevésbé jelenik meg a tananyagban, de fontos ismereteket tartalmaz. Megfogalmazza a fehér fény összetett tulajdonságát. Így a tanulók számára tudományosan is megalapozza a tankönyv, miért látjuk a szivárványt, vagy miért látunk szivárványképet a cd-ről visszavert fehér fény esetében. De azt is megértik, miért látjuk színesnek a minket körülvevő testeket. Néhány mondatban a színkeverés „titkait” is felfedi a tankönyv. Bár nagyon sok diák már megtapasztalta a színkeverést különböző számítógépes programok alkalmazása során.

Felhasznált irodalom

- Bonifert Domonkosné & Halász Tibor & Kövesdi Katalin & Miskolczi Józsefné & Molnár Györgyné & Sós Katalin (2009): *Fizika 7. Mozaik* Kiadó, Szeged.
- Bonifert Domonkosné & Halász Tibor & Kövesdi Katalin & Miskolczi Józsefné & Molnár Györgyné & Sós Katalin (2006): *Fizika 8. Mozaik* Kiadó, Szeged.

Ajánlott irodalom

- Dobóné Tarai Éva (2004): *Gyermektudományos elméletek az égéssel kapcsolatban*. Középiskolai Kémiai Lapok, 31 (2), 186–194.

1.4. Kísérletek és feladatok gimnazistáknak

2012-ben életbe lépett az új NAT, ami ellentétben a 7–8. osztályos fizikatanítással már érintette a gimnáziumi fizikaoktatást is. A 2012/13-as tanévtől a 9. évfolyamtól kezdődően felmenő rendszerben a fizikát az új követelményeknek megfelelően tanítják. Ez a változás egy régi hiányosságot pótol: 9. évfolyamon tárgyalja a folyadékok és gázok mechanikáját. A korábbi középiskolai tantervekből ez a fejezet kimaradt.

A 9. osztályos fizika felépítése követi a klasszikus struktúrát: kinematika – dinamika – munka, energia – folyadékok és gázok mechanikája (Csajági 2014). Bevezetésként a tananyag egy áttekintést (összefoglalást) ad a kísérletről, a mérésről, a fizikai mennyiségekről és a mértékegységekről. A kinematika fejezet szerkezete nem tér el a megszokottól: alapfogalmak ismertetése, egyenletes mozgás, változó mozgás, hajítások, körmozgás.

Az egyenletes körmozgás tanítása mindig is komoly kihívást jelentett a fizikatanár számára. Pedig a kör- és forgómozgás jelenléte a hétköznapjainkban igen számottevő. Gondoljunk csak az autó motorját vagy a centrifugát jellemző fordulatszámra. De még egyszerűbb, ha az idő múlását a Föld forgásához vagy keringéséhez viszonyítjuk. Ennek ellenére a sok új fogalom (szögelfordulás, periódusidő, fordulatszám, kerületi sebesség, szögsebesség) és a mértékegységeik ismertetése a tanulókkal egy lecke-ben (1 óra alatt) nehéz feladat. Első lépésként a szögelfordulás fontosságát célszerű kiemelni. Egyszerű példával illusztrálnám: egy karóra és egy toronyóra perc mutatójának a végpontja negyedóra alatt különböző utat tesz meg, de mindkettő 90° -os szögelfordulást tesz meg. A másik fontos elem a radián fogalmának a bevezetése. Ha a diákok megértik, hogy egy teljes körforduláshoz miért $6,28$ radián szögelfordulás tartozik, akkor meg is alapoztuk az egyenletes körmozgás kinematikai leírását. Ettől a ponttól már könnyebb lesz a továbblépés.

A dinamika tárgyalása Newton törvényeinek ismertetésével kezdődik. A törvények leírásában új megközelítéseket lehet felfedezni. Így, a tömeg fogalmának bevezetése azon alapul, hogy a testre ható erő nagysága és a test gyorsulásának nagysága között egyenes arányos összefüggés van. Ez alapján a testre meghatározott F/a hányados állandósága jellemzi a test egyik legfőbb tulajdonságát – a tehetetlenségét, melynek mértéke a tömeg.

Egy másik változás a dinamika alaptörvényeinek leírásában a lendület fogalmának és a lendületmegmaradás törvényének bevezetésének helye a tananyagban. Míg korábban a lendületváltozásra épült Newton II. törvénye, addig az új tananyagban Newton III. törvénye alapján vezetik le a lendületváltozást, a lendület definícióját és a lendületmegmaradás törvényét.

A természetben előforduló legismertebb erőfajták tanulmányozása a dinamika igen fontos szegmensét képezi. Fontos, hogy a tanulók tisztában legyenek ezen erőfajták természetével és szerepükkel a test (testek) mozgásában. Csak így fogják tudni helyesen alkalmazni az erő törvényeket konkrét esetekben és felírni a mozgásegyenletet. Egyik leggyakrabban fellépő erő a nehézségi erő és a súlyerő (a súly). Épp ezért a test súlyának változását gyorsuló rendszerben célszerű lenne egy liftben történő mozgása során vizsgálni, nem egy kötélén mászó ember esetében (ahogyan ez a kidolgozott feladatban látható). Nehéz elképzelni az ember gyorsulását kötélmászás közben. Nem beszélve arról, hogy szinte minden diák tapasztalta súlyának változását gyorsuló liftben.

Pozitívumként kell megemlíteni, hogy Hooke-törvény ismertetésekor a megnyúlást vektornak tekintik a szerzők. Ezzel egyértelműen megmagyarázható a képletben szereplő negatív előjel. Amit viszont túlzásnak kell tekinteni, az a lejtőn mozgó test leírása trigonometrikus függvények alkalmazásával. Egy 9. osztályos tanulónak ennek megértése komoly nehézséget jelent.

Az egyenletes körmozgás dinamikáját vizsgálva a tanulók könnyen megértik a centripetális erő szerepét ennek a mozgásfajtának a fenntartásában. A tananyag arra is kitér, hogy ennek az erőnek a szerepét különböző erőfajták tölthetik be: tapadási erő, kényszererő, gravitációs erő. Sajnos, a hétköznapiokból jól ismert centrifugális erő magyarázatával a tankönyv adós marad. Ezzel ellentétben, a szilárd testek rugalmas alakváltozásait részletesen bemutatja a tankönyv. Ha a nyújtást, ami Hooke-törvény egy bonyolultabb változatával elmagyarázható, még meg is értik a diákok, de a lehajlást, nyírást, csavarást a tankönyvben leírt összetett képletek és ábrák alapján elmagyarázni nem könnyű feladat.

A munka, energia, teljesítmény témaköröket ismertető fejezet kellő alaposággal tárja fel a fogalmakat. A munkavégzés leírásánál a tankönyv részletezi az erő és az elmozdulás különböző irányainak a lehetőségét. A munka grafikonos ábrázolása alapján rávezeti a tanulókat a lineárisan vál-

tozó erő munkájának kiszámítására, ami nagy segítséget nyújt a feszítési munka meghatározásánál.

A fejezet az egyszerű gépek gyakorlati használatának elemzése zárja. A munkavégzés és energiaváltozások leírásának ez egy igen logikus lezárása. A diákok egy életre megtanulják és a gyakorlatban alkalmazni tudják majd azt a szabályt, hogy bármilyen egyszerű gép használatával az erő kifejtésben nyerhetünk, de a munkavégzésben nem.

A 9. osztályos fizikát a folyadékok és gázok mechanikájának tananyaga zárja le. A fejezet megjelenése a tananyagban egy régi elvárásnak tesz eleget. Ennek megfelelően a fejezet tartalma kellő alapossággal lett ki-munkálva: mind a sztatikai, mind a dinamikai tulajdonságok leírása jelen van a tankönyvben. A testek úszása, merülése vagy lebegése a felhajtóerő és a súlyerő összevetése alapján határozható meg. A folyadékba merülő testre ható felhajtóerőt a tankönyv a testre alulról és felülről ható nyomó-erők különbözetekeként definiálja. A tanulók számára egyértelmű, hogy a felhajtóerő, mint vektor függőlegesen felfelé mutat, de nem tüntették fel egyetlen egy ábrán sem az erőt, sem annak támadáspontját.

A hidrodinamikai tananyag a Bernoulli-törvény és alkalmazása köré épül. Ennek legismertebb esete a repülőgép szárnyaira ható aerodinamikai felhajtóerő. Erről az erőről egy részletes leírást tartalmaz a lecke, de sokkal hatásosabb lett volna egy ábrát mellékelni. Az aerodinamika mindenki által tapasztalt leggyakoribb jelensége a közegellenállás. Ennek ismertetése átkerült ebbe a fejezetbe az erőtanból és külön leckét ölel fel. Ez lehetővé tette, hogy a közegellenállásnak nem csak a hátrányait, hanem előnyeit is bemutassa a tankönyv. Sajnos, egyik legelterjedtebb alkalmazása a közeg-ellenállási erőnek – az ejtőernyőzés leírása nem kapott helyet a tankönyvben.

A 10. osztályos elektrosztatika fejezet felépítése mondhatni, szinte leckéről leckére azonos, mint a korábbi években volt (Dégen 2014). Az eltérések minimálisak, és első sorban abban érzékelhetőek, hogy a tankönyv terjedelmének növekedése során több kísérleti illusztráció, fizikatörténeti és gyakorlati hasznosítási leírás kapott helyet.

Az elektromos mező munkájának levezetése is egy kicsit bonyolult sikeredett. Azt hiszem, a legtöbb tanár beéri az erővonalakkal párhuzamos töltésmozgás elemzésével, nem taglalják a bonyolultabb ferde mozgás esetét. Az erővonalakra merőleges mozgás esetében magától adódik a zé-

rus munkavégzés. Itt mindenképp érdemes párhuzamot vonni a homogén gravitációs és elektromos mezők matematikai leírásának hasonlósága között.

Az elektromos áram fogalmának kialakításakor mindig felvetődik az áram folyásának és az elektronok mozgásának ellentétes iránya, amit gyakran tudományon belüli megállapodással magyaráznak. Ebben az esetben a legegyszerűbb, ahogyan ezt a tankönyv is megtette, fizikatörténeti eseményekkel indokolni ezt a kettősséget és célszerű kiemelni, milyen nehéz lenne ezen a furcsaságon változtatni (ahogyan szinte lehetetlen Angliában áttérni a jobboldali közlekedésre).

Az egyenáram témakörének egyik legfontosabb fogalma – az ellenállás kettős jelentőséggel bír. Ezt a tananyag aprólékosan körülírja, hozzájárulva a tanulók műszaki szemléletének kimunkálásához. Hiszen, az átlagember nem is gondolja, hogy naponta hányszor érinti meg az ellenállást, mint elektrotechnikai alkatrészt (mondjuk, a hangerő szabályozásakor). Viszont, az ellenállás, mint fizikai mennyiség, mely az anyag azon tulajdonságát jellemzi, hogy akadályozza a rajta áthaladó töltés mozgását több figyelmet érdemelne: definíció szintre kellene emelni a tananyagban. A feszültség és az áram hányadosa csak ez ellenállás kiszámításának módja, nem meghatározása.

A 10. osztályos tankönyvbe a mágnességéből csak a természetes mágnesek és az elektromos áram mágneses mezője, valamint a Lorentz-erő került be az új NAT szerint. Ez mindössze három lecke. A mágneses mező tudományos vizsgálatára a jól bevált iránytű helyett magnetométert használunk. Ennek oka a tanulók számára mindig is egy nehezen értelmezhető feladat volt. Az új tankönyv, a korábbiakkal ellentétben kellő részletességgel indokolja, hogy a magnetométer nem csak a mező irányát, hanem a nagyságát is képes meghatározni.

A hőtani folyamatok tanulmányozására két fejezetet szán a tankönyv. Az elsőben a szilárd testek és a folyadékok hőtágulását, valamint a gázok állapotváltozásait vizsgálja a tananyag, míg a második fejezetben a molekuláris hőelméletet tanulmányozza. A bevezető leckében a hőmérsékletről és hőmennyiségekről tanultakat foglalják össze a diákok számára. Itt kerül bevezetésre a Kelvin-skála. Sajnos, az abszolút nullapont létezésének az indokolására csak később kerül sor. Pedig a tanulók már rendelkeznek anynyi ismerettel, hogy megértsék, miért is van alsó határa a hőmérsékletnek.

A gázok állapotváltozása a tanárok számára egy hálás témakör. A tanulók már rendelkeznek olyan tapasztalatokkal, hogyan zajlanak a termé-

szetben ezek a jelenségek. Egyszerű kísérleteket is könnyű bemutatni. Elég egy lezárt, de üres PET palackot kitenni az ablakba (a hidegre), és az összehúzódása máris igazolja Gay-Lussac I törvényét. Vagy egy léggömb összenyomásával igazolhatjuk Boyle-Mariotte törvényét. A tankönyv is számos fizikatörténeti, illetve egyszerű eszközökkel megvalósítható kísérleti példát említ. Az egyesített gáztörvény leírásánál a tananyag, a korábbi szokásoktól eltérően, a képletnek azt a változatát is bemutatja, amely figyelembe veszi a gáz tömegének változását is.

A molekuláris hőelmélet bevezetése az új tankönyvben egy sajátos megoldással történik. Az ideális gáz nyomásának kinetikus képletéből levezetésre kerül a Boltzmann-állandó és az egy molekulára jutó átlagos mozgási energia. Ennek az összefüggésnek a szerepe a tanulók tudományos szemléletének formálásában tölt be fontos szerepet. Hisz egyértelműen kimutatja, hogy amit mi hőmérsékletként érzékelünk, az a részecskék esetében csak nagyobb mozgási energiát, vagyis sebességet jelent. Itt célszerű megjegyezni azt is, hogy hőmérsékletről beszélni csak részecskék sokasága esetében lehetséges, egy részecskének nincs hőmérséklete.

A 11. osztályos fizika tartalmát a rezgések és hullámok (mind mechanikai, mind elektromágneses), a fénytan, az atom- és magfizika, valamint a csillagászat alkotják (Dégen és Elblinger 2014). A mechanikai rezgések és hullámok tanulmányozásának előfeltétele a diákok részéről a trigonometriai felkészültség. Ez csak 10. évfolyam végére valósul meg, de még így is sok tanuló bizonytalan a szögfüggvények használatában. A harmonikus rezgőmozgás tanulmányozásának alapja a körmozgás leírása. A két mozgásfajta közötti összefüggés megértése nem egyszerű feladat a diákok számára. De nagyon sok számítógépes szimuláció található az interneten, amelyek hatásosan feltárlják a két mozgás közötti azonosságot. Egyértelművé válik, hogy egy körfordulásnak egy teljes rezgés (hullám) felel meg, és mind ez egy periódus alatt történik. Vagyis a szögelfordulás és az idő múlása között egyenes arányosság áll fenn. A kitérés (sebesség, gyorsulás) és az idő (szögelfordulás) között viszont, trigonometrikus, azaz szinuszos vagy koszinuszos függvény.

Az elektromágneses indukció ismertetése széles körű lehetőséget nyújt a tanár számára kísérletek bemutatása terén. Azok a kollégát, akik nem zárkóznak el az e fajta tevékenységtől, jól tudják, hogy a témakörhöz kapcsolódó kísérletek szinte hibamentesen végezhetőek el. Mind a nyugalmi, mind a mozgási indukció, de az önindukció jelenségének kísérleti elem-

zése és a tapasztalatok elméleti összefoglalása már teljes mértékben lefedi a tananyagot. Így a tanulók átérezhetik a kutatás, felfedezés örömeit.

Az elektromágneses indukció gyakorlati alkalmazásának a fontosságát mi sem jelzi pontosabban, mint az, hogy ez a jelenség az alapja a váltakozó áram előállításának és az elektromos hálózat létezésének. Amit tisztázni kell a tanulókkal, az annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy miért váltakozó áramú a hálózat és nem egyenáramú? A váltakozó feszültség jellemzése már könnyebb a diákok számára, hiszen matematikai leírása nem tér el a rezgőmozgás és a hullámmozgás leírásától. Ami viszont a tapasztalat szerint nehézséget fog jelenteni az átlag tanulóknak, az a kapacitív és induktív ellenállást tartalmazó váltakozó áramkör tanulmányozása.

Az elektromágneses rezgések és hullámok ismertetésekor kiemelt figyelmet érdemes fordítani az elektromágneses hullámok színeképek elemzésére. A hullámok egyes csoportjaival külön-külön már találkoztak a diákok (mikrohullám, UV-sugarak, röntgensugárzás, látható fény stb.), de csak most tudatosul bennük, hogy ezek a hullámok azonos szerkezetűek, csak más-más hullámhosszal rendelkeznek.

Az fénytani jelenségek tárgyalása felöleli mind a sugároptikát (geometriai fénytán), mind a hullámoptikát (fizikai fénytán). Az új tankönyvekben egyértelműen látható a tananyag tartalmi eltolódása a geometriai fénytán irányába. Az atom- és magfizika tananyagának megértése új gondolkodásmódot igényel a tanulóktól. A makrovilág tanulmányozásából a mikrovilág megismerésébe történő átmenet nem csak a méretben, tömegben, töltésben stb. parányi értékekhez való igazodást jelenti, hanem egy szemléletbeli átállást is igényel. A modern fizikát leíró törvények egyfelől ráépülnek a klasszikus fizika elméleteire, másfelől jelentősen eltérnek a tanulók által korábban megismert elvektől. Ezzel a tankönyvírók is tisztában voltak, ezért lépésről lépésre vezetik be a diákokat a kvantumfizika rejtelseibe, aprólékosan és részletesen elmagyarázva az új fogalmakat.

Az atom szerkezetének ismertetése a fizikatörténetiség elvét követi: az ókori atommodelltől a Thomson- és Rutherford-féle atommodellen át a Bohr atommodellig. Bár a Bohr-posztulátumok megfogalmazása kissé körülményesre sikeredett (a két alapfelvetésből a szerzők hármak alkottak), összességében a diákok számára átlátható és érthető a tananyag. Nem terheli őket, például az atom hullámmodelljével. Sőt, biztosan lesznek olyan kollégák is, akik a tankönyvből kimaradt de Broglie-összefüggések alap-

ján az elemi részecskékhez rendelhető hullámhossz számításokat is végeztetnek a diákokkal.

A magfizika tananyagának tartalma az atomenergia előállítása és felhasználása köré csoportosul. Már a bevezető leckékben is a tankönyv szerzői kiemelt figyelmet fordítanak az olyan meghatározó fogalmakra, mint a tömeghiány (tömegdefektus), kötési energia, radioaktivitás, bomlási sorok, maghasadás. Néhány nehézkes fogalom ismertetése, mint például az egy nukleonra jutó kötési energia, viszont kimaradt a fejezetből. Így a tanulók számára egy elméletileg kellően megalapozott, de jól értelmezhető, technikai orientáltságú tananyag áll rendelkezésre.

A jövőnkét illetően, az energiabiztonság megteremtését a tudomány, és ezzel együtt a tankönyv szerzői is a fúziós energiatermelésben látják. Ennek megfelelően kellő részletességgel ismertetik a fúziós erőmű felépítésének elvét, megvalósításának perspektíváit. Így a tanulók képet kapnak arról, hogy a fizika iránt elkötelezettek közül kerülnek ki azok a tudósok, mérnökök, akik a századunk közepére indíthatják be az első ipari fúziós erőművet és szinte korlátlan energiaforráshoz juttatják az emberiséget.

Felhasznált irodalom

- Csajági Sándor & Dr. Fülöp Ferenc (2014): *Fizika 9*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó Zrt.
- Dégen Csaba & Póda László & Urbán János (2014): *Fizika 10*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó Zrt.
- Dégen Csaba & Elblinger Ferenc & Simon Péter (2014): *Fizika 11*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó Zrt.

Ajánlott irodalom

- Korom Erzsébet (1997): *Naiv elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanításában*. Magyar Pedagógia, 97 (1), 19–41.

1.5. Ez az én projektem

A projektmódszer megszületése a 20. század eleji amerikai reformpedagógusok, Dewey és Kilpatrick nevéhez fűződik. A módszer jelentősége abban van, hogy a gyerekek tapasztalataira épít, amely a tanulás legfontosabb forrása. Ugyanakkor, ahogy a gyerekek belépnek az iskolába, megszűnik a világ komplexitása. Megjelennek a tantárgyak, amelyek külön-külön tartalmazzák az ismeretanyagokat, csak néha kapcsolódnak össze, azaz hiányzik a tantárgyak közötti kapcsolat. A „*régimódi nevelés jellemző hibái, a tananyag passzív elfogadása, a gyerekek mechanikai összerúfolása és az anyag és a módszer túlságos uniformizálása. Mindez röviden abban foglalható össze, hogy a súlypont a gyermek körén kívül esik*” (Dewey 1912). Dewey meg akarta változtatni ezt az elképzelést az 1896-ban Chicagóban megnyitott kísérleti iskolájában. Az ő iskolájában a világ összefüggő, a tananyag integráltan tervezett. A tanulnivaló mennyisége talán kevesebb, mint a hagyományos iskolában, de minőségileg értékeesebb és egységesebb világméretet nyújt. „*Ez egy olyan átalakulás, forradalom, amely bizonyos tekintetben hasonlatos ahhoz, amikor Copernicus az égitestek középpontjává a Föld helyett a Napot tette meg. Ebben az esetben a gyermek lesz a Nap, amely körül a nevelés mindennemű eszközével forog.*” (Dewey 1912).

Ebben az iskolában a tanulók saját tevékenységük, tapasztalatszerzésük alapján tanultak. Következtetéseiket az iskolában szerzett és a már meglévő tapasztalataik általánosításából vonták le, megtanultak gondolkodni. Ez a tanulási-tanítási módszer motiváló hatással volt a tanulókra, a tanár szerepe csak az irányítás volt. Szerinte a gyerekek motiváció nélkül nem figyelnek, a motiválásnak a cselekvés a legjobb módja. Így Dewey iskolájában a tanulás a cselekvések sora, az iskolában, a tanítási órákon a tanulók aktív cselekedtetése dominált. Dewey pragmatikus filozófiája szerint a gondolkodás a gyakorlatból és a tapasztalat által nyer tartalmat. A tanulók a gyakorlati tevékenység során ismerkednek meg a világ dolgaival, alakítják ki értékeiket, fejlesztik tudásukat, illetve gondolkodásukat.

A Dewey pedagógiai elvein alapuló projektmódszer elterjedésében nagy szerepe volt W. H. Kilpatrick *A projektmódszer* című könyvének, mely a reformpedagógia egyik legújabb írása volt. Szerinte úgy kell tanítani a gyerekeket az iskolában, hogy figyelembe kell venni tapasztalataikat, képességeiket, érdeklődésüket. Szerinte a projekt „*minden célvezérelt*

tapasztalatszerzés, minden célirányos tevékenység, amelyben az uralkodó elképzelés határozza meg a tevékenység célját, rendezi el folyamatát és adja motivációs erejét". Hortobágyi Katalin meghatározása némileg célratörőbb: „*A projekt egy sajátos tanulási egység, amelynek a középpontjában egy probléma áll. A feladat nem egyszerűen a probléma megoldása vagy megválasztása, hanem a lehető legtöbb vonatkozásnak és összefüggésnek a feltárása, amely a való világban az adott problémához organikus kapcsolatban áll.*” (Hortobágyi 1991)

A projektmódszer definíciója nem kialakult, de általában elfogadott tény, hogy nemcsak egy tanulási technika, pedagógiai módszer, hanem a tanulók személyiségfejlesztésének, illetve nevelésének egy sajátos, igen hatékony eszköze.

Hogyan épül fel egy projekt?

A projekt elkészítése az alábbi lépésekből áll:

- témaválasztás,
- tervekészítés,
- adatgyűjtés,
- a téma feldolgozása,
- a termék, produktum összeállítása,
- a projekt értékelése,
- a termék, produktum bemutatása (Hegedűs 1998).

Témaválasztás

A projekt témáját úgy válasszuk meg, hogy az kapcsolódjon a szűkebben vett tananyaghoz és a tankönyvben szereplő ismeretekhez. A tartalma köthető legyen a tantervhez, ugyanakkor túlmutathat az elsajátítandó tananyagon. A téma megválasztását bízunk a tanulókra, az ő érdeklődési körüknek, életkori sajátosságuknak megfelelőnek kell lennie. Legfeljebb ötletet, javaslatot adjunk. Lehet egy adott fizika téma, mely csak erre a szaktudományra épül, lehet komplexebb, mely átölel több szaktudományt. Lehet elméleti témájú, de lehet gyakorlati, kísérleti, mérési, esetleg kutatási is. Általában egy-egy témát több tanuló dolgoz fel, de előfordulhat önálló témafeldolgozás is. Elképzelhető olyan projekt is, amely pl. több osztály tanulójának közös munkája vagy több iskola tanulójának összedolgozásával készül.

Tervkészítés

A projekt tervét általában a tanárral együtt szokás elkészíteni, de a főszereplők ebben is a tanulók legyenek. Arra figyelniük kell, hogy minden résztvevő megtalálja benne a neki megfelelő, őt érdeklő feladatot, javaslataikkal, ötleteikkel segítsék a terv elkészítését. Mivel a résztvevők nem biztos, hogy azonos képességűek lesznek, ezért ügyelni kell arra, hogy a kiválasztott vagy kiadott feladat elkészítése sikerélményt nyújtson mindenkinek.

Adatgyűjtés

Ez a feladat már nagyobb kihívás elé állíthatja a tanulókat. Történhet irodalmazással, mely könyvek, folyóiratok áttanulmányozását jelenthetik, történhet elektronikus irodalmak felkutatásával, azok kijegyzetelésével. Fel kell hívni a figyelmet arra is, hogy minden esetben a könyv, a folyóirat, a cikkek, az internetes oldalak, cikkek címét, írójának nevét, a kiadót és a kiadás évét mindenképpen jegyezzék fel. Erre a kidolgozás során szükségük lesz. Az adatgyűjtés történhet könyvtárban, esetleg intézetekben, intézményekben, stb. Ebben a munkában sem szabad a tanulókat magukra hagyni, segíteni, ellenőrizni kell őket.

A téma feldolgozása

A projektmunka egyik izgalmas része a téma feldolgozása. Ebben a fázisban tulajdonképpen minden tanuló a saját maga által összegyűjtött anyagokat, adatokat dolgozza fel saját elgondolása szerint. Elvégzik az esetleges méréseket, kísérleteket, az eredményeket kiértékelik, utóbbit természetesen lehet számítógépes program segítségével is végezni. Természetesen segítséget kérhetnek egymástól, tanáraiktól, szüleiktől feladatuk minél eredményesebb elkészítéséhez. Ha több tanuló feladata összefügg, akkor azt érdemes közösen feldolgozni. Így hatékonyabb lesz munkájuk, jobban tudják egymást ösztönözni, tanulnak egymástól.

A produktum összeállítása

Ez a munka a tanulók közös tevékenysége, a tanár csak segítőként vesz részt ebben. A tanulók összeszerkesztik, logikusan összedolgozzák saját eredményeiket, saját munkájukat. Segítenek egymásnak. A produktum lehet dolgozat, ismeretterjesztő előadás, egy téma ppt-s feldolgozása, vi-

deós bemutatása, mérés-, kísérlet- és annak elvégzése, eredményeinek bemutatása, stb.

Produktum bemutatása

A produktum bemutatása történhet tanítási óra keretén belül, de azon kívül is. Mindkettő jelentősége abban van, hogy a programban részt nem vevő tanulók belelátnak a többiek munkájába, tapasztalatot gyűjthetnek, kérdéseket tehetnek fel a program résztvevőikhez, javaslatokat tehetnek, ötletet meríthetnek, kedvet kaphatnak hasonló feladatok elvégzéséhez. A bemutatás közös legyen. Minden tanuló ismertesse saját feladatát, saját eredményét, tapasztalatát. A bemutatás formája függ a produktum előbb említett tartalmától.

A projekt értékelése

Minden résztvevő értékeli saját tevékenységét, eredményét, majd a többiek is szóljanak hozzá egymás munkájához, beszámolójához. A közönség is mondjon véleményt az elkészített produktumról. Ebben az esetben lesz kerek egész a közösen elvégzett munka. Így fejlődik a tanulók önértékelése, empátiája, vitakészsége, mások értékelésének elfogadása, esetleges saját hibájuk felismerése. Várhatóan a projektmunka közelebb hozza egymáshoz a tanulókat.

Összefoglalva a projektmunka igazából közös munka, de ugyanakkor önálló tevékenység is. Közös, mert több tanuló többféle tapasztalatából, tevékenységéből, megközelítéséből, illetve tehetségéből „áll össze” a produktum. Ugyanakkor egyéni, hiszen a résztvevők a saját érdeklődésük, tempójuk, elképzelésük, képzettségük alapján vesznek részt a közös munkában. Egy jó projekt esetén a tanárnak nyitottnak, jó partnernek, alkalmazkodónak, a gyerekek ötleteit, javaslatait helyesen mérlegelő, elfogadónak kell lennie. A projektmunka vállalása a tanár részéről sok többletmunkát jelent. Ugyanakkor látva a tanulók lelkesedését, kitartó, önzetlen és sikeres munkáját, elfeledteti velük a fáradságos munkát.

Hogyan alkalmazható a projektmódszer Fizika Szaktáborban?

A Nyíregyházi Főiskola egykori Fizika- és Kémia Tanszéke fő szervezője kb. 30 éve a nyári Fizika és Kémia Szaktábornak. 2013 nyarán két vállalkozó szellemű hallgató kipróbálta a projektmunkát ebben a táborban az egyik fizikás csoporttal. A tanulók a 7. osztályt végezték el abban az évben. A tábori foglalkozáson általuk még nem tanult ismereteket sajátí-

tottak el. Így még nagyobb kihívást jelentett számukra és nekünk is az új program kipróbálása.

Mivel már az első alkalommal érdeklődők voltak a tanulók, ezért elhatároztuk, hogy kipróbáljuk velük a projektmódszert, és a kooperatív technika valamelyik fajtáját.

A tábor első napjának délutánján a szálláshelyünkön megkértük a fizika tanulókat, alkossanak háromfős csoportokat, mert ilyen formában fognak dolgozni egy-egy választott témán, amelyet a hét folyamán kell feldolgozniuk. Az utolsó délután pedig beszámolnak az elkészített munkájukról. Szakkönyveket, rajzeszközöket, rajzlapokat, illetve internet hozzáférést biztosítottunk számukra. A csoportok a tagok közötti munkamegosztást maguk döntötték el. Elvárásunk volt a folyamatos munka, és mindenki aktív részvétele a feladat végrehajtásában. Ezt a táborban ellenőriztük is. Nem volt semmi gond, hiszen a témák és a feladatok tetszettek a gyerekeknek. Az ismerős volt számukra, hogy a fizika tanulásához információt gyűjtsenek írott- és elektronikus anyagból, azt viszont újdonságként kezelték, hogy rajzolgatnak, ragasztgatnak, posztert készíthetnek.

Az alábbi témák közül választhattak a csoportok:

1. Galvánelemek és működésük
2. Távcsövek és felfedezésük
3. A szivárvány keletkezése
4. A villám és védekezés ellene
5. Szent Elmo tüze

Nem befolyásoltuk a csoportokat a téma kiválasztásában. Ha szükséges volt, a felmerülő kérdésekre válaszoltunk. Ilyen volt, hogy milyen formában dolgozzák fel a témákat? Ötleként adtuk: lehet plakátot, posztert készíteni, lehet érdekes történetet eljátszani, rövid előadást tartani, ha tudnak, kísérleteket elmondani, bemutatni. Kis tanakodás után eldöntötték, mely csoport mely feladatot választja. Feldolgozták a 2. a 4. és az 5. témát.

Délutánonként szabad idejükben és az esti órákban foglalkoztak a feladatok megoldásával. Nem sok dolgunk volt, mert a kapott irodalmakból, és az internet segítségével önállóan dolgoztak. A tábor utolsó délutánján mind a három csoport beszámolt az elvégzett munkáról. A *Távcsövek és felfedezésük* című témával kapcsolatban az alábbiakat beszéltek meg: legyen szó a

- távcsövek fajtáiról, a felfedezőkről,
- távcsövek felépítéséről, szerkezetéről,
- alkalmazásairól.

Az ezt a témát választó csoport egyik tagja előadást tartott a távcső felfedezéséről, fajtáiról, alkalmazásáról, az általuk előállított kép tulajdonságairól, röviden összefoglalta Galilei és Kepler munkásságát. Posztert készítettek az általuk megemlített távcsövekről, megrajzolták a nevezetes sugárnyalábok segítségével azok működését, képet ragasztottak a tudósokról és távcsövükről.

Ügyes volt az előadó és szép plakátot készített a csoport. Megemlítettük, hogy még gyűjthettek volna információt a Newton féle távcsőről, valamint a tükrös távcsövekről is.

A Villám és védekezés ellene című témához a következők megemlítését választották a tanulók:

- a villám keletkezése,
- fajtái,
- a villám tulajdonságai, hatása az emberi szervezetre,
- védekezés ellene.

A második csoport is készített plakátot. Az eredeti terv minden részét feldolgozták. Rajzot készítettek, színezték, ragasztottak, még Faraday kalitkát is rajzoltak egy madár védelmére. A tanulók előadást is tartottak a témáról, és készítettek egy egyszerű Faraday kalitkát, amely működött is. Mivel kicsit hiányos volt az előadás, így közösen összefoglaltuk a téma lényegét, pontosítottuk a keletkezés és a lezajlás elméletét. Beszélgettünk a villámcsapás veszélyeiről, illetve arról, milyen hatása lehetséges az emberi szervezetre. Együtt kitértünk a villámhárító szerepére is.

A Szent Elmo tüze című téma feldolgozásánál a következőkre gondoltak a tanulók:

- Érdekességek az elnevezésről,
- keletkezése és annak magyarázata,
- előfordulása.

Mindenki nagy érdeklődéssel várta a harmadik csoport bemutatóját, mert Szent Elmo tüzeréről kevesen hallottak. Úgyesen összefoglalták a tanulók a jelenség névadójáról olvasottakat. Ők is készítettek egy plakátot, amelyen feltüntették elképzelésüket, illetve két képpel illusztrálták a csú-

csok közelében létrejövő kisüléseket Itt is a tanulókkal közösen összefoglaltuk a jelenség elméletét.

Nagyon élvezték a tanulók a feladat elvégzését, mert ilyet még nem csináltak. Szívesen bűvárkodtak, kísérleteket, képeket kerestek, ügyesen gyűjtötték össze az anyagot a poszterek és az előadások elkészítéséhez. A bemutatók is jól sikerültek, csak az előadásokat kellett több esetben kiegészíteni. Nagyon örültek a gyerekek, hogy az elkészített plakátokat kítettük a folyosó falára, így a társaik is megnézhatték azokat.

Felhasznált irodalom

- Dewey., J. (1912): *Az iskola és a társadalom*. Lampel R. Kk. 35.
- Dewey, J. (1976): *A nevelés jellege és folyamata*. Budapesti Tankönyvkiadó.
- Hegedüs G. (1998): *A projekt módszer elmélete*. Kecskemét Hírös Akadémia.
- Hortobágyi Katalin (szerk.). *Projekt kézikönyv*. IFA-OKI (1991)
- Hortobágyi Katalin (1991): *A projekt módszer*. Iskolakultúra, 5.
- Radnóti Katalin, Nahalka István, Poór István, Wágner Éva (2002): *A fizikatanítás pedagógiája*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Szira J.: *A projekt módszerről* Oktatókutató és Fejlesztő Intézet Tempus Közalapítvány melléklete.

Ajánlott irodalom

- Radnóti Katalin & Nahalka István & Poór István & Wágner Éva (2002): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

1.6. Kutatások haladóknak (a kutatómódszer alkalmazásai)

A kutatómódszer (Inquiry Based Learning) egyike azoknak a múlt században kifejlesztett tanulásszervezési módoknak, amelyek erősen épít a diákok aktív közreműködésére (Active Learning).

Az, hogy az egész oktatási folyamatot a diákok felfedező tevékenységére lehet építeni erősen vitatott, különösen a kognitív pszichológia emberi megismeréssel kapcsolatos újabb eredményeinek birtokában (Kirschner 2006).

A diákok önálló, vizsgálódó tevékenysége azonban tagadhatatlanul és mindig része volt az oktatásnak. Az alapvető ismeretek megtanulása után a megoldandó feladatok és elvégzendő mérési gyakorlatok jelentik a hagyományos oktatásban azokat a területeket, ahol a biflázást a kutató szellemű, kreatív tudásalkalmazásnak kell felváltania. Nem véletlenül menekül sok diák az ilyen tevékenységtől. A kutatás – akárcsak a minőségi tanulás – komoly erőfeszítést igénylő, energiaigényes folyamat (Wiemann 2008), amelyhez elengedhetetlen a megfelelő motiváció megléte. Megfelelő motivációt jelenthet, ha a kutatási téma a diákot valóban érdekli, felkelti a kíváncsiságát, esetleg olyan területhez kapcsolódik, amelyet maga is szívesen művel hobbiként. Megfelelő motivációt jelenthet a kutatás során megszerezhető és jól eladható, megbecsült szakértői tudás, vagy a kiemelkedő tudás révén biztosítható jobb életminőség.

Ha a diákokat kutatási tevékenységbe szeretnénk bevonni, akkor néhány dologra figyelni kell:

Kutatni általában megfelelő előismeretek birtokában lehet. A kutatás előtt a diákoknak bizonyos ismeretekkel, módszerekkel rendelkezniük kell.

A tanárnak bizonyos mértékben vezetnie kell a folyamatot (guided inquiry). A teljesen szabad kutatásra csak kevés diák képes, alkalmas, bár kétségtelenül vannak ilyenek. Ekkor a tanár csak itt-ott szól bele a folyamatba, egy-egy ponton dob fel újabb javaslatokat, mutat meg egy-egy számolást.

A kutatómódszer alkalmazása során az egyik legnehezebben megszokható újdonság a következő: A hagyományos tanár-diák munka során a tanár általában kérdez, a diák válaszolni próbál, és azonnali értékelést kap. Jól van, ügyes vagy! – mondja tanár, ha a diák válasza megfelel a tananyagnak. A kutatási folyamat során az azonnali jó-rossz visszajelzés kerülendő, ez lényegében csírájában folytja el a kutatás szellemiségét.

Több okból is. Egyrészt azért kutatunk valamit, mert nem ismerjük, ha ismernénk, nem kellene kutatni. Másrészt, ha a diák megkapja a „jó” minősítést azonnal megszűnik kritikusnak lenni saját tevékenységével kapcsolatban. A kritikus gondolkodás, a saját eredmények ellenőrzésének igénye az ismeretlen területen járó kutató alapvető sajátossága. Rossz kutatási eredmény, gondolat pedig lényegében nincs, és az ilyen minősítés hamar el is veszi a kutató kedvét. A sikertelen ötletek, téves magyarázatok legalább annyira előre viszik a kutatást, mint a sikeresek. Minden tévút feltárása közelebb visz a helyes út megtalálásához. Tehát a kutatási folyamatot segítő tanár nem értékeli, hanem inkább kérdez: Ha ezt gondold, akkor mi a következő lépés? Hogyan tudnád elképzelésedet ellenőrizni? Készítenél egy olyan ábrát, amin ez jobban látszik? A lelkesítő biztatásnak természetesen mindig helye van a tanítási folyamatban, önbizalom nélkül nincs siker.

1. gyakorlat: Figyeljék meg az alábbi képeket, írják össze, hogy a képeken milyen érdekességeket látnak. Ha van valami, ami felkelti az érdeklődésüket kérdezzenek rá. Együtt válasszák ki azokat a kérdéseket, amelyek alkalmasak lehetnek a kutatás elindítására.



1. ábra



2. ábra

Vajon minden felmerült kérdés alkalmas a kutatáshoz? Sorolják fel a „jó” kérdések és a „rossz” kérdések ismertető jegyeit:

Jó kérdés:

.....

Rossz kérdés:

.....

Példa az első gyakorlathoz:

.....

Az ingókő képe.

Felmerülő kérdések: Te aláállnál? Hol készült a kép? Hogyan lehetséges, hogy nem billen le a kő, noha nagyon kis helyen támaszkodik? Tudnék ilyet csinálni én is? Ha egy kicsit meglöknénk, lebillenne? Milyen természeti folyamatok hozhatnak létre ilyen alakzatot?

Közösen megfogalmazható, kutatásra alkalmas kérdés: Hol kell egy testet alátámasztani, ha azt szeretnénk, hogy ne billenjen le? A kérdésnek mindjárt két irányban lehet finomítani:

- Egy test alakjának ismeretében mondjuk meg, hol van a keresett pont.
- Alkalmasan megtervezett kísérletek végrehajtásával találjuk meg az alátámasztás helyét, esetleg ez alapján fogalmazzunk meg elméleti szabályt.

A kutatómódszer alkalmazása során gyakran nehézségekbe ütközik a feltett kérdés teljesen általános esetben való megválaszolása. Ha tudunk a gyerekeknek hurkapálcákat, gyurmát és cérnát, mérleget adni, akkor könnyen megvizsgálhatóak a különböző súlyzó alakú testek.

2. gyakorlat: Keressenek adatokat, mérési eredményeket az interneten. Könnyen megkereshetők például meteorológiai adatok. Vagy keressék meg a különböző atomok elektron-energiáit.

Példa:

Az interneten megtalálható a tömegközéppont, a súlypont megkeresésének egyszerű szabálya. Célszerű a válaszokat rendezni:

1. Mi a különbség és azonosság a tömegközéppont és a súlypont fogalmai között?
2. Szimmetrikus testek súlypontjának meghatározása.
3. 1:1 tömegarányú súlyzó, 2:1 tömegarányú súlyzó súlypontjának a helye.
4. Tetszőleges test súlypontjának a helye? (Ez utóbbi haladóknak feltehető kérdés)

A kutatómódszer egyik fontos ismérve a kritikus gondolkodás fejlesztésére való törekvés. Ez azt jelenti, hogy a diákoknak meg kell vizsgálni az interneten található válaszok megbízhatóságát, érthetőségét, illetve amennyire lehet ellenőrizni kell az olvasottakat.

3. gyakorlat: Állítsanak össze az asztalon talált anyagokból súlyzó alakú testeket. Mérjék meg, hol kell ezeket felfüggeszteni, hogy ne billenjenek le. Határozzák meg a felfüggesztés helyét 1:1; 1:2, 1:3, 2:3 arányú súlyzóknál. Mérési eredményeiket foglalják táblázatba. A mérési eredményekből milyen szabályszerűség olvasható ki?

A szabályszerűség:

.....

Összhangban van-e ez az elméleti ismeretekkel?

.....

A kutatómódszer segítségével szervezett tanítás során először egy olyan kérdést teszünk fel, ami érdekli a gyerekeket, elég konkrét, tartal-

maz ismeretlen elemeket, tehát alkalmas kiindulópontja a kutatásnak. Utána következik az új tudás felépítése, ami két részből áll. A hiányzó információk begyűjtéséből és az adatok elemzéséből. A hiányzó információk begyűjtése során sor kerülhet kísérleti eszköz, modell megépítésére, mérőkísérletek végzésére, megfigyelésre, internetes böngészésre, adatbázisok felhasználására.

Sok éves tapasztalatom birtokában mondhatom, a gyerekek többsége leginkább saját gondolatainak rabja. Nagyon nehéz rávenni őket, hogy utána nézzenek, hogyan oldották meg az övékéhez hasonló vagy ugyanazt a problémát mások. Ez a fajta puskázás a kutatás során nagyon hasznos. Megérteni, meddig és hogyan jutottak el mások, hol van az a pont, ahol szükséges a továbblépés, ahol a kirakós hiányos lehet.

Az információk elemzése táblázatok, grafikonok rajzolását, a változási trendek, kapcsolatok felismerését, megfogalmazását, a társakkal való megbeszélést jelenti.

Az új tudás fényében lehet, hogy megválaszolható az eredeti kérdés, ám az is lehet, hogy értelmét veszti, vagy finomításra szorul.

A kutatómódszer alkalmazásával kapcsolatos néhány problémát fontos lehet még megemlíteni. A kutatásos órán viszonylag kevés új ismeretre tesz szert a gyermek. A hagyományos oktatásban nagyon sok információt és tényt kell a diákoknak megjegyezniük, vagy feladat megoldási eljárásokat begyakorolniuk. A kutatás gyakran ezek rovására történik. Érdeemes azonban megjegyezni, hogy a kutatásban megedződött, önállósághoz és csoportmunkához szokott diák várhatóan sokkal jobban fog érvényesülni egy valódi munkahelyen akkor is, ha kezdetben kevesebb tényszerű ismerettel rendelkezik, mint társai. Ezeket ugyanis utóbb is megtanulhatja. A kutatásos óra általában több felkészülést és nagyobb figyelmet igényel a tanártól, hiszen a gyerekek csoportjai esetleg más-más irányban dolgoznak, és csak egy-egy jól elhelyezett megjegyzéssel, figyelmes kérdéssel avatkozhat be a nevelő. A diskussziók során azonban megtérül a befektetés, hiszen az önállóan dolgozó diákok sokkal többet adnak hozzá magukból az oktatási folyamathoz, mint passzívan hallgató társaik.

Felhasznált irodalom

- Kirschner, P. A. & Sweller, J. & Clark, E. (2006): *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching*. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86.
- Wieman, C. (2008): *What all instructors should know about learning*. http://www.cwsei.ubc.ca/Files/Wieman_talk_Mar2008.pdf
Letöltve 2015. február.

Ajánlott irodalom

- Freire P. (1970): *Pedagogy of the oppressed*. Herder and Herder, New York.

1.7. Mérések számítógéppel, mobiltelefonnal, tablettel

A PC megjelenése és elterjedése után szinte azonnal megkezdtek oktatási célú használatát. A számítógéppel vezérelt fizikai kísérletek végzéséhez a PC-n kívül általában szükség volt valamilyen hardveres fejlesztésre. A hardver eszközök (például mechanikus vagy fénykapus stopperek) egy része például a nyomtatóporton kapcsolódhatott a géphez. Mérőkártya beszerzése után lehetőség volt feszültség mérésre, a fényintenzitás érzékelésére, analóg-digitális konverzióra. Voltak, akik a hangkártyát használták hasonló célokra, megbütykölve a hozzá kapcsolódó mikrofont, ami így alkalmassá vált az egyszerű fotoellenállás jeleinek érzékelésére, vagy a változó mágneses tér érzékelésére.

A számítástechnikai eszközök új, „okos” márkanevvel illetett generációja már tartalmaz beépített szenzorokat (egy jelenleg még 150 000 Ft-ba kerülő drágább eszköz nem is keveset) és a szenzorok adataihoz való hozzáférést, az adatállományok mentését lehetővé tevő programokat is megírták már. Csak le kell töltenünk és installálnunk kell okos, mobil eszközünkön és kezdődhet a világ felfedezése, a mérés.

1.7.1. A tudás forrása a mérés

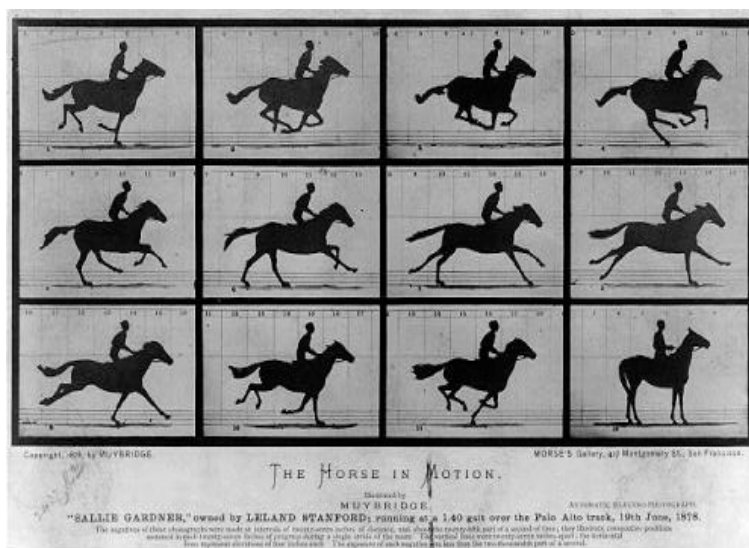
A mérés nem foglalta el megfelelő helyét a fizika tanítása során az elmúlt évtizedekben. Az iskolai tananyag jelentős részét 3-betűs képletek megtanulása alkotja, pl. az Ohm-törvény kapcsán $U=R \cdot I$. Ez kissé sarkított megfogalmazás, de azért nem teljesen indokolatlan. Olvassuk csak el a tankönyvek fejezetvégi összefoglalóit! Mit fognak tartalmazni? Hát a képleteket, „vastag betűs” törvényeket. A mérések során ezeket kell igazolni. Tehát mérjük meg a feszültséget: 12V, aztán az áramerősséget: 0,5 mA. Na, gyerekek, mennyi az ellenállás? Az $R=U/I$ képlet alapján 2,4 kOhm „jön ki”, ami lám, rá is van írva az alkatrészre. Hasonlóan el szokták várni, hogy „kijöjjön” az $F=m \cdot a$ képlet és mondjuk a lendület megmaradás törvénye is, de pontosan. A gyermek aztán meglepődik, amikor ráébred arra, hogy egy valódi mérés során soha nem jön ki pontosan semmi! Jó esetben nem veszi el a tudományba vetett hitét, hanem megismerkedik a mérési hiba fogalmával. Minden valódi adatnak van bizonytalansága, akár névleges adat, akár mértük. A bizonytalan adatokból számolt eredményeknek is lesz bizonytalansága, és a fizikai törvények persze igazolhatóak méréssel, ha a kiértékelés során figyelembe vesszük

ezt a bizonytalanságot. Amit mérési hibának is neveznek, de nem hiba, a szó hétköznapi értelmében! Ismerete olyan fontos, mint maga a műszerről leolvasott érték.

A számítógépes eszközparkot világszerte mind több helyen és sokféle módon használják a fizika oktatása során, az alábbiakban kiragadok néhány példát:

1.7.2. Videó analízis

A mozgóképek valójában gyors egymásutánban vetített állóképek sorozata. Az agy néhány tizedmásodpercig megőrzi a szem által látott képet, akkor is, ha az már eltűnt. A gyorsan vetített állóképeket ezért látjuk összemosódva folyamatos mozgásként. Ehhez megfelelően felvett, a mozgás egymás utáni pillanatait ábrázoló képeket kell vetíteni.



1. ábra

Eadweard Muybridge (1830–1904) egy galoppozó lóról készített pillanatszerű felvételeket egy sorban elhelyezett kamerákkal még az 1800-as évek végén. A felvételeket gyorsan egymás után vetítve mozogni látjuk a lovat.

Hány felvételt készít másodpercenként egy olcsóbb webkamera? Egy televíziós kamera? Egy direkt videó analízisre alkalmas gyors kamera?

Az információs kommunikációs technológia (IKT) elterjedése egyre jobban átalakítja a tanulás és tanítás folyamatát. Az egyik újabb módszer

a videó analízis, melynek segítségével a gyerekek akár otthon is kísérletezhetnek. A videó analízis két részből áll.

1. Először el kell végezni a kísérletet és kamerával rögzíteni.
2. Ezt követően a megfelelő program segítségével az egymást követő képkockákon követni kell a vizsgált pont, pontok mozgását.

Ismerve a képkockák felvétele között eltelt időt a mozgó test koordinátái az idő függvényében meghatározhatóak. Néhány javaslat a videó analízishez:

1. A jelenlegi olcsó webkamerák másodpercenként kb. 30 képet tudnak készíteni. Ezekkel csak lassú, szemmel is jól követhető mozgások elemezhetőek jól.
2. Az egyes videó formátumok (mp4, avi, wmv stb.) általában nem szigorúan egyenlő időközönként rögzítik az állóképet. Ennek figyelembe vétele szükséges lehet az elemzéskor. A nyomkövető (tracker) programnak fel kell erre készülni.
3. A vizsgálandó pont jól üssön el a környezetétől végig a mozgás során. (miért?)

Tracker tipp angolul tudóknak:

<http://jabryan.iweb.bsu.edu/VideoAnalysis/>

Feladat: Ismertessen olyan mozgásokat, amelyek jól vizsgálhatók videó analízissel és olyanokat is, amik biztosan nem!

1.7.3. Tablet, okostelefon

A jelenlegi eladási trendek alapján a tabletek egyre jobban elterjednek majd. A táblagépeket fizikai mérések végzésére is alkalmas érzékelőkkel, szenzorokkal szerelik fel. Az internetről letölthetőek azok az alkalmazások, amik a szenzorok jeleit bizonyos időnként kiolvassák és feldolgozható adatok formájában, állományokban rögzítik. A tér 3 vagy két irányába fellépő gyorsulás mérésére alkalmas szenzor minden táblagépben, okostelefonban megtalálható. A szenzor egy olyan kondenzátornak fogható fel, aminek egyik fegyverzete rugalmasan kapcsolódik a másikhoz. Ha a szenzor gyorsul, változik a fegyverzetek közötti távolság, ami a kondenzátor töltöttsége esetén elektromos jelet hoz létre.

Rajzolj fel egy síkkondenzátort! Tegyük fel, hogy a fegyverzeteken található töltés nem változik, de a fegyverzetek közelebb kerülnek egymáshoz. Mit mutat a fegyverzetek közé kapcsolt feszültség mérő?

Feladat: Mit mutat a gyorsulásmérő szenzor, ha a telefont leejtjük?

A szenzor adataihoz hozzáférő megfelelő programok az internetről letölthetőek. A program letöltése és installálása után bármely tablet, okostelefon fizikai mérésekre alkalmas! Ha a használt program egyszerű formátumban menti az adatokat azok utólag is elemezhetőek (Egri 2015).

függnek. Típus szerint három nagy csoportba sorolhatóak be a szenzorok: ténylegesen valamilyen fizikai mennyiséget mérő *valós* szenzorok, több értékelő adatai alapján kiszámolt értéket visszaadó *virtuális* szenzorok és az általam bluetooth-on keresztül csatolt, mikrokontroller vezérelt *külső* szenzorok. Az alábbi táblázatban egy beépített szenzorokban gazdag eszköz, a Nexus 7 részletes adatait vettem alapul.

Szenzor neve	Mérhető mennyiség		Szenzor paraméterei			
	Felhasználása	Mértékegység	Tartomány	Felbontás	Mintavételezés	Típus
Gyorsulásmérő	Az összes erőhatás okozta gyorsulásérték	$\frac{m}{s^2}$	± 20	$3.922 \cdot 10^{-2}$	max. 200Hz	valós
Giroszkóp	Elfordulás okozta szögsebesség	$\frac{rad}{s}$	± 35	$1.065 \cdot 10^{-3}$	max. 200Hz	valós
Mágneses érzékelő	Mágneses tér indukcióvektora	μT	0 – 5461	0.9	max. 200Hz	valós
Lineáris gyorsulás	Az erőhatások okozta gyorsulásérték kivéve a gravitációs gyorsulás	$\frac{m}{s^2}$	± 20	$3.922 \cdot 10^{-2}$	max. 200Hz	virtuális
Gravitációs érzékelő	A gravitációs gyorsulás vektora	$\frac{m}{s^2}$	± 20	$3.922 \cdot 10^{-2}$	max. 200Hz	virtuális
Fényérzékelő	A fényesség értéke	lx	0 – 72945	1	változás vezérelt	valós
Feszültség	Feszültség mérése	V	0 – 14	$3.42 \cdot 10^{-3}$	max. 100Hz	külső
Áramerősség	Áramerősség mérése	A	0 – 3	$8.06 \cdot 10^{-4}$	max. 100Hz	külső
Ellenállás	Ellenállás mérése	Ω	0 – 10^6	min. 244	max. 100Hz	külső

A program fejlesztéséhez szoftverként az Android SDK 21.1-et és Eclipse 4.2.2 Java fejlesztői környezetet használtam Linux 3.9 környezet alatt. A forráskódot git verziókezelő rendszer-

2. ábra

1.7.4. 3D – virtuális valóság

A térlátás

Egy nagyon távoli tárgyról lényegében párhuzamos fénysugarak jutnak a szemünkbe. A jobb és a bal szemünkkel közel ugyanazt látjuk. Minél közelebb van a tárgy, annál jobban különbözik a jobb és a bal szem által látott kép. A különbség mértéke alapján képes az agy megbecsülni a tárgy távolságát és látni a térbeli képet.

Húzd le a filctolladról a kupakot, és próbáld egyik szemedet becsukva visszatenni. Sokkal nehezebben sikerül, mert a kupak és a toll helyzetének megállapításához fontos lenne a másik szem által mutatott kép is. Kis gyakorlással mégis sikerül, mert a kezünk helyzete valamint a toll és a

kupak látszólagos nagysága révén is megbecsülhető a sikerhez szükséges távolság.

A 3D TV-műsort olyan kamerával rögzítik, aminek két objektívje van. Minden képkockát két változatban, kicsit eltérő szögből vesznek fel. Ezután már csak arra kell figyelni, hogy a vetítés során a néző jobb szeme csak a kamera jobb objektívje által felvett, a bal szeme pedig csak a bal objektív által felvett képet lássa. Ha a két szem kissé eltérő képet lát, az agy előállítja a térbeli képet, akárcsak a természetes látás során.

Erre többféle megoldás kínálkozik. Ezek az aktív szemüveget, a szín-szűrős szemüveget, a polarizációs szemüveget használó, és a szemüveg nélküli technológiák.



3. ábra

Aktív szemüveg

A folyadékkristályos szemüveg a TV-ből érkező rádió vagy infravörös jel hatására gyorsan elsötétül, majd kivilágosodik. Amikor a TV a bal szemnek szánt képkockát vetíti, akkor a jobb szem előtti lencse sötétedik el, amikor a jobb szemnek szánt képet vetíti, akkor pedig a bal szem előtti. Ezért nevezik az ilyen szemüveget aktív szemüvegnek.

Szemüveg nélkül nézve a 3D TV képet homályosnak látjuk.

A virtuális valóságban (virtual reality) létrehozott 3D tárgyak a valódi tárgyaknak megfelelően viselkednek. 3D nyomtatóval „életre kelthetők”.

Felhasznált irodalom

Egri S. & Szabó L. (2015): *Analyzing oscillations of a rolling cart using smartphones and tablets*. The Physics Teacher (in press).

Ajánlott irodalom

Kovács János (2015): *Mobilszenzorok a fizika laboratóriumban*, szakdolgozat. Debreceni Egyetem.

1.8. Szimulációk (órák Phet-tel)

Az interaktív szimulációk hátterében a vizsgált fizikai jelenség egy fizikai modellje áll. Ha például egy ferdén eldobott test pályáját számolja ki a szimuláció, akkor a modell részei a megfelelő erőtvények (gravitációs erő, közegellenállás), a test tulajdonságait leíró állandók (tömeg, közegellenállási együttható), valamint a dinamika alaptörvénye alapján felírt mozgásegyenlet. A szimuláció használata során a felhasználó dolgozza a kezdeti paraméterek és egyéb változók értékeinek beállítása, illetve az eredmény értelmezése. A számolást a gyakran vicces kezelő felület mögé bújtatott számítógépes program végzi, ami a ferdén eldobott test esetében a mozgásegyenlet közelítő, numerikus módszerrel való megoldását jelenti. A szimuláció annyira lehet valóság-hű, amennyire a mögötte megbújó fizikai modell az, de használata során kétségtelenül átélhető a kísérletezés élménye, megérthető a tudományos kutatás folyamata.

A coloradói egyetemen kifejlesztett szimulációk (Phet) kimondottan az oktatás színvonalasabbá és eredményesebbé tétele céljából jöttek létre, de manapság a fizikusok a kutatások során is gyakran használnak az interaktív szimulációkhoz hasonló programokat. Jellemzően ilyen feladat a sok-elektronos atomok Schrödinger egyenletének megoldása. Az egyenlet közelítő, numerikus megoldására alkalmas programot fizikusokból és informatikusokból álló kutatócsoport fejleszt, és az általuk megírt programot használják a többiek.

Kutatás szimuláció segítségével

A tanóra elején a tanár felveti a problémát, megfogalmaz egy kérdést, ami szerencsés esetben a hétköznaphoz is kapcsolódik. Például: Pétert általános iskolás öccse arra kéri, adjon neki tanácsot. Kislabda dobás lesz a tornaórán, és ő szeretné minél messzebbre dobni. Milyen tanácsot adhatunk, mit mondjon Péter az öccsének – fordul a tanár az osztályhoz.

A 30 fős osztályból munkacsoportok alakulnak. A munkacsoportok kijelölnek egy szóvivőt, aki a csoport nevében fog beszélni.

Az első feladat: A munkacsoport tagjai beszéljék meg egymás között, milyen tényezők befolyásolják, hogy a gyerekek által eldobott kislabda milyen messzire repül. Néhány perc után a szóvivők egy lapon kiviszik a tanárnak a javasolt tényezők listáját, a tanár összegzi az eredményt.

A másik lehetőség, hogy az osztály a tanárral közösen beszél meg a kérdést, javaslatokat tesznek és a javaslatok közül megpróbálják közösen kiválasztani a helyeset.

Egy szóvivői lista részlete: Milyen nehéz a labda, milyen erős a gyerekek, jól nekifutott-e, merről fújt a szél, milyen szögben dobta el, milyen magasról engedte el, a Föld vonzóereje

A tanár a diskussziós részben a fizikai fogalmak használatára, a kölcsönhatások felismerésére ösztönözheti diákjait. Mivel van repülése során kölcsönhatásban a labda?

A következő lépésben a tanár bemutatja a szimulációt (phet 2014), amit vagy ő fog használni miközben a számítógép képét projektorral a táblára vetíti, vagy egy-egy munkacsoportból a kijelölt diák, vagy minden gyerek önállóan, ha elegendő számú gép van.

A szimulációban egy ágyú lő ki egy lövedéket, a kilövés sebessége és hajlásszöge állítható. A program kirajzolja a lövedék pályáját, és egy virtuális mérőszalag mozgatásával és beállításával meg lehet mérni, hogy milyen messzire repült.



1. kép:

A szimuláció kezelőfelülete.

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/new>,

letöltés ideje: 2011.08.16.

Az ágyú magasságát is be lehet állítani. Lehetőség van a légellenállás figyelembe vételére, továbbá különböző tömegű és átmérőjű lövedékek használatára. Én legjobban a Phet honlapon megtalálható szimulációkat

szeretem, de sok szimuláció található az interneten, magyarul is. Érdekes körülnézni, szimuláció, fizika kulcsszavakra keresve. A néhány angol szó érdemben nem zavarja a program használatát. A kezelőfelület használata néhány próbálkozás révén hamar megtanulható.

Arra nagyon könnyű rájönni, hogy nagyobb sebesség esetén messzebbre repül az ágyúgolyó. De vajon ha állandó a kilövés sebessége, hogyan függ a lövés távolsága a hajlásszögtől?

Ezzel tehát pontosították az eredeti kérdést, ami most már így hangzik:

„Milyen szög alatt kell kilőni az ágyúgolyót, hogy ugyanolyan nagyságú kezdeti sebesség esetén a legmesszebbre repüljön?”

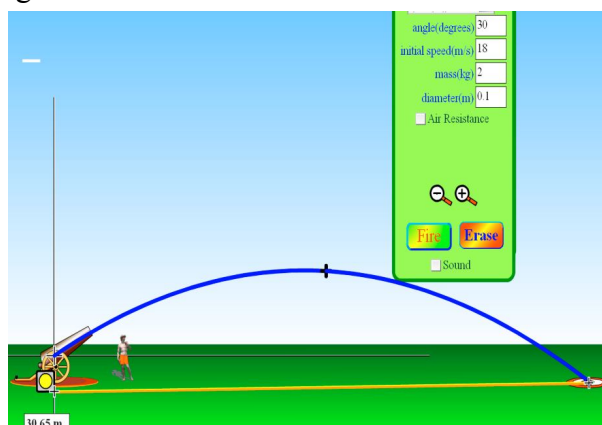
Újra következnek a munkacsoportok, vagy a frontális diskusszió az alábbi kérdés körül:

Hányszor milyen beállítások mellett kell löni a kérdés megválaszolásához? Elég véletlenszerűen próbálkozni, vagy valaki sejtja a megoldást és csak azt kell igazolni? Vagy nézzünk végig minden szöget? – de azt nem is lehet!

Szimpatikus javaslat: kerüljön sor néhány próbamérésre, kis szög (közel leesik), nagy szög, majdnem kilencven fok (megint közel leesik), akkor valahol félúton lehet a megoldás. A tapasztalatok és a sejtés birtokában készüljön új mérési terv, még mindig több jó megoldás lehet!

Például: Mérjünk 5 fokonként: 5–85 fok között.

Ki kell tehát tölteni egy táblázatot, a fokokat és a hozzájuk tartozó repülési távolságot.



2. kép

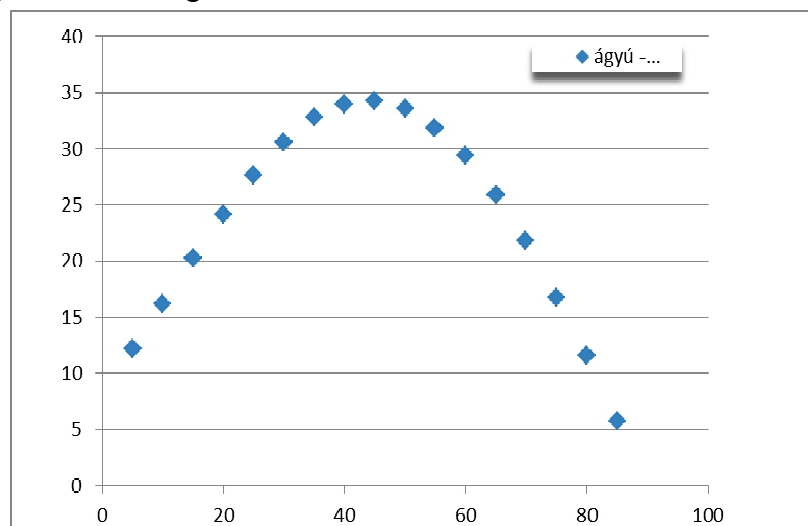
Egy végrehajtott kísérlet: 30 fokos szög mellett 30.6 m-re repült a lövedék

Az első sorban a kilövés szöge látható fokban, a második sorban a becsapódás helyének mérőszalaggal mért távolsága méterben, tizedekre kerekítve.

α (°)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
x (m)	16,2	20,3	24,2	27,7	30,6	32,8	34	34,3	33,6	31,9	29,4	25,9	21,8	16,8	11,6	5,8

1. táblázat

A mérés túl sokszori ismétlése unalmassá válhat. A feladatokat el lehet osztani a munkacsoportok között. Ha a gyerekek még nem dolgoztak szimulációval, előfordulhat, hogy úgy érzik, valójában játékkóra van és bohóckodni kezdenek a programmal. A csoport lelkületének ismeretében érdemes átgondolni, hogy ezt hogyan és milyen keretek közé szorítsuk. Például adhatunk a bohóckodónak külön feladatot, amit csak ő végez. Például, nézze meg, hogy a magasabbra tett ágyúval tényleg messzebbre lehet-e lőni, vagy nézze meg a közegellenállás hatását. Ilyenkor elszigetelődik a többiektől, tevékenysége személyesen számon kérhető, ez nem kedvez a bohóckodásnak. Grafikusan is ábrázolni kell az adatokat oszlop diagramon, vagy x-y diagramon, a számítógép és a projektor kéznél van, könnyű mindent megnézni.



3. kép

A mérési eredmények ábrázolása. A vízszintes tengelyen a kilövés szöge olvasható fokokban, a függőleges tengelyen a távolság méterben.

Ez után a munkacsoportokra vagy az osztályra újabb diszkusszió vár: Mit jelentenek az adatok? Lehet-e már válaszolni a kérdésre, vagy további mérésekre van szükség? Végül megszületik a mérésekkel alátámasztott, bizonyos pontossággal igazolt eredmény: nagyjából 45 fok.

Érdekes mellékeredmény: Egy bizonyos távolságot két pályán, egy kis szögű és egy nagy szögű pályán is el lehet érni.

Az óra végén térjünk vissza az eredeti kérdésre. Hogyan fogja Péter öccse megnyerni a kislabda dobást?

Először megbizonyosodik arról, hogy hátszél, vagy ellenszél fúj-e. Megnyalja az ujját és érzi, hogy melyik oldala hűl jobban, onnan fúj a szél. Hátszélben könnyebb labdát választ, ellenszélben inkább nehezebbet. Azután minél jobban nekifut és magasra ugrik. A magasabbról eldobott labda biztosan messzebbre repül, ezért szerelik néha a locsolók szórófejét állványra. Az ugrás pályájának tetején minél nagyobb erővel minél nagyobb sebességre gyorsítva, a végén karral, csuklóval is ráhúzva 45 fokos szögben engedi el a labdát. Hátszélben kicsit nagyobb szögben, tovább repül, a szél jobban belekap. Ellenszélben kicsit laposabban. De nagyjából 45 fokos szögben. Utána nincs több dolga. A labda a gravitáció és a szél hatása alatt befutja a kijelölt pályát és földet ér.

A végső tanács tartalmaz olyan elemeket, amit szintén lehetne ellenőrizni. Egy kicsit bonyolultabb szimulációval, vagy valódi kísérlettel. Nem is nehéz olyan parittyát építeni, amivel valódi hajítások tanulmányozhatóak.

A következő időbeosztás készíthető el a szimuláció használatával kapcsolatban:

Óra elei adminisztráció	5 perc
Problémafelvetés, a dobás hosszát befolyásoló tényezők	5–10 perc
A szimuláció ismertetése, a kérdés pontosítása	5 perc
A mérési terv kialakítása, a táblázat létrehozása	5 perc
A kísérletek végrehajtása, a táblázat kitöltése	20–15 perc
Az eredmények értékelése	5 perc

Az ismeretszerzés valójában végtelen folyamat. Az eredmények értékelése újabb kérdéseket vet fel, ezek megválaszolása újabb méréseket tesz szükségessé.

Számoljunk utána!

Mindig hasznos a saját számolások elvégzése. 30 fokos szög alatt 18 m/s nagyságú sebességgel eldobunk egy tárgyat. Milyen messzire repül, ha figyelmen kívül hagyjuk a légellenállást? $9,81 \text{ m/s}^2$ -es g -vel számolva

28,6 m-es távolság adódik. Ez túl sokkal eltér a szimulációban kapott 30,6 m-től. Az eltérés oka az, hogy a szimuláció ágyúja nem pont a földről lő, hanem kicsit magasabbról, a mérőszalaggal azonban a földbe csapódás helyét mértük. Ha a mérőszalaggal azt mérjük meg, hogy milyen messze ér a lövedék újra az ágyú szintjére (ez felel meg az egyszerű számolás feltételeinek), akkor 28,6 m-es távolságot kapunk. Mindig jó jel, ha sikerül a számolás és a szimuláció eredményeit összehangba hozni.

Ha az órán nem is, de otthon, szakkörön, fakultáción a diákoknak van lehetőségük újabb kísérletek elvégzésére. Idővel nagyobb szerepet kap a matematika is, a ferde hajítást, mint állandó gyorsulású mozgást leíró képletek, az érdeklődő és okos gyerek esetében feltehetjük a kérdést: Hogyan számol a szimulációs program?

Miért hasznos egy ilyen óra?

A diákok viszonylag kevés új ismeretre tettek szert. Elvárható, hogy megjegyezzék azt, hogy a 45 fokos dobási szög esetén megy legtávolabbra a labda. Elvárható, hogy meg tudják nevezni, milyen tényezők befolyásolják és hogyan a távolságot, akár szabatos, tudományos fogalmakkal is.

Néhány hasonló óra után elvárható, hogy képesek legyenek mérést tervezni tájékozódó mérések alapján. Mért adataikat táblázatos formában rögzíteni, azokat ábrázolni. Elvárható, hogy megfogalmazzák gondolataikat a diszkussziós részeknél. Az óra fő célja nem a mérés végeredménye volt, hanem az, hogy a diákok dolgoztak, következtettek, gondolkodtak, ábrázoltak. E közben olyan képességeik fejlődtek, amiknek nagy hasznát vehetik majd a későbbi munkájuk során.

Felhasznált irodalom

phet (2014): <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/hu>
Letöltve 2014. december.

Ajánlott irodalom

Sandvik Anders, W.: *Numerical solutions of classical equations of motion*.
<http://physics.bu.edu/py502/lectures3/cmotion.pdf>

1.9. Fizikai játékok – gamification

Bizonyára lefordítják majd a címben szereplő angol gamification szót, én magyarul játékosításnak mondanám. A módszer lényege, hogy a fizikai törvények alapján működő játékokat játszva próbáljuk a diákok tudását fejleszteni.

Futni nem mindenki szeret. Unalmas, monoton. Futballozni annál inkább. Pedig futni focizás közben is kell, nem is keveset, egy 90-perces mérkőzés alatt akár 10 km-t is. Azt is mondhatjuk, a foci részben a futás játékosítása.

1.9.1. Játék a véletlennel

A valószínűség számítás játékosítása történik a kártyajátékok egy részében, vagy a kockajátékok esetén. Egy egyszerű kockajáték mikor 5 kockával dobunk. Annak, hogy mind az öt kockával kidobjuk a 2-es számot igen kicsi a valószínűsége ($1/32$). Annak, hogy három kettést dobunk, ennél jóval nagyobb. Nem meglepő, hogy az előbbi dobás értéke a nagyobb.

Az 1990-es években még sok helyen tanították azt a fizika-anyagot, ami a statisztikus fizika alapjaival (mikro és makroeloszlás fogalma, a gázok kiterjedésének, keveredésének, az energia egyenletes eloszlásának értelmezése statisztikus szemlélet alapján) is megismertette a diákokat. A tankönyvben több játék is segített a jelenségek bemutatásában.

Adott egy szoba, ami jobb és bal félre oszlik. A szobában darazsak repkednek, mondjuk 6 darázs, mindegyiknek van egy száma, ami közéről látszik. A darazsak valamilyen kiinduló helyzetben vannak, tegyük fel, hogy mindegyik a jobb oldalon, jelölje ezt a játékhelyzetet 0:6. A játék szabálya az, hogy amelyik darázs számát kockával kidobjuk, az átrepül a szoba másik oldalába, mint amibe éppen van. A 0:6 játékhelyzet után tehát biztosan 1:5 következik. Az 1:5 után viszont csak $1/6$ valószínűséggel áll vissza a 0:6, ha éppen a baloldalon levő egyetlen darázs számát dobjuk ki. Sokkal valószínűbb, hogy az 5 jobb oldalon levő darázs valamelyikének a számát dobjuk és a 2:4 játékhelyzet alakul ki. Ha sokszor dobunk és számoljuk, hogy hányszor valósult meg egy játékhelyzet hamar kiderül, hogy a leggyakoribb az egyenletes, 3:3 eloszlás. Ha a darazsak és a kockadobás jól írja le a gázcseppképek véletlenszerű mozgását, akkor a játék révén megérthetjük, miért töltik ki a gázok egyenletesen a rendelkezésükre álló térfogatot.

A kockadobós, valószínűség alapján működő játékokra nagyon könnyű számítógépes programot írni, minden programnyelvben implementálva van a véletlen számok sorsolása, ami egy ciklus segítségével sok milliószor ismételhető. A játékosítás ilyen számítógépesítéséhez egyszerű programozói tudásra van szükség. Szerintem olyan egyszerűre, hogy egy érdeklődő általános iskolai tanuló is képes hasonló programokat írni, ha megmutatják neki néhányszor, hogyan kell. Néhány sorról van csak szó, a későbbiekben adok rá példát. Az ilyen számítógépesített játék valójában egyszerű szimuláció, melynek használata során a fizikusokhoz, kutatókhoz hasonló módon fedezheti fel a diák a világot.

Véletlen bolyongás

Az egyik első megvizsgálható probléma a véletlen bolyongás.

A véletlenszerű bolyongás egyik lehetséges módja, amikor a bábumat a koordináta geometriából ismert koordináta-rendszer egy pozíciójába tesszem le, melyet az x, y koordináták adnak meg. Innen 4 féleképpen léphetek tovább: lefelé ($dx=0, dy=-1$), felfelé ($dx=0, dy=+1$), balra ($dx=-1, dy=0$) és jobbra ($dx=+1$ és $dy=0$). A véletlen számok segítségével ki kell sorsolni a négyből az egyik lépést, azután a következőt, azután a következőt. Vajon milyen alakú területet jár be a figura 10 000 dobás után? És milyen messzire jut általában n db dobás után?

1. gyakorlat: A résztvevők írják meg közösen a programot és játszanak! Ábrázolják a kezdőponttól való távolságot a dobások számának függvényében és próbáljanak analitikus összefüggést találni a két mennyiség között!

Rulett

Nagyon érdekes kérdés a rulettel kapcsolatos nyerő taktika létezése, vagy nem létezése. Erre az egyszerű válasz az, hogy a nulla szám jelenléte és szerepe a játékban – a nullánál minden a banké – garantálja a kaszinó busás hasznát. Egyszerűsítve a kérdést játszunk csak a piros és fekete számokkal – ez valójában a fej vagy írás játék – amelyekből 45–45 db van. A nulla az zöld színű. Tudjuk, hogy véletlenszerű sorsolás esetén minél több kört játszunk, annál inkább ki kell egyenlítődnie a golyóval kisorsolt piros és fekete számok darabszámának. Tehát ha mindig feketére teszünk, nagyot nem bukhatunk. A jól ismert szabály szerint, ha feketére

teszünk egy összeget és tényleg fekete szám jön ki, akkor a pénzünk megduplázódik. Ellenkező esetben elvesz. És mégis, ezzel a taktikával is majdnem biztosan veszítünk (nulla nélkül is), rövidebb távon, 10–20 kör alatt. Ha bemegyünk egy kaszinóba nem lesz módunk 100 kört játszani. Ha megírjuk a szükséges egyszerűsített kaszinó programot megfigyelhetjük pénzünk alakulását a „csak a feketére tesztek” taktika esetén. A számítógépes játékokban könnyedén játszhatunk akár egymillió kört is!

2. gyakorlat: A valóságban is játszanak a résztvevők egyszerűsített rulettet, vagy fej vagy írás játékot. Hány résztvevő pénze nőtt 10 kör lejátszása után?

Bármiféle tudás játékosítására alkalmas a kvíz-játék. A megfelelő kérdések mellé játékszabályokat kell csak kialakítani.

Egy atomfizikai játék

Tapasztalatom szerint a diákok nehezen építik be a világgépükbe azt, hogy az atom elektronjainak energiája csak meghatározott értéket vehet fel. Pedig e nélkül nehéz megmagyarázni a színképek kialakulását, vagy a fényelnyelés és fénykibocsátás folyamatát.

Egy atom legbelső elektronjának energiája legyen -12eV . Az első gerjesztett állapot energiája legyen -7eV , a másodiké -4eV , a harmadiké -2eV , a negyediké -1eV .

A játék szabálya: A két játékos a legbelső pályára helyezi egy-egy elektronját, ezek egyike piros ($+1/2$ spín), a második kék ($-1/2$ spín). Az első kockadobással azt döntik el, hogy az elektronjuk gerjesztődni fog, vagy relaxálódni. Utána kidobják a kapott illetve elvesztett energia nagyságát, és csak akkor lépnek, ha van az új energiának megfelelő energiájú állapot az atomban. Felváltva dobnak, az győz, akinek elektronja hamarabb eléri a legkülső pályát.

Hárman a Pauli elv figyelembe vételével játszhatják, ekkor mindhárom elektron nem indulhat a legalsó pályáról és csak akkor lehet lépni, ha az új energiának megfelelő állapotban van hely.

3. gyakorlat: Készítsék el az atomos játék tábláját és játszanak néhány kört. Mivel lehetne izgalmasabbá tenni a játékot?

A fizikai jelenségeket bemutató kísérleteket is lehet játékosítani, ami a kísérletező szellemű tanárokon kívül a természettudományos játszóházak főállású munkatársainak is feladata.

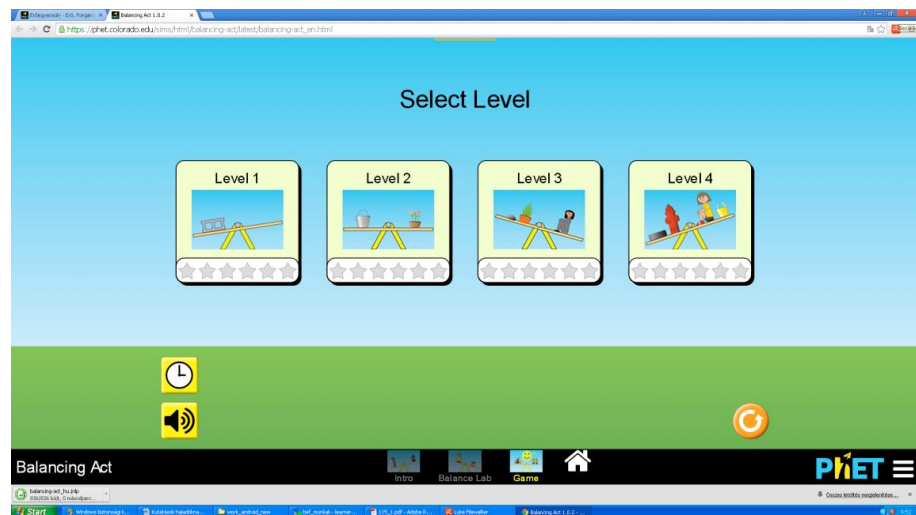
Az alábbiakban a fizikai OKTV egyik döntőjére kitalált eszközt ismertetem. A döntőben persze mérési feladatot kellett végezni, de az egyszerű mérőeszköz alkalmas a játékosításra is. Az alapötlet a billiárdnak az a változata, amikor a pályán lyukak vannak. Ezek eltérítik a közvetlenül mellettük elhaladó golyót. Maga a billiárd egyébként a mechanika ütközési törvényeinek játékosítása, mi más lenne?

4. gyakorlat: A résztvevők alkossanak csoportokat. Minden csoport játékosítson egy általa kiválasztott tudáselemet! A végén mutassák be a játékokat egymásnak!

1.9.2 Digitális kor – digitális játékok

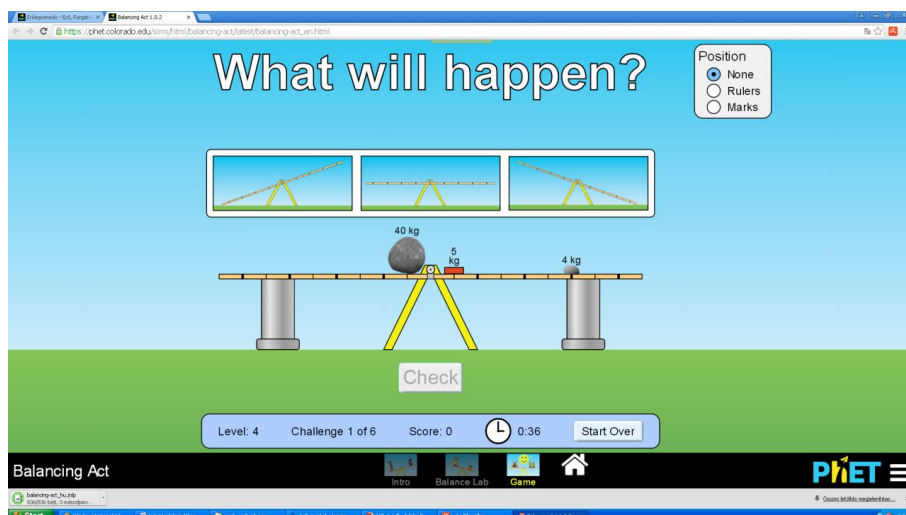
A gamification azonban leginkább számítógépes játékokat jelent. Ezek az interaktív szimulációkhoz hasonló programok is lehetnek, sok Phet-es szimuláció segítségével játszhatóak egyszerű játékok.

A forgatónyomaték tanításához jól használható a libikóka digitális játékosítása:



1. ábra

A libikóka játék indulása, szintválasztás



2. ábra

A játék negyedik szintjének első feladata

Marc Prensky fogalmazta meg először nagyon határozottan, hogy a 20. század végén született gyerekek jobban különböznek elődeiktől, mit amekkora különbség általában kialakul egy szokványos generációváltás során. A különbség itt nem a társadalmi értékrendben, a ruházzkodásban, nyelvhasználatban, zenei ízlésben nyilvánul meg. Az interaktív digitális eszközök használata mellett felnőtt gyermekek agya fizikailag is alkalmazkodik az információözhöz, a párhuzamosan végzett tevékenységekhez, a szinte állandó számítógépes kapcsolattartáshoz (Prensky 2001). Olyan idegpályák alakulnak ki, melyek a korábbi nemzedékeknél hiányoznak, másrészt egyes idegpályák visszafejlődnek. Ők a 2000-es évek iskolájának tanulói, akik tehát lényegesen különböznek azoktól a gyerekektől, akik számára az iskolarendszer létrejött. Alapvetően máshogy kell tehát őket tanítani.

Ez a probléma az iparilag legfejlettebb országokban ölt testet leginkább, de az IK-technológia egyre gyorsabb ütemű fejlődésével mind nagyobbá válik. 20 év múlva talán újabb „szingularitásról” beszélhetünk, amikor az emberi agy közvetlenül is összekapcsolódik az IKT eszközökkel, szenzorokkal, mesterséges érzékszervekkel, vagy amikor a virtuális valóság valóban életre kel.

A mai gyerekek elmélyült, koncentrált tevékenységet számítógépes játékok játszása közben végeznek. Kézenfekvő a gondolat, hogy a jól megtervezett játékok használata közben sajátítsák el a tananyag egy részét (Prensky 2001).

Felhasznált irodalom

Prensky, M. (2001): *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill, New York.

Prensky, M. (2001): *Digital Kids On the Horizon*, NCB University Press, 9 (6), 1–6. Magyarul elérhető: http://goliat.eik.bme.hu/~emese/gtk-mo/didaktika/digital_kids.pdf

Ajánlott irodalom

http://www.enterprise-gamification.com/mediawiki/index.php?title=Physics_Playground

Új tartalmak

2.1. Hogyan tanulunk: sémák, előzetes ismeretek, fogalmi váltás

A fizikatanítás célja úgy az általános-, mind a középiskolában az általános műveltséghez tartozó korszerű fizikai világkép kialakítása. Hogyan juthatnak el ehhez a tanulók?

Induktív ismeretszerzés: A különböző iskolatípusokban az induktív ismeretszerzést alkalmazzuk. Ez azt jelenti, hogy a fizikai jelenségek közös megfigyeléséből, kísérleti tapasztalatokból kiindulva juttatjuk el a tanulókat az átfogó összefüggések, törvényszerűségek felismeréséhez. Megmutatjuk nekik a természet szépségét és a fizikai ismeretek hasznosságát. Kell, hogy tudatosuljon bennük az a tény, hogy a korszerű természettudományos műveltség a sokszínű egyetemes emberi kultúra kiemelkedően fontos része. El kell juttatni tanulóinkat oda, hogy belássák, a fizikai ismeretek alapozzák meg a műszaki tudományokat és teszik lehetővé a technikai fejlődést, közvetlenül szolgálva ezzel az emberiség életminőségének javítását. A tudás azonban nemcsak lehetőségeket kínál, felelősséggel is jár. A természeti törvényeket megismerve be kell illeszkedünk a természet rendjébe. Ebből következik, hasznosítani lehet és kell a megszerzett fizikai ismereteket természeti környezetünk megóvásában is, amely minden tanult ember közös felelőssége és kötelessége.

Hogyan valósítható ez meg? Nézzünk egy példát: A fénytan témakörében először a geometriai optika legfontosabb fogalmait és jelenségeit (fényforrás, fénysugár, valódi kép, látszólagos kép, fényvisszaverődés, fénytörés, színeképek, színkeverés stb.) dolgozzuk fel. Ezek a jelenségek többnyire jól szemléltethetők az órán, akár tanuló-kísérletekkel is. A kísérletek sokszor kimutatott pozitív motivációs hatása miatt célszerű tehát e témakörben is minél többet kísérletezni. A kísérletek eredményét felhasználva jutunk el az általánosításhoz, a feladatok megoldásához. Pl. optikai padon előállítjuk egy égő gyertya kicsinyített, valódi képét. Megmérjük a kép- és tárgy-távolságot, ebből meghatározzuk a nagyítást. Visszautalunk a matematikára, amikor meg kellett szerkeszteni egy síkidom kicsinyített képét. Tudják a tanulók, hogy a kicsinyítés arányát hogyan tudják felírni. Ez

alapján könnyen elfogadják, hogy optikában a lencsék nagyítását a képtávolság és a tárgytávolság hányadosa adja. Ezt meghatározzák a kísérlet alapján. Ezután általánosíthatunk.

Deduktív ismeretszerzés: Azt mondtuk, leginkább induktív úton juttatjuk el diákjainkat az új ismeretek elsajátításához.

Azonban amikor a tanulók tudása és absztrakciós képessége kellően fejlődött, mód nyílik a természettudományos ismeretszerzés másik módszerének, a dedukciónak a megismertetésére is. Ebben a folyamatban az ismert törvényekből kiindulva, következtetésekkel – általában matematikai, gyakran számítógépes módszerekkel – juttatjuk el a tanulókat az új ismeretekhez, amelyeket azután, ha szükséges, kísérletileg is igazoltatunk.

Példa a deduktív ismeretszerzésre: Néhány fejezetnél lehetőségünk van arra, hogy az elméleti úton kapott eredményeinket kísérletekkel vagy mérésekkel is ellenőrizzük, megmutatva ezzel a fizikai gondolkodás „erejét” is. Például mérésekkel is ellenőrizhetjük a rugón rezgő nehezék rezgésidejére vagy a matematikai inga lengésidejére kapott képlet helyességét. A levezetett képletek lehetővé teszik, hogy viszonylag egyszerű eszközökkel pontos méréseket végezhessünk a nehézségi gyorsulás helyi értékének meghatározására. A nehézségi gyorsulás meghatározásánál különböző hosszúságú ingahossz esetén (5 hossz) megméri a tanulók 10 lengés idejét, majd ebből kiszámítják egy lengés idejét. Mérési eredményeiket táblázatba foglalják. Ezekből és a megtanult képletből kiszámítják a nehézségi gyorsulás értékét. Mivel a tanulók zömének van mobil telefonja, amin stopper is van ez a mérés páros munkában is elvégezhető. A mérések és számolások befejezése után meg lehet nézni, kik dolgoztak a legpontosabban.

Ismerve az ingaórát, meg lehet beszélni, késik vagy siet az óra, ha a hőmérséklet viszonylag nagymértékben változik (ez a hőtágulás tanításánál is megbeszélendő).

Természetesen mindkét ismeretszerzési módszerre említhettünk volna sok-sok példát.

Modellalkotás: Vannak olyan tanulók, akik igénylik, hogy összefüggéseiben lássák és értsék a természeti környezet jelenségeit, törvényeit. Ezzel eljuttatjuk diákjainkat a modellszerű gondolkodáshoz, amellyel a természet megismerésében döntő lényeglátás képességét fejlesztjük. Amikor a tanulók megtanulták az elméleti ismereteket, kíváncsiak azok gyakorlati alkalmazásának megismerésére, illetve arra, hogy ők hogyan tudják elmé-

leti ismereteiket a mindennapi életben felismerni, alkalmazni. A fizika tanítása során kiemelt figyelmet kell szentelni a többi természettudományos tantárggyal, a matematikával és a technikai ismeretekkel való kapcsolatra. Különös a jelentősége a részecskeszemlélet tanításának azért is, mert az anyag részecskékből való felépítettségének elve, és a gázok számos tulajdonságát hatékonyan magyarázni tudó golyó-modell az első a tanítás során, amelyről a gyerekeknek el is áruljuk, hogy modell. Így aztán e téma tanításánál a tananyagon túl foglalkozunk a természet megismerése során alkalmazott eljárással, a modellezéssel. A legtöbb tanterv szerint az anyag részecskemodelljét már a fizikatanulmányok legelején ki kell alakítani a gyerekekben. Ez a bevezetés gyakran szervesen illeszkedik a hőtan ismereteinek tárgyalásába, s a részecskemodellt a hőmérséklet és a belső energia értelmezésénél, a gázok nyomása, a halmazállapot-változások, a hőtágulás magyarázatánál alkalmazzuk. Később, a középfokú oktatásban a hőtan mélyebb tárgyalásánál, illetve a fizikatanulmányok végén a modern fizikai ismeretek tanításánál foglalkozunk újra a részecskeszemlélettel. A leggyakrabban alkalmazott modellt tanításunkban „golyó modell”-nek is nevezünk. Ez viszonylag egyszerű, segíti a tanulókat és a tanárokat is a tananyag feldolgozásában. Az elsajátítást az teszi különlegessé, viszonylag egyszerűvé, hogy a gázok golyómodelljének alkalmazásával rendkívül sok egyszerű, látványos kísérlet értelmezhető, és sok hétköznapi jelenség magyarázható meg eredményesen. Ez arra ad jó lehetőséget, hogy a modell alkalmazhatóságáról a tanulókat a saját tevékenységeik győzhetik meg. E téma tanulása során az elmélet alkalmazása, és néhány részlettel való bővítése a diákok többsége számára izgalmas szellemi kihívást jelenthet. A téma eredményes tanulásához a kezdeti szakaszban (a számszerű összefüggések megfogalmazása előtt) nagyon kevés előismeret szükséges, így különösen az általános iskolában megfigyelhető, hogy gyakran olyan diákok teljesítenek kiemelkedően e témában, akik korábban nem mutattak a tantárgy iránt különös érdeklődést.

Hogyan képzelhető el a modellalkotás feldolgozása? Az anyag részecskékből való felépítettsége a tantervben a 6. osztályos tananyagban jelent meg. Az oktatott egész fizika tananyag egyik fontos alappillére lett, és napjaink tanterveiben is az. A részecskeszemlélet egyes hőtani részek értelmezésénél jelenik meg, így pl. a hőtágulás, a halmazállapot-változás, a hőterjedés formáinak tanításakor. A modellalkotás szemléletesebb képet alakít ki a tanulóknak pl. a hőmérsékletről, a belső energiáról. Ez a szem-

lélet a NAT és a Kerettantervhez írott tankönyvek legtöbbszörében megtalálható (Baranyi 1992).

A korszerű tanulásfelfogás szerint figyelemmel kell lennünk a gyerekek előzetes tudására, vélekedéseire. Egy-egy téma feldolgozása előtt mindig felmérjük a gyerekek előzetes ismereteit, tudását, amelynek ismeretében elkészül a tanítási terv. Ez szükséges az „új” tananyag feldolgozásához. Az előismeretek feltérképezése évről évre folyamatosan történik. Mindig építünk a korábbi években szerzett tapasztalatainkra, de minden osztálynál újra megtesszük ezt a lépést. Erre azért is szükség van, mert változik a tananyag, változik a gyerekek viszonya ezekhez az ismeretekhez. Pl. szereti a mechanikát, előismeretei ehhez a témakörhöz megvannak. Ugyanakkor távol áll tőle az elektromos ismeretek témakör, így elképzelhető, itt több a továbbhaladáshoz a tudásbeli hiányossága. Nagyon oda kell figyelni arra, hogy olyan módszereket és feladatokat válasszunk, amelyek jól illeszkednek az adott konkrét osztály tanulói tanulási szokásaihoz, érdeklődési köréhez, meglévő- és fejlesztendő ismereteihez. Sok esetben alkalmazzuk az együttműködésen alapuló módszereket, azaz a frontális osztálymunkát. Ugyanakkor a gyakrabban kell alkalmaznunk a tanulók haladási ütemének, érdeklődésének megfelelően a differenciált egyéni, páros vagy csoport munkát. (Wagner Éva 2009). A meglévő ismereteket nem csak egy-egy témakör elején térképezhetjük fel, hanem pl. a dolgozat írása előtt is. Ez történhet például szóban, az összefoglaló órán. Ebben az esetben megfigyeljük a tanulók mennyire tudnak választ adni a kérdésekre, hogyan tudják megoldani a feladatokat. Általános képet kapunk meglévő ismereteikről. Ez a módszer nem a leghatékonyabb, mert minden tanulóra nem tudunk kellő mértékben figyelni. Amennyiben tanmenetünk engedi, úgy amikor feldolgoztuk a tananyagot, de még a témazáró előtt, ellenőrizzük egy diagnosztikus dolgozattal, hogy a gyerekek elsajátították-e a továbbhaladáshoz szükséges alapokat. Ezt követően biztosítani lehet egy rövid korrekciós szakaszt, amelyben mindenki személyre szabott feladatokat kap és lehetőség van a felzárkózásra. Ezt követi a témazáró dolgozat megírása.

Az előzetes tudás felmérése egy témakör tanítása során mindig jelentős szerepet játszhat például abban, hogy milyen előzetes tudásra, milyen gyermeki elképzelésekre számíthatunk a témakör feldolgozása során.

Hogyan végezhetjük az előzetes ismeretek felmérését? Ennek megoldása természetesen tanár, diák, eszköz, idő kérdése. Úgy gondolom, sajnos a

mai órakeretek és megtanítandó ismeretanyag mellett nem nagyon oldható meg, hogy egy teljes órát szánjunk az előzetes ismeretek feltérképezésére. Ettől függően nézzünk néhány lehetőséget:

- egyéni interjú a tanulókkal, a témával kapcsolatban,
- csoportos problémamegoldás,
- diagnosztikus beszélgetés különböző (4–6 fő) létszámú csoportokban (Radnóti, Nahalka 2002),
- önállóan feladatlap kitöltése (gyakorlati példákra, jelenségekre való kérdezés, mennyiségek jele, mértékegysége, esetlegesen összefüggések felírása az összetartozó mennyiségek között).

Ezek a módszerek tulajdonképpen alkalmazhatók belépő tantárgyak esetén, témakörök végén, új témakör kezdetén is. Ezeket a tájékozódó „dolgozatokat”, beszélgetéseket nem lehet osztályozni, ezek csak a tanárnak és a tanulónak ad visszajelzést arról, milyen ismeretekkel kell bővíteni tudását.

A korábbi ismeretelméletek szerint az új tudás a régi ismeretekhez adódik. A konstruktivizmus viszont azt vallja, hogy az új ismereteket a tanuló maga konstruálja meg, és ebben a folyamatban meghatározó szerepe van az előzetes tudásnak (Nahalka 2002).

A tanulóknak minden témával kapcsolatban van valamilyen, „jó” vagy „rossz” előzetes elképzelésük, amely meghatározza a tanulás folyamatát, és sajnos nem egy esetben nehezíti azt. Ezért fontos feladat, hogy a pedagógus fokozottan figyeljen oda ezekre az elképzelésekre, hiszen ellenkező esetben féltő, hogy a tanulóban nem alakul ki az új tudás vagy esetleg hamis, nem tudományos elképzelése lesz bizonyos törvényekkel, fogalmakkal kapcsolatban. Cél tehát, hogy a tanulóban a tudomány eredményeinek megfelelő elképzelések, elméletek konstruálódjanak meg. Ennek a konstrukciónak a folyamatát *fogalmi váltásnak* nevezzük.

A fogalmi váltással nem mindig szűnik meg teljesen a régi gondolkodásmód, az nem tűnik el végleg. A tudomány egyre tökéletesebb modelleket alkot, azzal a céllal, hogy az majd egyre pontosabban megfeleljen a tapasztalatoknak.

A fogalmi váltást elérni nem könnyű feladat. Először a diákoknak látniuk kell saját gondolkodási mechanizmusukat, majd ütköztetni kell olyan jelenséggel, amire már nem ad magyarázatot eddigi elméletük. Ez történhet a tanulók beszélgetésével, vagy vitát kezdeményezünk az osztályban egy kérdés kapcsán. A következő lépésként meg kell ismertetni a tanulók-

kal az új elképzelést. Elképzelhető, hogy ezt először elutasítják, de fokozatosan be kell látniuk, hogy azzal mind a régi (amit még a régi elképzelés is megmagyarázott), mind pedig az újabb jelenségeket (ami az ellentmondást kiváltotta) magyarázni lehet. Végül pedig az új elképzelés sikere, hogy azzal már magyarázhatók olyan jelenségek is, melyeket a régi elv nem magyarázott. A fogalmi váltás általában nem rövid folyamat, amelynek során a fogalmi rendszer kisebb vagy nagyobb mértékben módosul. Egyszerűbb esetekben a fogalmi rendszer új elemekkel, új kapcsolatokkal történő gazdagodása zökkenőmentes és több éves tanulás után elvezet a tudományos ismeret megértéséhez. Gyakran előfordul, hogy jelentős mértékű átrendeződés, alapvető fogalmak módosulása, a világ megismerését determináló alapelvek megváltoztatása is szükséges. A tanulók tévképzei nem cserélhetők le egykönnyen egyik pillanatról a másikra a tudományos fogalmakra. (Korom 2005) Példa a fogalmi váltásra: Erőtlen átrendeződés zajlik például a Föld alakjának megértésénél. Fontos, hogy be kell látni, a gravitáció nem felülről lefelé, hanem a Föld középpontja felé hat, ezért nem esnek le az emberek a földfelszínről. Másik példa a newtoni mechanika megértése; a gyerekeknek el kell fogadniuk a közvetlen tapasztaláson alapuló, az arisztotelészi fizikára vagy a középkori lendületelméletre hasonlító meggyőződésük mellé egy új rendszert is az erő és a mozgás kapcsolatáról. Ez a folyamat fokozatosan, különböző állapotokon keresztül megy végbe. Általában sokáig egymás mellett élnek, illetve különböző mértékben és formában keverednek a tanulók tudatában a kezdeti és az új fogalmi rendszer elemei. Az egymással nem kompatibilis előzetes tudás és új ismeret összeillesztése jelentős kognitív erőfeszítést igényel és gyakran a tanulmányok befejezéséig sem jár sikerrel.

Több kutató a gyermektudománnyal kapcsolatos vizsgálatok eredményeként kapott olyan eredményt, hogy *a gyermeki elképzelések sokszor követik a tudománytörténet főbb állomásait, elképzeléseit.*

Felhasznált irodalom

- Baranyi Károly (1992): *A fizikai gondolkodás iskolája I., II., III.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Fényes Imre (1980): *A fizika eredete.* Gondolat Kiadó.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás.* Műszaki Könyvkiadó. Budapest.

- Nahalka István (2002): *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben?* Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Radnóti Katalin (2010): *A fizikai fogalmak alakulása*. Fizikai Szemle, LX. (7–8), 255–260.
- Radnóti Katalin & Pipek János (2009): *A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban*. Fizikai Szemle, LIX. (3), 107–113.
- Radnóti Katalin (2009): *A természettudományi nevelés és a fizikaoktatás helyzete a 2008-as tanári felmérés tükrében*. Új Pedagógiai Szemle, (2009/3), 3–17.
- Wagner Éva (2009): *A gyermeki elképzelésekkel és változásaikkal kapcsolatos ismeretek és alkalmazásuk a konstruktivista szemléletű fizika tanítás során*. PhD értekezés. ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola.

Ajánlott irodalom

- Nahalka István: *A mechanika tanításának konstruktivista alapjai*.

2.2. A képletek hatékony tanítása

Az általános- és középiskolában az ismeretszerzés leginkább induktív módon történik. Ez azt jelenti, hogy kísérleteket végeznek el (önállóan vagy demonstrációs kísérleteket látnak) a tanulók vagy a tanárok, megbeszélnek a tapasztaltakat, abból összefüggéseket, törvényszerűségeket állapítanak meg. A tanulók tudásának és absztrakciós képességének fejlődésével lehetőség nyílik a természettudományos ismeretszerzés másik módszerének, a dedukciónak az alkalmazására is. Ebben az esetben fordított a helyzet, az ismert törvényekből kiindulva, következtetésekkel (elsősorban matematikai, gyakran számítógépes módszerekkel) jutnak el a tanulók az új ismeretekhez, amelyeket azután, ha szükséges, kísérletileg is igazolnak. A tanulók egy része képes ezt a második utat követni, azaz megérti a képletcentrikus, absztrakt tárgyalásmódot is. Ők már azokkal az absztrakt sémákkal dolgoznak, amelyek túllépnek az adott témakörön és egy másik területen előkerülve különösebb alapozás nélkül is használni tudják azokat.

A fizika tantárgy keretében eszközként használjuk a matematikát. A tanterv alkalmazása során az életkornak megfelelően megjelennek az adatgyűjtés, tapasztalat, értelmezés, megértés folyamatait segítő matematikai modellek, eszközök, például matematikai műveletek, függvények, táblázatok, egyenletek, grafikonok, vektorok. A felsőbb matematika elemeiből mindössze a szögfüggvények, illetve kevés koordináta-geometriai ismeret szükséges. Fontos, hogy a tanulók elsősorban ne képleteket, hanem összefüggéseket, függvényszerű kapcsolatokat lássanak a fizikai törvények matematikai megfogalmazásai mögött.

Mint ismeretes az elmúlt években általában csökkent a fizika órák száma, az elsajátítandó ismeretek mennyisége viszont nem, így kevesebb lehetőség van a kísérletek elvégzésére. Ennek és a fizika érettségi követelményeinek eredménye az, hogy a fizikatanítás eltolódott elméleti és feladatmegoldó irányba. Ha továbbvezetjük a fonalat eljutunk odáig, hogy a mai tanulók zöme elzárkózik a fizika tanulásától, nem szereti a tantárgyat, csak azok a gyerekek foglalkoznak vele szívesen, akiknek a továbbtanuláshoz szükségük van erre a tantárgyra. Természetesen kivételek vannak, hiszen sok tanuló vesz részt kísérletező vagy egyéb fizika versenyen, szaktáborban, szakkörön, más foglalkozáson. Leszögezhetjük, a diákok számára érdekes jelenségek szükségesek ahhoz, hogy a bonyolultabb ismereteket könnyebben el tudják sajátítani.

A tankönyvekben szereplő tananyagok az új ismeret mellett sok érdekességet, számítási feladatot tartalmaznak. A kérdés, hogyan oldjuk meg a feladatokat, illetve hogyan alkalmazhatjuk a feladatok megoldásánál a képleteket? Természetesen ehhez mindenki számára nem adhatunk egységes programot, csak javaslatot tehetünk, hiszen nem vagyunk egyformák.

A fejezet elején szó volt arról, hogy az általános- és a középiskolában a megismerés útja a konkrétól (vagyis az érzékszervekkel érzékelhetőtől) az absztrakt (érezsérvekkkel nem érzékelhető) felé halad. Ennek oka, hogy az absztrakt fogalmak, jelenségek a konkrétabbakból épülnek fel, és azt tudjuk könnyebben, alaposabban megérteni, amire már van valamilyen ismeretünk, tapasztalatunk (Neisser, 1984).

Nézzünk egy példát a téma feldolgozására!

Ohm törvénye

A múlt órán megtanultuk az elektromos ellenállás fogalmát, jelét, mértékegységét. A tanultak alapján mivel magyarázzuk, ha ugyanarra az áramforrásra kapcsolunk egy kenyérpíritót, majd egy vasalót, más-más áramerősséget mérünk? Megfigyelési szempont: Hogyan változik az áramerősség, ha változtatjuk a feszültséget?

Kísérlet, illetve mérés elvégzése elektrovarián. Frontális kísérlet, a tanulók bevonásával. Ők olvassák le a mérőműszerekről a feszültség- és áramerősség értékeket. Ugyanazt az ellenállást (nem tudjuk az értékét) egyre nagyobb feszültségre kapcsoljuk (kétszer, háromszor, négyszer akkora az eredetihez képest), és megvizsgáljuk az áramerősség változását. Mérési eredményeket táblázatba rögzítjük, mely egyik sora tartalmazza a feszültség, második sora az áramerősség mért értékét, harmadik sorát egyelőre üresen hagyjuk. Mindenki kitölti a táblázatot és elkészíti a grafikon. A feszültség függvényében ábrázoljuk az áramerősséget. Mérési eredmények a következők:

U (V)	4	8	12	16
I (A)	0.08	0.15	0.24	0.32
$\frac{U}{I} \left(\frac{V}{A} \right)$	50	53	50	50

Elkészítjük a grafikon, és az alapján megválaszolhatóak az alábbi kérdések:

Mi a függvény képe?

Milyen arányosságról van szó?

Mit tudunk az összetartozó értékpárokról?

Számítsuk ki a mérési eredményeknél a feszültségek és a hozzájuk tartozó áramerősségek hányadosát! Mit tapasztalunk?

A 3. mérés kicsit pontatlanra sikerült, itt valószínű a műszer leolvasása volt pontatlan. De a többi mérési eredmény adja az egyenes arányosságot a feszültség és az áramerősség között, ha ugyanazt a fogyasztót alkalmazzuk.

Volt egy német fizikus, aki ezt a törvényszerűséget felismerte, így az előbbi megállapítás az ő nevét viseli. Ez a fizikus Georg Simon Ohm volt, az ő nevét kapta ez a törvény.

Az U/I hányados megadja a fogyasztó ellenállását. Tudjuk az ellenállás jele R , ezért Ohm törvényének matematikai alakja:

$$R = \frac{U}{I}$$

Ez alapján az összefüggés alapján számíthatjuk ki a fogyasztó ellenállását. Mikor 1Ω az ellenállás? Pl. ha 1 V a feszültség a fogyasztó kivezetései között és 1 A erősségű áram folyik át rajta. De más összetartozó értékpárokat is mondhatunk. A lényeg, hogy a két mennyiség hányadosa 1 legyen. Hogyan számítható ki Ohm törvénye alapján a feszültség?

Feladat: Egy motorkerékpár izzójának ellenállása 2.4Ω , a rajta átfolyó áramerősség 2.5 A . Mekkora feszültség mérhető az izzó két kivezetése között?

Megoldás következtetéssel:

$$R = 2.4 \Omega$$

$$I = 2.5 \text{ A}$$

$$U = ? (\text{V})$$

A 2.4Ω ellenállás azt jelenti, hogy 1 A erősségű áram esetén a feszültség 2.4 V , akkor 2.5 A erősségű áram esetén 2.5 -szer annyi, azaz $2.4 \text{ V} \cdot 2.5 = 6 \text{ V}$.

Megoldás képlettel:

$$R = 2.4 \Omega$$

$$I = 2.5 \text{ A}$$

$$U = ? (\text{V})$$

Az előbbi következtetés alapján a feszültség kiszámítható a következőképpen:

$$U = I \cdot R$$

Behelyettesítve az adatokat: $U = 2.5 \text{ A} \cdot 2.4 \Omega = 6 \text{ V}$

A kétféle számítási móddal ugyanarra az eredményre jutottunk. A számításos feladatoknál, ha megoldható, előbb végezzünk valamilyen mérést, a mérés alapján következtessünk, utána keressünk összefüggést, képletet. Lesznek olyan tanulók, akik nem képletekkel számolnak, hanem logikai úton jut el a jó megoldáshoz. Az ő esetükben a józan ész, a gondolkodási műveletek dominálnak. Megoldásuk igazából értékesebb, mint azok munkája, akik betanulják a képleteket és mindenben azokat keresik, szinte gondolkodás nélkül. Elképzelhető, hogy fizikai tudás nincs mögötte, csak mechanikusan oldják meg a feladatokat. Ezért kell tőlük indoklást, magyarázatot kérni, miért úgy oldották meg a feladatot, értelmezzék megoldásukat.

Fizikában nagyon sok esetben egyenes-, fordított arányosság van két mennyiség között, ha a harmadik állandó (szilárd testek nyomása, kétfolyadékos közlekedő edények, egyenes vonalú mozgásoknál sebesség, gyorsulás, teljesítmény, stb.). Itt sem elégedjünk meg a képletbe való behelyettesítéssel, kérjük az összefüggések magyarázatát, értelmezését.

Természetesen léteznek bonyolultabb képletek is. Így pl. a mágneses indukcióval, az ideális gázokkal, a radioaktivitással kapcsolatos képletek, amelyek tanítása sok türelmet, odafigyelést, az elmélet alaposabb ismeretét kívánják meg a tanulóktól. Ezen feladatok megoldásánál is hasonló a munkamenet az előbb leírtakhoz. Ezeknél az ismereteknél is törekedjünk amennyiben lehet, hogy következtessünk, utána fedezzük fel az összefüggéseket, alkalmazzuk a képleteket.

A leképezési törvény ($\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$) alkalmazása feladatok megoldásában

Ez a képlet a nehezebben alkalmazható-, megtanulható közé tartozik. Először meg kell mutatni a tanulóknak a matematikai levezetést, ami alapján „alakul ki” ez a képlet. A tanulókkal együtt haladva, őket is bevonva kell elvégezni a matematikai műveleteket a képlet „megalkotásához”. Meggondolandó, hogy a gyengébb képességű tanulók esetében érdemes-e a levezetést elkészíteni. Várhatóan matematikai ismereteik is hiányosak, nem biztos, hogy látják a hasonló háromszögeket, visszaemlékeznek az azokra jellemző tulajdonságokra, nem biztos, hogy megértik a levezetés lényegét. Elképzelhető, náluk elég, ha közöljük, milyen kapcsolat van a fókusz távolság reciproka, a képtávolság reciproka és a tárgy távol-

ság reciproka között. Gondot jelenthet a reciprok fogalma is, így az alapképlet értelmezésére, alkalmazhatóságára, alkalmazására több időt kell fordítani. Ezek után újabb probléma elé nézhetünk, ugyanis a képletbe való behelyettesítés, a számolás (közös nevezőre hozás, a számológép használata) újabb kihívást jelent a tanulóknak. Mivel a képlet alkalmazása sem egyszerű, ezért törekedjünk a feladatoknál a mindennapi életből vett adatokat, a tanulók érdeklődési körének megfelelő szövegezést megvalósítani. A számadatokkal való műveletek legyenek könnyen kezelhetők. Ezek segíthetik a feladatok megoldását.

Lássunk erre egy példát. Péter nagyítójával vizsgált egy virágszirmot. Tudta, hogy nagyítója 10 dioptriás, a virágszirmot 4 cm-re helyezte el a lencsétől. Kíváncsi volt arra, mekkora a lencséje nagyítása?

Kigyűjtjük az adatokat:

$$D = 10$$

$f = 10$ cm (tudják a tanulók a kapcsolatot a dioptria és a fókusztávolság között, ha nem, meg kell velük beszélni. Továbbá tudják, hogy a nagyító domború lencse, dioptriája, fókusztávolsága pozitív előjelű.)

$$t = 4 \text{ cm}$$

$$N = ?$$

Megbeszéljük a tanulókkal, hogy a nagyítás kiszámításához a képtávolságot is ki kell számolni. Ehhez van szükség a leképezési törvény alkalmazására, azaz:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$$

ebből az összefüggésből, képletből kell kiszámolni a képtávolságot. Kétféleképpen járhatunk el, kifejezzük az

$$\frac{1}{k} - t$$

és úgy helyettesítünk be vagy az eredeti képletbe helyettesítünk, és úgy határozzuk meg a képtávolságot. Az ügyesebb tanulók gyorsan ki tudják számolni a képtávolságot, főleg ha a számológép használata sem okoz gondot számukra. A legtöbb esetben kérjük a tanulókat, hogy amikor képlettel számolnak, akkor mértékegységekkel is dolgozzanak. A mostani feladatnál ettől eltekinthetünk, mert így is bonyolult a feladat megoldása az átlagos- és a gyengébb képességű tanulóknak. A feladat megoldása közösen történik, a tanulók írják a füzetükbe a táblán lévő megoldást.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t} \qquad \frac{1}{10} = \frac{1}{k} + \frac{1}{4} \qquad \frac{1}{k} = \frac{1}{10} - \frac{1}{4} = \frac{2-5}{20} = -\frac{3}{20}$$

$$k = -\frac{20}{3} \text{ cm}$$

Mivel a nagyítást kell kiszámítani, ezért meg kell beszélni, hogyan végezzük ezt el. Meg kell beszélni a fogalmát, ez alapján képlet felírása nélkül is számolhatnak a tanulók. Ha ragaszkodunk a képlet alkalmazásához, akkor behelyettesítünk abba.

$$N = \frac{k}{t} \qquad N = \frac{-\frac{20}{3} \text{ cm}}{4 \text{ cm}} \qquad N = -\frac{5}{3}$$

Tehát Péter lencséje $\frac{-5}{3}$ nagyítású.

Nagyon sok hasonló feladatot kell megoldatnunk a tanulókkal, hogy megfelelő feladatmegoldó készség alakuljon ki bennük ilyen típusú feladatok esetén is. Ha rendelkezünk mérési eredményekkel és azokat használjuk fel a számolásnál, még hatékonyabb lehet a képletek alkalmazása, tanítása. Törekedjünk arra, hogy a számolt adatok reálisak, a tanulók számára hihetőek legyenek. Legyen motiváló hatása a feladatok szövege, rajzoljon a tanuló a megoldás előtt, ahol ez segíti a megoldást.

Felhasznált irodalom

- Egri S. & Máth J. (2013): *Fizikatanítás: mit, hogyan, kinek?* Fizikai szemle, 2013/7–8.
- Neisser, U. (1984): *Megismerés és valóság.* Gondolat kiadó, Budapest
- Radnóti K. & Nahalka I. (2002): *A fizikatanítás pedagógiája* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Radnóti K. & Pipek J. (2009): *A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban* Fizikai Szemle 59/3 107–113.

Ajánlott irodalom

- Chrappán, M. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai* Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok Debrecen. 37–50.

2.3. Modern tartalmak a fizikaórán: hálózatok (Barabási), anyagtudományok (nano anyagok, üvegszálak stb.), részecskefizika (cern)

A 2012-ben megújult Nemzeti Alaptantervben a megtanulandó tananyag kis mértékben modern tartalmakkal egészült ki. Hagyományosan modern fizika alatt a kvantummechanikát és a relativitás-elméletét értik. A speciális relativitáselmélet születését talán 1905-re tehetjük, de a kvantumfizika alapjait is ebben az időben alkották meg. 2014-ben nem indokolt tehát „modern”-nek nevezni ezeket az elméleteket. Amikor igazán modern tartalmak tanítására vállalkozunk két dolgot érdemes szem előtt tartani. Az egyik az a haszon, ami abból származik, ha a diák valóban aktuális és a hétköznapokban előforduló dolgokról hall az iskolai órán, mondjuk a Higgs-bozon felfedezésével, a Fukushimai katasztrófával, vagy az első Föld típusú exobolygó észlelésével kapcsolatban. Ekkor ugyanis külön magyarázat nélkül is világos lesz számára, hogy a fizika hasznos dolog. Hasonlóan természetesen éli át a hasznos tudás megszerzésének élményét, ahogy a biológiából tanultak is eszébe juthatnak egy erdei kiránduláson a látott állatokkal, növényekkel kapcsolatban. A valósághoz való ilyen szoros kötődésről a fizika tanítása során sem mondhatunk le. A modern tartalmak tanításával kapcsolatban meg kell jegyezni azt is, hogy a tudományos megismerés kanyargós úton, gyakran tévedéseken keresztül halad előre. A friss ismeretek még nem tisztultak le és megítélésük, szerepük változó. Az is előfordulhat, hogy a jövő megcáfolja a most még igaznak tűnő elméletet.

Korunk fizikusai sok elemből álló rendszereket modelleznek szuper-gyors számítógépeken. A sok-sok alkotóelem sokféle kapcsolatban van egymással. Ilyen rendszer az idegsejtek hálózata, ilyen rendszer maga a Föld. Az időjárás alakulása a napjainkban egyik legjobban kutatott kérdés. Ilyen rendszer a technikai civilizáció által létrehozott információs hálózat vagy az internet.

A hálózatokkal kapcsolatos ismereteink az elmúlt évtizedekben gyarapodtak, jelentős részben a magyar tudós, Barabási Albert László munkája révén, aki mintegy folytatta az ugyancsak magyar Rényi Alfréd és Erdős Pál által elindított kutatást (Barabási 2000).

A hálózat valójában csomópontok és közöttük húzott élek együttese. Ha az életek véletlen sorsolással húzzuk be a csomópontok közé, olyan hálózatot kapunk, amelyben a csomópontok egyenletesen osztoznak az

éleken. Ha a koordináta-rendszer vízszintes tengelyén az egész számokat ábrázoljuk és a függőleges tengelyen azt, hogy hány csomópont van, ahonnan éppen annyi él indul ki haranggörbe szerű hisztogrammot kapunk. Lesz egy leggyakoribb vagy átlagos élszám. Ezzel jellemezhető is az ilyen, úgynevezett Rényi-Erdős féle hálózat. Az internet (www) azonban nem így épül fel. Az új csomópont nagyobb valószínűséggel csatlakozik már több meglévő éllel rendelkező csomópontokhoz. A honlapok hálózata ilyen, úgynevezett skálafüggetlen hálózat. A skálafüggetlen hálózatok jobban ellenállnak a véletlen hibáknak, mint az Erdős-Rényi féle hálózatok. Egy-egy csomópont kiesése ellenére a hálózat eredeti működése fenntartható marad.

Egy internetes közösségnek sok millió tagja lehet. Egy tag sok száz másik taggal tartja a kapcsolatot. A kapcsolat a tagok között egyenrangú, és szövegek vagy képek időnkénti cseréjét jelenti. Az egyes tagok viselkedése nehezen jósolható meg. Ha mindenki egyszerre ül géphez és elkezd üzeni akkor a sok üzenet túlterhelheti a rendszert. Egy ilyen úgynevezett kommunikációs hálózat viselkedése, egyszerű felépítése ellenére nehezen leírható és bizonyos esetekben nehezen előre jelezhető lehet.

Az interaktív televíziózás a hagyományos, egyoldalú közvetítés alternatívájaként terjed gyors ütemben. Az emberi agyban több mint 100 milliárd idegsejt, neuron található. Az agy működését a neuronok közötti kapcsolatok biztosítják, mai tudásunk szerint egyetlen neuron akár 10 000 másikkal is kapcsolatban lehet. Tudjuk, hogy az agy óriási tanulási és alkalmazkodási képességgel rendelkezik és tanulással, gyakorlással fejleszhető. Az agy az érzelmek, a gondolatok megszületésének helye, az emlékek tárháza, az emberi értelem hordozója.

Pedig egyetlen idegsejt működése nem olyan bonyolult., egy vezérelt elektromos kapcsoló működéséhez hasonló. Az idegsejt képes fogadni a hozzá kapcsolódó többi idegsejt által küldött elektromos jeleket. Ha a jelek összességében elég erősek, akkor az idegsejt saját jelet generál, amit szétküld a vele kapcsolatba levő többi idegsejtnek.

Hasonló tulajdonságú neuronokból épülnek fel a kutatók által létrehozott mesterséges neurális hálózatok. Az elsőt 1943-ban alkották meg, de a téma iránt sokáig nem volt érdeklődés, másrészt gyors számítógépek nélkül nehéz volt ilyen hálózatokat modellezni.

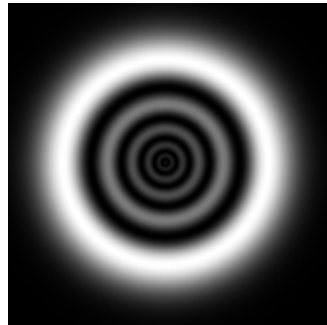
A mesterséges neurális hálózatok még nem képesek mindarra, amire az emberi agy, de például képesek gyakorlás vagy tapasztalatszerzés révén

megváltozni, azaz tanulni, vagy képesek az alakfelismerésre, matematikai számítások gyors, párhuzamos elvégzésére. Az ilyen hálózatok sérülés esetén képesek helyreállítani működésük egy részét, akár az emberi agy.

Mikor alkotjuk meg azt a mesterséges neurális hálózatot, amit emberi értelemben értelmesnek nevezhetünk majd? Vagy a mesterséges értelem váratlanul, a kommunikációs hálózatokban jelenik majd meg, és az internet magától kezd tanulni, érezni, gondolkodni?

A hálózatokban és komplex rendszerekben lezajló jelenségek vizsgálat vezet el a kaotikus viselkedés vagy az úgynevezett szinkronizáció vizsgálatához. Egy fizikai rendszer akkor viselkedik kaotikusan, ha a kiindulási feltételek apró változása jelentősen megváltoztatja a rendszer későbbi sorát. Ha egy kés éle fölött elejtünk egy golyót, nagyon kis elmozdulás befolyásolja, hogy jobbra vagy balra pattan. Sokkal több kaotikus folyamat vesz körül minket, mint gondolnánk, és a kaotikus viselkedés hozza létre a gyönyörű, tört dimenziós alakzatokat, a fraktálokat. A korszerű számítógépekkel bárki betekinthez a két és 3 dimenziós fraktálok világába. A szinkronizáció egyik jó példája a vastaps, amikor az egymással kapcsolatban levő nézők összebészélés nélkül együtt tapsolnak. A szinkronizáció elmélete választ ad arra, miért gyorsul a vastaps.

A fizika egyik leggyorsabban fejlődő területe a szuperszámítógépeken futtatott szimulációs programok segítségével végez el veszélyes vagy költséges kísérleteket, például atomrobbantást, vagy próbálja megsejteni az időjárás változásait.



1. ábra

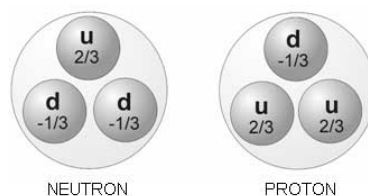
Elektronállapotok szemléletes ábrázolása. Ahol erőteljesebb a szín, ott nagyobb valószínűséggel található az elektron. A kép a H-atom elektronjának egyik gerjesztett állapotát ábrázolja.

A huszadik század elején olyan új fizikai elmélet született, ami Niels Bohr különös feltevéseire is magyarázatot adott. Az új elmélet a kvantummechanika volt. Ebben az elméletben a részecskéket nem a lendületükkel és sebességükkel jellemzik, hanem az úgynevezett állapotfüggvénnyel (hullámfüggvénnyel). A hullámfüggvény abszolút értékének négyzete a tér egy pontjában megadja azt, hogy milyen valószínűséggel található az elektron az adott pont kis környezetében. A fizikusok kiszámolták az atommag körül levő elektron állapotfüggvényeit, és azt, hogy milyen valószínűséggel található az elektron az atommag körüli tér egyes pontjaiban.

A kvantummechanika segítségével sikerült megmagyarázni a mért spektrumok elemzése és szórás kísérletek során tapasztaltakat.

Az elmúlt 40 év jelentős változást hozott a legkisebb és a legnagyobb objektumok kutatásában is. A ma születő nagy fizikai kísérletek a világ-egyetem anyagának talán 75%-át is kitevő sötét anyag megtalálását célozzák, ennél kisebb, de jelentős mennyiségű sötét energia is alkotja az Univerzumot. A világűrbe telepített űrtávcsövek hihetetlen mennyiségű képet készítenek és juttatnak a Földre. A képeket esélye sincs az emberiségnek végig nézni. A például a CERN-ben is folyó nagy energiájú ütközések során keletkező sugárzás észlelése az anyag felépítésének egyre pontosabb megismerését teszi lehetővé. Az eredmények a részecskefizika úgynevezett Standard modelljével vannak összhangban.

A proton, elektron, neutron felfedezése csak a kezdet volt a sorban. Egyre több, egyre különlegesebb részecskéket fedeztek fel a szórás kísérletek és az atomok ütközéseinek megfigyelése során. Ilyen részecske a nagyon kis tömegű semleges részecske, a neutrínó, az elektronnal egyforma tömegű, de pozitív töltésű pozitron, az elektron töltésével megegyező töltésű, de jóval nagyobb tömegű müon. A szaporodó kísérleti eredmények alapján alkották meg a részecskéket és a köztük levő kölcsönhatásokat leíró Standard Modellt.



2. ábra

A proton és a neutron felépítése a Standard Modellben

(<http://static.astronomija.co.rs/nauke/fizika/atom/kvark/kvark.htm>)

A standard modell elképzelése szerint a protonok és a neutronok is kvarkokból épülnek fel. A hat féle kvark elektromos töltése az elektron töltésénél is kisebb, egy protont és egy neutront három-három kvark alkot. Az elektron töltésének nagyságát e -vel jelölve a proton két $+(2/3)*e$ elektromos töltésű „up” kvarkot és egy $-(1/3)*e$ töltésű „down” kvarkot tartalmaz, amelyek szoros kölcsönhatásban vannak egymással. A neutron két „down” és egy „up” kvarkból áll.

A standard modellben a természetben fellelhető alapvető kölcsönhatásokat is részecskék közvetítik.

A világegyetemben négy alapvető kölcsönhatás van, ezek az erős, a gyenge, az elektromágneses és a gravitációs kölcsönhatás. Közülük a gravitációs kölcsönhatás a leggyengébb, de ennek a hatótávolsága a legnagyobb, gyakorlatilag végtelen. Az elektromágneses kölcsönhatás is hasonlóan nagy hatótávolságú, de sokszor erősebb, mint a gravitációs. A gyenge és erős (vagy nukleáris) kölcsönhatások nagyon rövid hatótávolságúak, gyakorlatilag az atomokon belül lépnek csak fel. Az elmélet szerint az alapvető kölcsönhatások a megfelelő, a kölcsönhatást közvetítő részecskék kicserélésével értelmezhetőek. Az elektromágneses kölcsönhatás közvetítő részecskéi a fotonok, az erős kölcsönhatásé a gluonok, a gravitációs kölcsönhatásé a kísérletileg még ki nem mutatott gravitonok.

Az ütközéseket figyelő detektorokból érkező adattömeg továbbítása, tárolása és feldolgozása valódi kihívás a mai számítástechnikának is – okos programok nélkül reménytelen lenne.

A hétköznapokban egyre több különleges tulajdonságú anyaggal találkozunk. Nagyon szilárd fonalakkal, alakjukra emlékező fémekkel, habkönnyű aerogélekkel, különleges optikai és elektromos tulajdonságú anyagokkal. Ezeket a szilárdtestfizikában bekövetkező fejlődésnek köszönhetjük. Manapság képesek vagyunk akár atomonként összerakni az anyagot a nanométeres mérettartományban dolgozva. Ezért hívják a fizikának ezt a valóban modern területét nanofizikának.

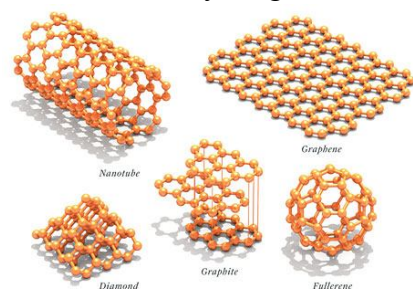
A fizika és az anyagtudományok egyik legfiatalabb ága a nanotechnológia. A nanotechnológia alkalmazása során a tudósok különleges részecskéket és más, néhány 100 nm vagy annál is kisebb méretű szerke-



zeteket hoznak létre. A térfogatukhoz képest általában nagy felületű nanocsövek, nanogömbök, nanorétegek méreteit és elrendeződését nagy pontossággal alakítják ki, néha az egyes atomok helyzetét is pontosan beállítják. A nanotechnológia segítségével különleges tulajdonságú, például nagyon erős vagy különleges színű anyagok hozhatók létre, amelyek viselkedését a kvantumfizika segítségével lehet leírni.

Néhány évtizede figyeltek fel a tudósok a nanorészecskék különleges tulajdonságaira. A kísérletek során a nagyjából 100 nm átmérőjű szilícium gömbökre nagyon vékony aranyréteget vittek fel. Az így létrejött arany nanogömböket tartalmazó oldat színe erősen függött attól, hogy hány nanométeres volt a felvitt aranyréteg.

Az arany nanogömbök különleges fényelnyelő tulajdonságának a hátterében az aranyrétegben található elektronok összehangolt mozgása áll.



Ha egy tálba vizet teszünk majd meglokkjuk a tálat, a vízfelület lényegében egyszerre mozdul meg és kezd el hullámozni. A hullámozás ritmusa függ a tál méretétől, kisebb tálban nagyobb frekvenciájú, gyorsabban változó hullámozás jön létre. Ehhez hasonlóan alakul ki beeső fény hatására az elektro-

nok együttes mozgása a nanogömbökben. A mozgás frekvenciája és így az elnyelt fény színe függ az aranyréteg méretétől.

Különleges anyagok, miniatűr elektromos kapcsolók építőköve a grafítkristályból előállítható egyrétegű grafén. A gömb alakú fullerén sok szempontból emlékeztet egy atomra, a szén nanocső méretétől függően vezetheti a benne haladó elektronokat de akadályozhatja is azok mozgását. A nanotechnológia által kifejlesztett speciális anyagokkal naponta találkozunk a boltokban! Ilyen módon készül például az a futócipő, amelyikről nyom nélkül peregnek le a sáros vízcseppek.

<http://spectrum.ieee.org/semiconductors/materials/graphene-electronics-unzipped/0>

Mindennek a maga helyén szerepelnie kell a fizikaórákon!

Felhasznált irodalom

Barabási A. L., Albert R., Jeong H. (2000): *Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world wide web*, Physica A 281, 69–77. barabasilab.com

Ajánlott irodalom

<http://home.web.cern.ch/> Letöltve 2015. február.

2.4. Modern tartalmak fizikaórán: relativitáselmélet, tér-idő

A középiskolai fizika anyagának tartalma döntően a klasszikus fizikai elméleteket foglalja magába. A modern fizikai elméletek a kvantumfizika (atom- és magfizika) valamint a statisztikus fizika elemeivel vannak jelen. A speciális relativitáselmélet csak említés szintjén szerepel a tankönyvekben.

A modern fizikai elméletek mellőzésének oka az anyag bonyolultságában és összetett matematikai leírásában rejlik. Másfelől a modern fizika kiszorítása a középiskolából egysíkúvá teszi a tananyagot, a diákok „leragadnak” a klasszikus fizikai ismeretek szintjén, nem követik a tudomány fejlődését, nem ismerik fel az elméletek alkalmazásainak határait. Mindezt gátolja a tudományos gondolkodásuk fejlődését.

A relativitáselmélet olyan tudományos fizikai elmélet, amely megváltoztatja az ember elképzelését a térről és az időtől. E szerint a térnek és az időnek nem abszolút, hanem csak viszonylagos mértéke van, s e mérték függ az adott rendszer mozgásától (relativitás 2014). A jelenségek tanulmányozásához vonatkoztatási rendszert kell választanunk. Különböző vonatkoztatási rendszerekben a fizika törvényeinek alakja akár különböző is lehet. Legegyszerűbb, ha a leíráshoz tehetetlenségi rendszert használunk. Ebben a szabad, azaz külső befolyás alatt nem lévő test nyugalomban van vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. A Galilei-féle relativitási elv szerint a mechanika törvényei valamennyi inerciarendszerben azonosak. Nincs kitüntetett tehetetlenségi rendszer, valamennyi egyenértékű.

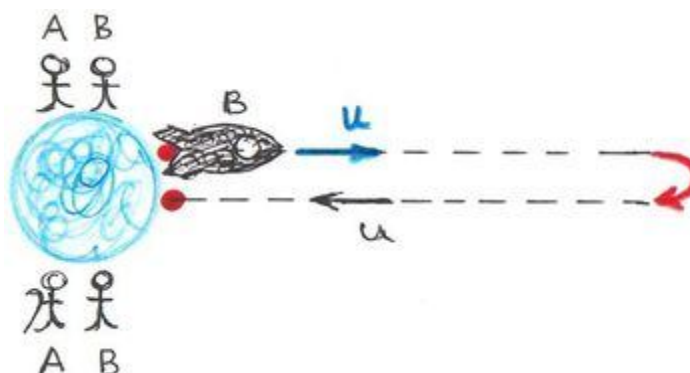
Tehetlenségi rendszerek között a sebességek számtani összeadással számíthatók ki. Ha valaki a vonatban 5 km/h sebességgel megy menetirányban és a vonat 80 km/h sebességgel közeledik az állomáshoz, akkor az állomás épületéhez képest a vonaton gyalogló ember 85 km/h sebességgel mozog. A fényre ez a szabály már nem érvényes: ha egy 8 km/s sebességgel haladó űrhajóból menetirányba fényt bocsátunk ki – a fény sebessége akkor is 300 000 km/s marad.

A fénysebesség megfigyelt állandósága vezetett a *speciális relativitáselmélet* születéséhez, amit Albert Einstein 1905-ben dolgozott ki. Eszerint a fizika törvényei valamennyi inerciarendszerben azonos módon érvényesülnek. A kölcsönhatások terjedési sebessége véges, és ez a sebesség éppen a fény sebességének felel meg. Azért nevezzük speciálisnak ezt az elméletet, mert csak akkor érvényes, ha nincs tömegvonzás.

Galilei és Newton mechanikája az abszolút tér és idő feltételezésén alapul. Ez a mindennapjaink időszemléletének feleltethető meg. Eszerint a tér egyfajta, mindentől független háttérként létezik, és az idő is mindentől függetlenül telik. Azaz egy rúd távolsága vagy egy esemény időtartama nem függhet attól, milyen módon, melyik rendszerből mérjük meg őket. Einstein speciális relativitáselméletében nincs abszolút tér és abszolút idő. Mozgó rendszerben lassabban telik az idő és rövidebbek a rudak. Ezzel a térbeli távolság és az időtartam, a tér és az idő relatív fogalmakká váltak. Helyettük a fénysebesség abszolút, azaz mindentől független. Ennek az alapelvnek egyik megdöbbentő következménye az úgy nevezett ikerparadoxon, mely szerint bizonyos feltételeknek eleget téve egy ikerpár között kórkülönbség léphet fel.

Az ikerparadoxon

Képzeljünk el egy ikerpárt. Legyen a nevük A (Aladár) és B (Béla). 20 éves korukban B beül egy űrhajóba és közel fénysebességgel, egyenletesen mozogva távolodik a Földtől, majd (egy előre megbeszélte terv szerint) megfordul és ugyanazzal az állandó sebességgel visszatér a Földre. Mit vár A és mit vár B, amikor újra találkoznak és mit fognak valójában tapasztalni?



1. ábra

Legyen az űrhajó sebessége $0,98c$, akkor a $T_0=0,2T$. Ez azt jelenti, hogy a mozgó rendszerben 5-ször lassabban telik az idő.

Aladár gondolatmenete a következő. Ő a Földet természetesen állónak tekinti. Tudja jól, hogy a testvére, Béla, lassabban öregszik, mert megta-

nulta, hogy a mozgó óra lassabban jár mint az álló. Amikor Aladár 45 éves, Béla még csak 25 (ugyanis $20 + 0.2 \cdot 25 = 25$). A megbeszélte terv szerint ekkor az űrhajó visszafordul és ugyanazzal az egyenletes sebességgel a Föld felé tart. Aladár szerint a testvére továbbra is lassabban öregszik. Aladár éppen 70 éves, amikor Béla megérkezik. A visszaút Béla számára ugyanolyan hosszú volt, mint az elmenetele, azaz szintén 5 évig tartott. Aladár arra számít, hogy Béla éppen 30 évesen száll ki az űrhajóból. Így egy 30 éves és egy 70 éves ikerpár fog összeölelkezni.

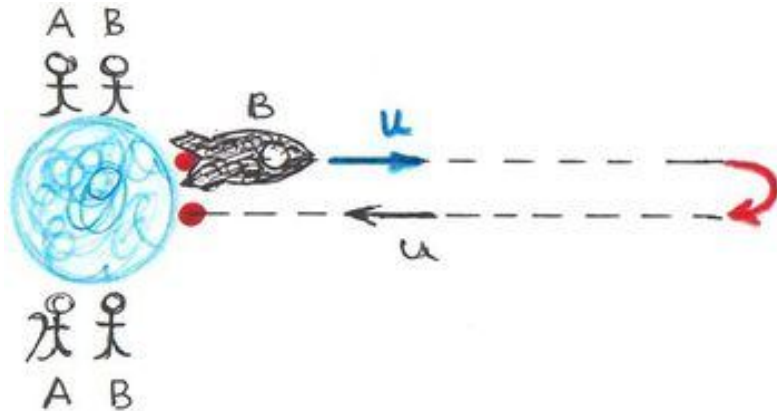
Ezek után lássuk, a történetet Béla szemszögéből! Ő szintén önmagát tekinti állónak. Egyenletes sebességgel távolodik tőle a Föld, ahol testvére Aladár lassabban öregszik mint ő. Ezt Béla logikusnak tarja, hiszen az egyenletesen mozgó Földön az órák lassabban járnak. Amikor Béla 25 éves, Aladár csak 21 (hiszen $20 + 0.2 \cdot 5 = 21$). Ekkor Béla megfordul és változatlan nagyságú, egyenletes sebességgel hazafelé tart. 5 év múlva megérkezik a Földre. Ekkor tehát 30 éves. De szerinte a visszaút alatt a testvére, Aladár szintén csak 1 évet öregedett, azaz $21 + 1 = 22$ évesnek kell lennie. Béla azt várja, hogy amikor 30 évesen kiszáll az űrhajóból, a 22 éves (fiatalabb) ikertestvérével fog találkozni. A kérdés mármost az, hogy ha a testvérpár egymás mellé áll, ki lesz az öregebb?

A történetet az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

	Életkorok az elváláskor		Az utazás alatt eltelt idő		Életkorok a találkozáskor	
	A	B	A	B	A	B
A Földön maradt Aladár testvér szerint	20	20	50	10	70	30
Az űrhajóban utazó Béla testvér szerint	20	20	2	10	22	30

Ez nyilvánvaló ellentmondás (paradoxon), hiszen a 30 éves Béla a megérkezésekor vagy a 70 éves, vagy a 22 éves Aladárral találkozik. A két gondolatmenet egyszerre nem lehet igaz! Az eredmény azonban ténykérdés és az összeölelkezéskor kiderül, hogy melyikük gondolkodott helyesen. A paradoxon feloldása viszonylag egyszerű. Béla gondolatmenete azért helytelen, mert az űrhajó az utazása során nem mindig viselkedett inerciarendszerként. Az elindulás, a fordulás és a fékezés alatt az űrhajó gyorsuló mozgást végzett. Ezzel a szimmetria megtört. Tehát egy 30 és egy 70 éves ember fog találkozni (2. ábra).

A tárgyalt probléma egy új fogalom bevezetését generálja. Ez a saját-
idő. A sajátidő a megfigyelővel együtt mozgó óra által mért idő, bármi-
lyen is legyen a megfigyelő mozgása. Jelen esetben Aladár sajátideje 50
év, Béléé 10 év volt.



2. ábra

A tudomány jelenlegi fejlettségi szintje nem teszi lehetővé az ikerpara-
dixon kísérleti ellenőrzését, mivel az ember által alkotott közlekedési
eszközök sebessége ma még lényegesen elmarad a fény sebességétől. De
a saját idő létezése és annak időtartamának eltérése a külső megfigyelő
számára mért időtartamtól mára már bizonyított tény. Ezt a múonok bom-
lása igazolja a legjobban.

A mű-mezon (múon) bomlása

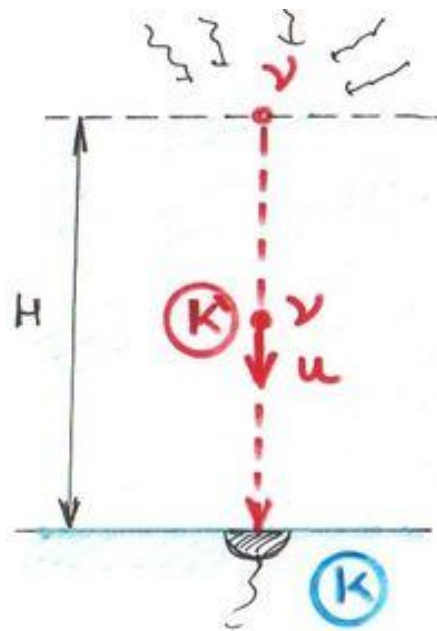
A mű-mezon, más néven múon egy instabil részecske, melynek a bom-
lási ideje 2,2 mks. Ezek a részecskék a Föld felső légkörében, $H = 4700$ m
magasan keletkeznek a kozmikus sugárzás eredményeképpen (3. ábra). A
mérések azt mutatják, hogy a Föld felszínén is detektálunk mű-mezono-
kat. Ez azért meglepő, mert a részecske, még ha a fénysebességgel is ha-
ladna, akkor is

$$S = 300\,000 \cdot 0,000\,0022 = 0,66 \text{ km-t}$$

tudna megtenni és nem jutna el a föld felszínéig. Másfelől, ha mégis
eljut a Földre, akkor sebessége

$V = 4700 \text{ m} : 0,000\,0022 \text{ s} = 2\,100\,000 \text{ km/s}$ lenne, ami a fénysebes-
ség hétszerese. Ez pedig a relativitáselmélet axiómája szerint lehetetlen. A
kérdés mármost az, miként magyarázható ez a mérési eredmény? A válasz
az idődilatációban rejlik. A mű-mezonhoz rögzített, mozgó inerciarend-

szerben lassabban telik az idő, mint a Földhöz kapcsolt vonatkoztatási rendszerben.



3. ábra

A megfigyelések igazolták a speciális relativitáselmélet állításait. Gyorsan mozgó bomlékony elemi részecskék hosszabb ideig élnek, valamint távolságok és tömegek is a speciális relativitáselmélet szerint viselkednek. A relativitáselmélet matematikai leírása a három térbeli dimenzióhoz igen hasonló módon kezeli az időt. Matematikailag ez a négydimenziós téridő bevezetését jelenti. A Lorentz-transzformáció a négydimenziós téridőben történő elforgatásokat ír le, melynek során térbeli távolságok és időtartamok ugyan változhatnak, de az ún. négydimenziós távolság változatlan marad. Nemcsak tér és idő koordinátái válnak egymáshoz rendelt négydimenziós mennyiséggé. Valamennyi fizikai alapmennyiséget négy dimenzióban kell leírni. Az energia is, mint fent az idő, egy négydimenziós mennyiség komponensévé válik. Innen közvetlenül adódik a speciális relativitáselmélet egyik alapvető eredménye: nem beszélhetünk külön anyag- és energiamegmaradásról. Csak az energia a megmaradó mennyiség. Az m tömegnek megfelelő energiát az $E=mc^2$ képlet adja meg. Tö-

megek sugárzási, mozgási, stb. energiákká, míg sugárzási, mozgási energiák megfelelő feltételek mellett tömeggé alakulhatnak át.

Einstein másik nagy alkotása az 1916: közölt *általános* relativitáselmélet. Kiindulópontja az ekvivalencia-elv. Eszerint a zuhanó rendszer és a tehetetlenségi rendszerek egyenértékűek (pl. zuhanó rendszerben a szabad test lebeg, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, akár csak tehetetlenségi rendszerben). Ezért a két rendszer belülről nem különböztethető meg egymástól.

Az ekvivalencia-elvből egyszerűen következik, hogy a fény nagy tömegek közelében elgörbül. A Nap közelében haladó fény elgörbülését hamar, már az 1919-es napfogyatkozás alkalmával sikerült igazolni. Másik sikere az elméletnek a Merkúr perihélium mozgásának magyarázata. Az általános relativitáselmélet szerint a négydimenziós tér-idő szerkezetét a benne levő tömegek határozzák meg. Nagy tömegek görbítik a téridőt: minél nagyobbak, annál jobban. A newtoni tömegvonzás az általános relativitáselméletben kis tér-idő görbületek esetén érvényes közelítése. Ha a tömegek nem túl nagyok, illetve nem vagyunk nagyon közel hozzájuk, akkor az általuk csak kismértékben elgörbített négydimenziós tér-időben való mozgás leírása helyettesíthető azzal, hogy a háromdimenziós térben és az időben a newtoni tömegvonzási erő hatására történő mozgást vizsgáljuk.

Felhasznált irodalom

relativitás (2014):

http://fizipedia.bme.hu/index.php/Speciális_relativitáselmélet

Ajánlott irodalom

Albert Einstein válogatott írásai, Typo Tex, Budapest 2005

2.5. Hétköznapok a fizikaórán: közlekedés, zene stb.

A hangszerelemek rezgéseinek tárgyalásához szükség van a rezgés tan alapfogalmainak ismeretére (Fiala 2015).

Hajlítási transzverzális hullámok: hosszúkás vagy lapos formájú szilárd testekben keletkeznek, itt az anyag alak rugalmassága kap szerepet, egy geometriai deformáció terjed hullámszerűen. Ilyen esetben a terjedési sebesség függ a frekvenciától is, a részecskék elsősorban (de nem kizárólag) transzverzális mozgást végeznek. Az idiofon hangszerek, illetve a húros hangszerek testén keletkeznek ilyen hullámok, az utóbbi esetben ezek segítségével tud például a húrok rezgése léghang formájában a térben szétterjedni.

Az *idiofon hangszerek*: rugalmas szilárd testük rezgése révén hoznak létre hangokat. Nem mindig „önmagukban” keltenek hangot, ezek is gyakran levegőrezonátorral, a hang kisugárzását segítő csatolt akusztikai eszköz segítségével szólalnak meg. Az idiofon hangszerek között vannak hangoltak, melyek többé-kevésbé meghatározható magasságú zenei hangot adnak ki, pl. a harang és a xilofon, és hangolatlanok, ilyenek pl. a triangulum és a cintányér. Ilyen hangszerek láthatók az 1. ábrán.



1. ábra

Idiofon hangszerek

Ebbe a hangszercsoportba tartozik pl. a *harang*, a triangulum. A harang egy idiofon ütőhangszer, egyik végén nyitott hengerforma fémszerkezet, amit rendszerint a belsejébe erősített fémrúd szólaltat meg, amikor a harangot mozgásba hozzák.



2. ábra
Harang



3. ábra
Triangulum

A triangulum kör keresztmetszetű fémrúdból hajlított 10–30 cm oldalhosszúságú háromszög. A megütés hatására a rugalmas fémbe többféle hajlítási hullám jön létre a rugalmas szilárd testekre jellemző nem harmonikus részhangokkal. Így egyidejűleg olyan sokféle hangot ad ki magából, hogy fülünkben nem alakít ki szubjektív hangmagasságérzetet, hangját semleges hangmagasságúnak érezzük.

A meghatározhatatlan hangmagasságérzetet elősegíti az is, hogy a triangulum vékony rúdja, kis felülete az alaprezgéseket gyengébben sugározza a térbe, mint a spektrumban egyre jobban besűrűsödő, magasabb frekvenciájú részhangokat, amelyek kb. 16 000 Hz-ig – a fülünk által érzékelt legmagasabb frekvenciáig – komoly dinamikával vannak jelen.

Lant

Mandula alakú, fél gömbölyű hátú, széles nyakú hangszer. A rezonánszóna található kerek hanglyukat rozetta díszíti. A kulcstok /kulcsszekrény/

gyakran merőlegesen hátra hajlik. A bundozása legtöbbször a nyakra kötött (4–12 db) bélhúrból készült.



4. ábra
A lant képe



5. ábra
Theorba /theorba lant/

Theorbált lantnál, a lant kulcsszekrénye egy kiegészítő fiókkal van ellátva. A korpusza akkora, mint a lanté. A therba, (azaz a theorbává átalakított lant) alantól különbözik a játszóhúrok kulcsoszekrényének hajlásszögében, a burdonhúrok kulcsszekrényének alakjában és elhelyezésében, valamint az egyszerűbb és a mélyebb húrozásban.



6. ábra
Cisterek

Középkorból származó, körte formájú, lapos tetejű és lapos hátú hangszer, kávája lefelé keskenyedő. A gitárral rokon, duplahúrozású, fémhúros hangszer. Húrpárok száma: 4–6.

Klasszikus gitár



7. ábra
Klasszikus gitár

A görög kithara szóból származik az elnevezése. Nyolcas alakú korpusz, lapos káva, nyitott hanglyuk, érintőkkel ellátott nyak és csavarmechanikás húrozat jellemzi. A 17. században 4–5 húrpárral látták el, a 18. század óta viszont húrozata 6 szimpla húrból áll.

Klasszikus gitár alfajai: pandora, orpheon, arpeggione, basszusgitár, machete, ukulele, hawaii gitár, bendzsó, jazzgitár, elektromos gitár, elekt-

romos basszusgitár. A 6 húr hangolása E-A-D-G-H-E, melyek kvint távolságra vannak egymástól, kivéve a G-H, ami nagyterc. A bundok azok a fémcsíkok a gitáron, amelyek a gitárnyakon vannak. Ezekre kell rányomni a húrt, hogy a húr rezgése megmaradjon. Ezek számától függ a hangterjedelem, de általában a gitáros 3 oktáv feletti hangterjedelemben tud játszani. A gitár felépítése:



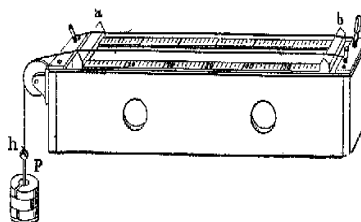
8. ábra

A gitár felépítése

A gitárhúrok fizikai rezgése 2 módon kelthet hanghatást: tisztán akusztikus vagy elektromos erősítéssel. A különbség közöttük a hangzásban van. A harántrezgéseket végző húr sajátfrekvenciái a felhangok frekvenciájának egész számú többszörösei, azaz a felhangok az alaphang felharmonikusai.

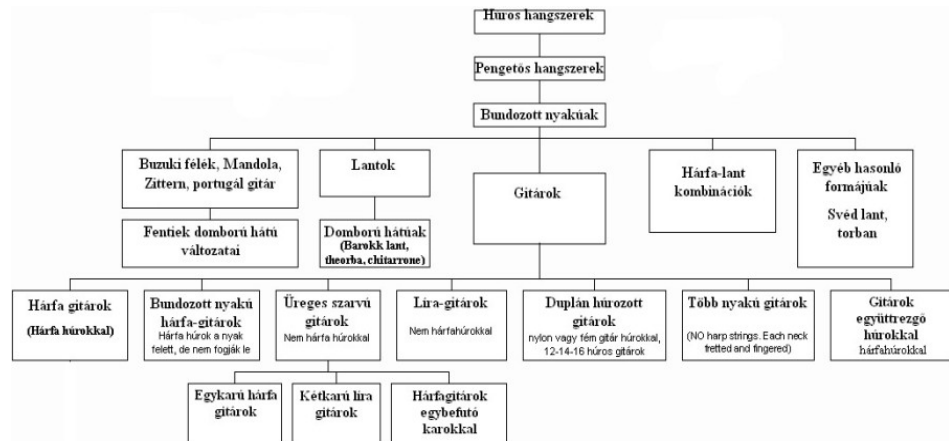
Sajátfrekvencia: az a frekvencia, amin a részecskék rezegnek.

Alaphang: Az a legmélyebb hang, mely az összetett hangnak mintegy a töve. A 7. ábrán látható egy monokord, ami esetén a ráerősített és egy testtel megfeszített rugó hangot ad.



9. ábra

Monokord



10. ábra

Pengetős hangszerek felépítése, működése

A pengetős hangszereket elsősorban a játékmód jellemzi: kézzel hozzák rezgésbe a hangszer húrjait. A pendített húr lassabban tér vissza nyugalmi helyzetébe, hosszabb ideig közöl energiát a hangszer testével. Oka: a pengetős hangszerek húrjai lazábbak, mint a vonósoké, a húrok kapcsolata a rezonátorral ugyancsak lazábbnak mondható. A megszólaltatást a hang lecsengése követi, a lecsengés során csökken a hangerő. A rezgést a hangszer fajtájára jellemző formájú és akusztikailag sajátos rezonátordoboz veszi át és jellegében, minőségében olyan hanggá alakítja, amelyeket fizikailag előnyösen adhat át a környező levegőnek, és mint felerősített zenei hang jut el a hallgatóhoz.

Hallgassuk meg Mike Oldfield Tubular Bells című lemezének zárótételét, amelyben különböző hangszereken szólal meg a fő téma.

Felhasznált irodalom

Fiala Péter (2015): *A hangszerek fizikája* jegyzet. Budapesti Műszaki Egyetem.

Ajánlott irodalom

String instrument project for physics:

<https://www.youtube.com/watch?v=TX8nAwKdvJY>

2.6. Hétköznapok a fizikaórán: Informatikai Kommunikációs Technológia

A fizika tanításának egyik nehézsége, hogy a tantárgyat sokan szinte kizárólag a fizika tudománya alapjainak megtanítására használták. A gyakorlati alkalmazásokra a folyamat végén, illetve a lap szélén kerülhetett sor. Előbb tanulja meg mindenki megoldani az alapfeladatokat, akkor megvan a kettes. Az alapfeladatok egyszerű képletek ismeretét és behelyettesítéses számolást jelentettek. Utána, ha maradt idő, érdekességnek jöhetett a gyakorlati alkalmazás. Ehhez igazodott a számonkérés is. A diákok érdeklődésének fenntartására a tanárok egy része azonban eddig is bemutatott gyakorlati alkalmazásokat. A 2012-es NAT során bekövetkezett tananyagfejlesztés és az A-típusú kerettanterv kidolgozásának egyik célja az volt, hogy ez a helyzet megváltozzon (új paradigma). A gyakorlati alkalmazás legyen a középpontban, a hétköznapi előfordulások elvi ismerete legyen a szükséges minimum. A tudományos alapok mélyebb megértése pedig legyen az a plusz, amit a tehetségesebb gyerekek még megtanulhatnak. Napjaink gyermekei, a digitális bennszülöttek úgy nőnek fel, hogy amióta az eszközt tudják használni a tabletet, közösségi oldalakat. A mobil digitális eszközökön könnyen hozzáférnek a világháló multimédiás adatbázisaihoz, és megosztják a tartalmakat.

A fizikaórák egy részén be kell őket vezetni ezeknek az alkalmazásoknak az elvi alapjaiba, hogy egyszerű szavakkal meg tudják válaszolni maguk számára: Hogyan működik? Mi, a tanáraik azonban csak megtanuljuk használni a csodamasinákat, így csak digitális bevándorlóknak számítunk (Prensky 2001).



1. ábra

*Globális kommunikáció, <http://www.convergedcom.net/>
Rádiótávcsövek, [http://www.dailygalaxy.com/my_weblog/
2007/10/allen-array-goe.html](http://www.dailygalaxy.com/my_weblog/2007/10/allen-array-goe.html)*

Az elektromágneses hullámok segítségével nagy sebességgel sok információt, képet, hangot, szöveget lehet eljuttatni a címzetthez. Ma elektromágneses sugarak szállítják az üzeneteket, amelyek egy pillanat alatt elérhetnek a földön bárhová. Az elektromágneses jeleket antennák sugározzák a térbe, műholdak továbbítják a világűrbe, vagy fénykábeleken haladnak az óceánok fenekén. A kisebb teljesítményű rádió-adóvevő toronyok sokasága hálózza be a Földet és tart kapcsolatot a sokmillió mobiltelefonnal. Egységes kommunikációs rendszerek szövik át a Földet, az internet már ma több százmillió embert szervez közösségekbe (Instagram, Facebook, Twitter).

A fizikusok feltárták az elektromágneses sugárzások tulajdonságait, a mérnökök pedig kifejlesztették az apró elektronikus alkatrészeket, áramköröket tartalmazó eszközöket.

Jelenlegi kommunikációs technikánk is lassúnak bizonyulhat a Naprendszer, a Világegyetem méreteihez képest. A Szaturnusz felé tartó űrszondával egy üzenetváltás hónapokig tart. Az általunk elindított egyik első űrszonda már elhagyta a Naprendszert és a távoli űrben jár. Rajzot, CD lemezen képeket visz magával az emberiségről adva hírt. Itt a Földön hatalmas rádióantennák kutatják a világűrbe érkező jeleket, keresve az értelmes, földön kívüli értelem jeleit. Az elektromágneses hullámok ebben az esetben lassúnak bizonyulhatnak. A legközelebbi csillagokról is 10–20 év alatt ér ide az üzenet a fény sebességével haladva. A legközelebbi csillag, az Alfa Centauri 4,34 fényévre van a Földtől.

A mai gyerekek szinte az anyanyelvvel együtt tanulják meg használni a rohamléptekkel fejlődő információs és kommunikációs technológia eszközeit, nem is gondolva arra, hogy ezek kifejlesztéséhez mennyi tudományos kutatásra, fizikai és mérnöki tudásra volt szükség. Az alábbiakban néhány ötlet következik, hogy melyik eszköz működését a tananyag melyik részének megtanításakor lehet használni.

A 3D-képek

A 3D TV-műsort olyan kamerával rögzítik, aminek két objektívje van. Minden képkockát két változatban, kicsit eltérő szögből vesznek fel. Ezután már csak arra kell figyelni, hogy a vetítés során a néző jobb szeme csak a kamera jobb objektívje által felvett, a bal szeme pedig csak a bal objektív által felvett képet lássa. Ha a két szem kissé eltérő képet lát, az agy előállítja a térbeli képet, akár csak a természetes látás során.

Erre többféle megoldás kínálkozik. Ezek az aktív szemüveget, a színszűrős szemüveget, a polarizációs szemüveget használó, és a szemüveg nélküli technológiák.

Aktív szemüveg

A folyadékkristályos szemüveg megfelelő oldali üvege a TV-ből érkező rádió vagy infravörös jel hatására gyorsan elsötétül majd kivilágosodik. Szemüveg nélkül nézve a 3D TV képét homályosnak látjuk.



2. ábra

Színszűrős szemüveg

A színszűrők csak egy bizonyos színű fényt engednek át. Színszűrők segítségével is megoldható, hogy a két szem külön-külön csak a neki szánt képet lássa. A vörös színszűrő csak a vörös színű fényt engedi át, a cián (zöldeskék) pedig az összes többi színt. Működésének megtanítása jó alkalom a színekkel való megismerkedésre.

Polarizációs szemüveg

A 3D vetítés során a jobb szemnek szánt képet mondjuk függőleges polarizációs irányú fényvel, a bal szemnek szánt képet vízszintes polarizációs irányú képpel vetítik. A néző szemüvege polárszűrős. A jobb szem előtti csak a függőlegesen polarizált fényt engedi át, a bal szem előtti pedig a vízszintesen polarizáltat. A diákoknak pedig elmagyarázhatjuk mit jelent az, hogy a fény polarizált. A technológia segítségével olyan szemüveg készíthető, ami az úttestről visszaverődött fényt és csillogást nem, de a közvetlen napfényt átengedi.

Szemüveg nélkül

Mindenki ismeri a képváltós matricákat, ábrákat. Az ilyen képeken több ábrát is láthatunk, ha kicsit más szögből nézzük azokat. Felületük kissé érdes, ami a különlegesen kiképzett műanyag recék miatt van. Ezeket át látjuk az egyik irányból az egyik, a másik irányból a másik képet. A működés alapja tehát a fénytörés. A hasonló elven működő 3D képernyőkhöz nincs szükség szemüvegre. A 3D kép azonban csak a tér egy szűk tartományából látható, leginkább egy felhasználó tudja nézni.

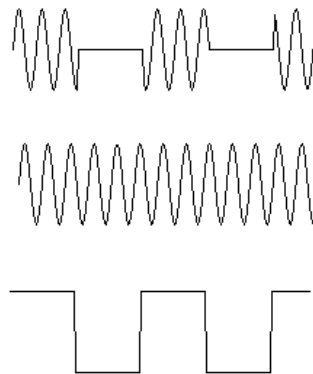
Infrakamera

Jó alkalom az elektromágneses hullámokkal való ismerkedésre. A digitális fényképezőgép fényérzékeny félvezető „filmje” érzékenyebb az infravörös fényre, mint a szem. Látja az infra-távírányítók ledjét. Sok kaputelefon klaviatúrája előtt infrasugarak hálója van, ezt szakítja meg a megfelelő helyen az ujj, balszerencsés esetben a gomb fölé telepedett bogár.

A rádióhullámokkal működő radar segítségével minden olyan tárgyat észre lehet venni, amiről a rádióhullámok visszaverődnek. Ezek lehetnek hajók, repülők, ellenséges harci járművek, tereptárgyak, akár zivatarfelhők. Ennek megfelelően a radart tájékozódásra, navigációra használják a hajózásban, felderítésre a hadászatban, időjárás előrejelzésre a meteorológiában. A radar elengedhetetlen, ha rosszak a látási viszonyok, sötét van, vagy köd.

A mikrohullámokat használó radarokkal kis mélységben a föld felszíne alá is beláthatunk.

A diákoknak meg kell érteniük, mi az analóg és digitális technika közötti különbség, hogyan történik a digitális jelek továbbítása. A digitális jelekkel való amplitúdó moduláció során a vivőhullámot sugározzák, ha a digitális jel értéke 1, illetve nem sugározzák, ha a digitális jel értéke nulla.



3. ábra

digitális moduláció

A digitális amplitúdó moduláció az információ átvitelének legrégebbi módja is, ezen alapszik a Morse-távíró működése. A Morse-távíró használata során minden betűnek rövid és hosszú jelek egy sorozata felel meg. Biztosan ismerjük a vészjelzés kódját: három rövid, három hosszú és újra

három rövid jel alkotja az SOS jelzést. Save Our Souls, azaz mentsétek meg lelkeinket! Ezt a vészjelzést adták le a bajba jutott hajók, repülők a huszadik század elején.

A modulációt és demodulációt elvégző áramkört MODEM-nek hívják. A MODEM – betűszó a MODulátor DEModulátor áramkört jelenti.

A moduláció után a jeleket a szabad térbe sugározzák – ekkor beszélünk vezeték nélküli jelátvitelről – vagy valamilyen kábelen vezetnek tovább.



4. ábra

koaxiális kábel

Az optikai kábelek működésének magyarázata közben megtaníthatjuk a teljes visszaverődés jelenséget, beszélhetünk az elektromágneses jel kábelen való terjedése során bekövetkező torzulásokról, mint ami a csillapodás vagy a diszperzió.

A koaxiális kábel – ki ne látott volna ilyet, a kábel TV jelei is ezen jönnek – jó példa az árnyékolás megtanulására. Érdekes itt elmagyarázni a multiplexelés lényegét, azt, hogyan lehetséges ugyanazon a kommunikációs csatornán keresztül egyszerre több beszélgetést folytatni.

Az EMH-ok szabad térben való terjedésével kapcsolatban meg kell vizsgálni a hullámok terjedésével és gyengülésével kapcsolatos alapvető ismereteket és ismertetni kell a különféle kábelek jellemzőit is. Az antennákkal és kábelekkel hétköznapi kapcsolatban van a tanuló. A jelenleg működő vezeték nélküli kommunikációs rendszerek (hosszú és rövidhullámú rádiók, sugárzott TV-műsorok, műholdas TV, mobiltelefonok, bluetooth, GPS, Wi-fi, stb.) különböző frekvenciájú, és e miatt eltérő tulajdonságokkal rendelkező vivőhullámokat használnak. Egy rövidebb áttekintés a példakévéért:

LW (long wave – hosszú hullám), LF (low frequency – kis frekvencia): A hosszuhullámok sávjában a frekvencia kisebb, mint 300 kHz, a hullám-

hossz nagyobb, mint 1 km. A hullámok követik a Föld görbületét és messzire, akár 2000 km-re is sugározhatóak, így alkalmasak a nemzetközi rádióadások továbbítására. MW, MF: A középhullámok frekvenciája 300 kHz és 3 MHz közzé esik, jellemző hullámhosszuk néhány száz méter. Hasonlóan terjednek, mint a hosszúhullámok, de hatótávolságuk kisebb. A nemzeti rádiók műsorait hordozzák. HF, SW: A rövidhullámok frekvenciája 3–30 MHz közzé esik, jellemző hullámhosszuk néhány száz méter.



hosszuk néhány száz méter. Majdnem egyenes vonalban terjednek, nem követik a Föld görbületét mégis nagy távolságokra eljutnak, mert visszaverődnek a földi légkör felső részéről, az ionoszférából. Az amatőr rádiósok és a CB rádiók használják ezt a sávot. Az ennél rövidebb hullámhosszú sugárzás a fényhez hasonlóan gyakorlatilag egyenes vonalban terjed. A jó vételhez látni kell a kis méretű antennát, amit célszerű magasan elhelyezni. VHF

(very high frequency): A 30–300 Mhz tartományban sugároznak a helyi (FM) rádiók, digitális rádiók. UHF (ultra-high frequency): 300–3000 Mhz tartomány a helyi tévékre és mobiltelefonokra jellemző. Mikrohullámok: 3000 Mhz-nél nagyobb frekvencia, cm-nagyságrendű hullámhossz, a műholdas kommunikációban és a mobiltelefonokban használják.

A hullámokat antennák segítségével sugározzák és veszik.

Az antennák mérete a hullámhosszal összemérhető, alakjuk és felépítésük sokféle lehet. Az URH adásokat néhány méteres dob alakú antennákról sugározzák, a műholdas TV vevőantennája tányér alakú, a hosszúhullámú adást sugárzó adótorony néhány száz méter magas. Az antennák működése az elektromágneses rezgőkörök, illetve az ezekkel kapcsolatos rezonancia-jelenség, mélyebben az elektromágneses indukció témaköréhez kapcsolható. Az új paradigma szerint az antennákkal kapcsolatos szöveges ismeretek megtanulása mindenki számára fontos, a Maxwell-egyenletek felírására csak néhány osztályban kell eljutni, ahol annak van értelme.

Az informatikai eszközök működésének fizikai alapjait is be kell mutatni.

A memóriáramkörök lelke az árammal vagy feszültséggel vezérelhető kapcsoló. Ezeket manapság miniatűr, félvezető rétegekből kialakított tranzisztorokkal valósítják meg, amelyeket más szükséges elektronikai ele-

mekkel együtt integrált áramkörökké szerveznek. A működés leírása során nagyon gyorsan eljutunk az alapvető fizikai ismeretekhez az elektromos árammal kapcsolatban

Az integrált áramkörök félvezetőkben épülnek fel, nagyon nagy pontosságot és tisztaságot igényel a gyártásuk. A félvezetőkben a fémekhez hasonlóan könnyen elmozduló, mozgékony elektronok és az atommagok körül tartózkodó helyhez kötött elektronok is vannak. A mozgékony elektronok száma erősen függhet a hőmérséklettől, illetve befolyásolható a tiszta félvezető anyag szennyezésével.

A számítógépek teljesítményének növeléséhez egyre kisebb, egyre gyorsabb, piaci sikerükhöz pedig egyre olcsóbb kapcsolókra van szükség.

A monitorok és TV-k (LCD, LED, Plazma, Oled) működésének megértése során meg lehet alapozni a felbontás fogalmának megértését, ami a fizika nagyon sok területén megjelenik. És ennél a témánál újra előkerülnek a színek és előállításuk a 3 alapszínből. Nem maradhat el az érintőképernyők működésének magyarázata sem.

Felhasznált irodalom

Prensky M, (2001): *Digital Kids On the Horizon*. NCB University Press, 9 (6), 1–6.

Ajánlott irodalom

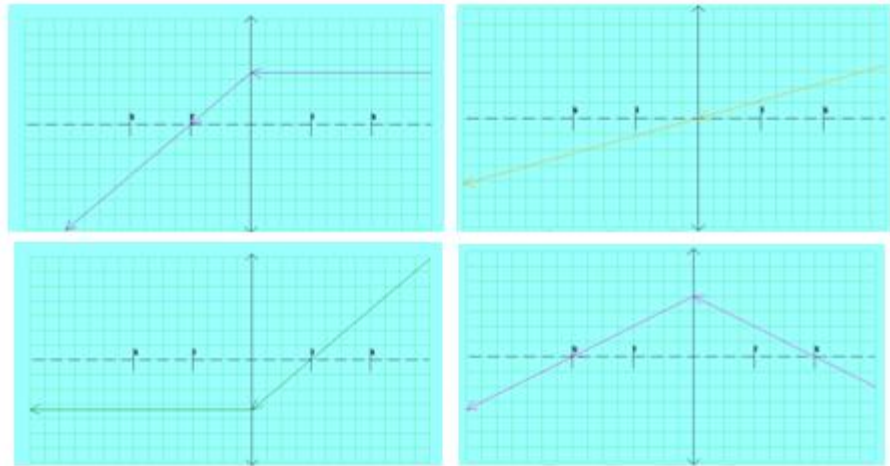
<http://science.howstuffworks.com/> Letöltés 2015. február.

2.7. Mintatartalmak feldolgozása 1.

A lencsék és tükrök képalkotása a geometriai fénytán legfontosabb témaköre. Egyfelől magába foglalja a sugároptika alapfogalmait: fénysugár, a fény egyenesvonalú terjedése, fénysebesség különböző közegben, valamint alaptörvényeit: fényvisszaverődés és fénytörés. Másfelől megalapozza az optikai eszközök működési elveinek elsajátítását. Azt is meg kell említeni, hogy a képalkotás begyakorolása széles lehetőséget biztosít a tanulók geometriai szerkesztési készségeinek kimunkálásához. Ennek ellenére a tananyag általában 1–2 leckét szán erre témakörre.

Az alábbiakban bemutatott számítógépes szimuláció lehetőséget biztosít a gyorsabb, pontosabb és részletekre kiterjedő képalkotás ismertetésére. Nem beszélve arról, hogy megfigyelhető a képszerkesztés dinamikája: hogyan változik a kép a tárgy mozgásának függvényében. A szimuláció lényege az, hogy a lencsék és tükrök esetében tetszőlegesen fel lehet venni a nevezetes sugarakat és ezek mozgatásával megszerkeszthetjük az optikai eszköztől különböző távolságra helyezett tárgyak képét. A megszkottól eltérően, először a lencsék képalkotását mutatom be, mivel ennek a begyakorolása könnyebb a tanulók számára, mint a tükrök képalkotása.

Első lépésként a gyűjtőlencse négy nevezetes sugármenetét ismertetem (1. ábra), kihangsúlyozva, hogy a képalkotáshoz csak kettőre van szükség. Általában az optikai tengellyel párhuzamosan érkező és az optikai középponton áthaladó sugarakkal dolgozunk.

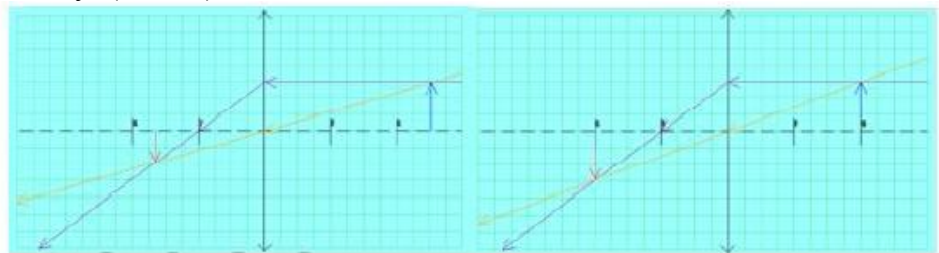


1. ábra

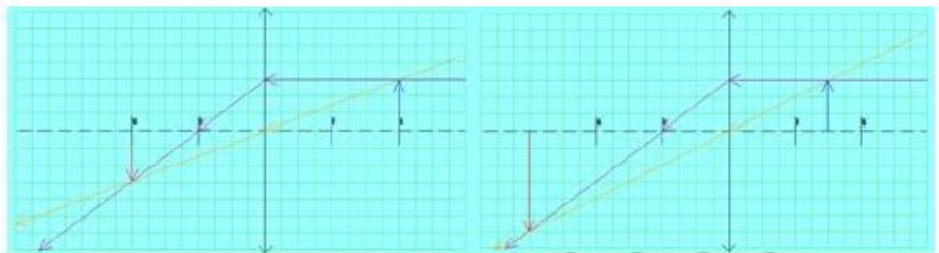
A gyűjtőlencse képalkotását (2–6. ábra) a végtelenből a lencse felé közeledő tárgy képeinek szerkesztésével mutatom be, a tárgyávolság függvényében kiemelve az öt nevezetes esetet:

- $t > 2f$
- $t = 2f$
- $f < t < 2f$
- $t = f$
- $t < f$

Az ábrák alapján könnyen szemléltethető a lencse nagyítása $N=K/T=k/t$. Ha az ötödik esetet vizsgáljuk, könnyen észrevehetjük, hogy abszolút értékben kifejezve $t/k = (f-t)/f$. Figyelembe véve a kép látszólagos természetét (negatív előjelét) néhány lépéssel levezethetjük a leképezési törvényt (7. ábra).

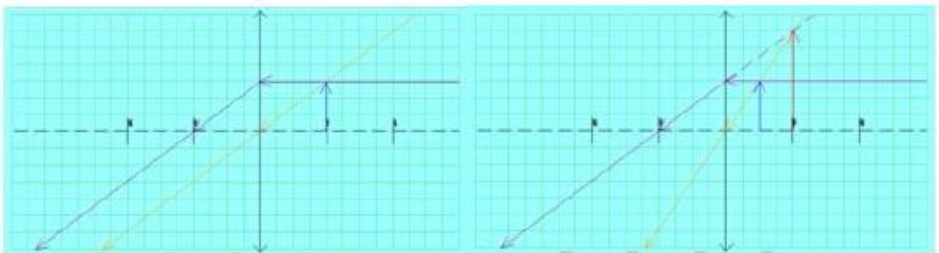


2. ábra



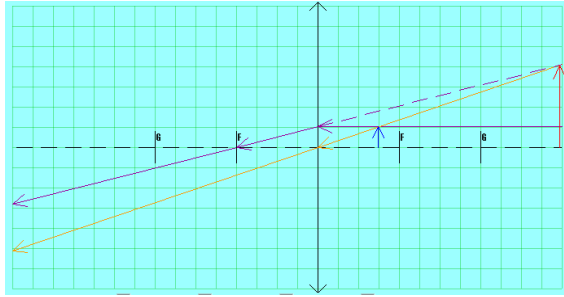
3. ábra

4. ábra



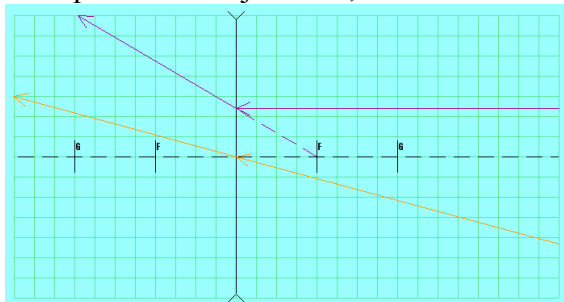
5. ábra

6. ábra

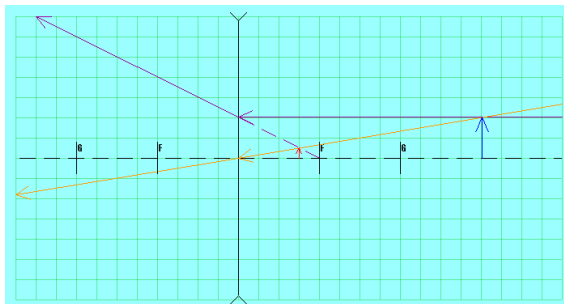


7. ábra

A szórólencse két nevezetes sugármenetét és a képalkotását a 8. és 9. ábra mutatja be. A tárgy távolság változtatásával szemléltethetjük, hogy a kép mindig a fókuszponton belül jön létre, azaz: $k < f$.

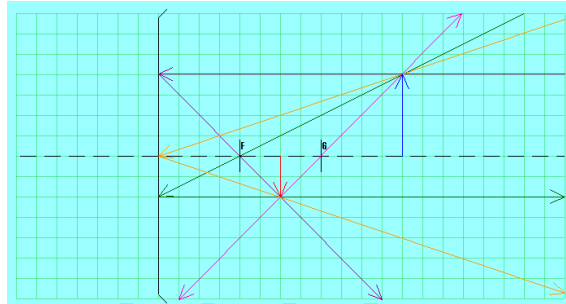


8. ábra

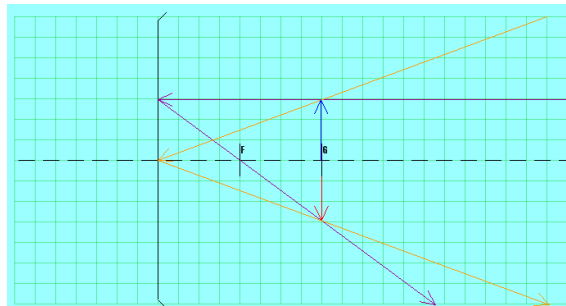


9. ábra

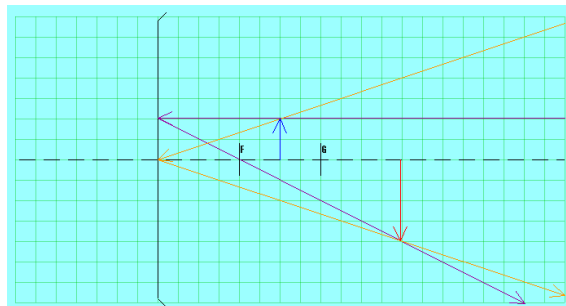
A homorú tükör képalkotásának tanításakor célszerű párhuzamot vonni a homorú tükör a domború lencse között. A nevezetes sugármeneteket szemléltetve láthatjuk, hogy minden sugár, mely egy adott ponton halad át metszi egymást a pont tükörképében (10. ábra). Mint a domború lencse esetében, a homorú tükör képalkotása bemutatásakor a tárgy távolságot változtatva úgyszintén 5 esetet emelünk ki (10–14. ábra).



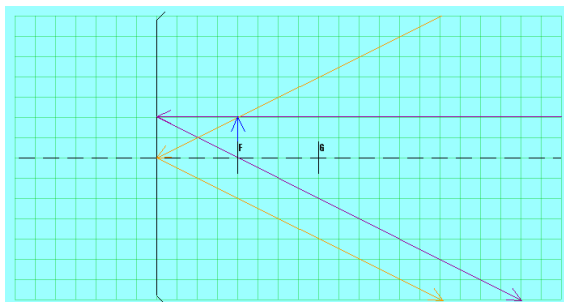
10. ábra



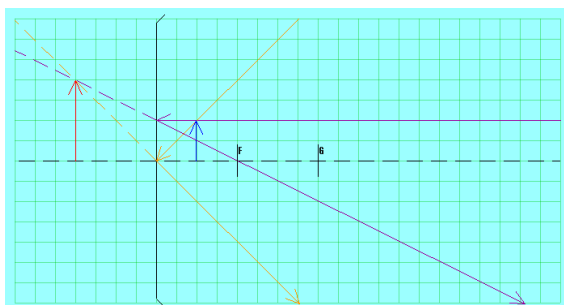
11. ábra



12. ábra

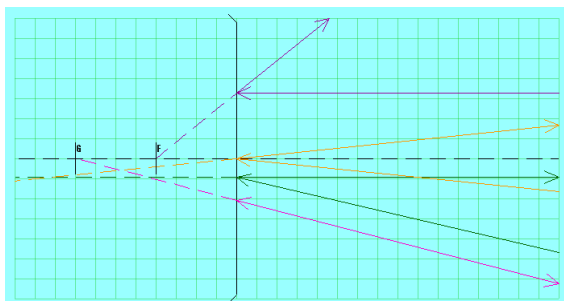


13. ábra

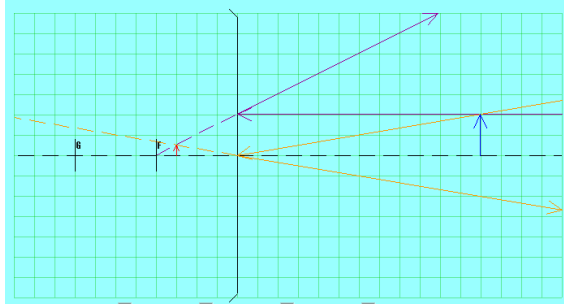


14. ábra

A domború tükör képalkotása hasonlít a szórólencse képalkotásához. A domború tükör is a tárgyától függetlenül mindig a fókuszponton belül hozza létre a képet (15–16. ábra). A sugármeneteket vizsgálva, megfigyelhető, hogy kicsinyített képet kapunk, viszont a tükör „látószöge” igen nagy. Ez megalapozza a domború tükör széleskörű alkalmazását.



15. ábra



16. ábra

A képalkotás folyamatát elemezve a tanulók könnyen megjegyzik, mikor jön létre kicsinyített vagy nagyított, valódi vagy látszólagos, egyállású vagy fordított állású kép.

Felhasznált irodalom

Dr. Halász Tibor & dr. Jurisirs József & dr. Szűcs József (2003): *Fizika 11.* Mozaik Kiadó. Szeged.

Ajánlott irodalom

Isaac Newton válogatott írásai. Typotex, Budapest. 2003.

2.8. Mintatartalmak feldolgozása 2.

1) A speciális relativitáselmélet alapelvei

1. A relativitás elve: minden inerciarendszerben azonos fizikai törvények érvényesek.
2. Az állandó fénysebesség elve: minden inerciarendszerben a vákuumbeli fénysebesség értéke azonos.

Ez az érték nem függ a fény terjedésének irányától, valamint a fényforrás és a megfigyelő egymáshoz viszonyított mozgásától (relativitás 2014).

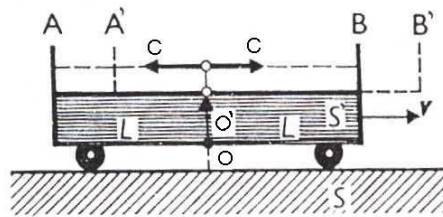
2) Az egyidejűség relativitása

Az állandó vákuumbeli c fénysebességről kimondott elv a kulcsa a relativitáselmélet furcsának tűnő eredményeinek, valamint a térről és időről kialakított elképzelés változásának.

Két esemény egyidejűsége relatív fogalom. Ezt az állandó fénysebesség elve alapján tudjuk megmagyarázni. Az egyidejűség relativitása azt jelenti, hogy két esemény, amely egy adott vonatkoztatási rendszerben egyidejű, egy másik rendszerből megítélve már nem egyidejű. Egy $2L$ hosszú kocsi közepén jelzőlámpa van elhelyezve (1. ábra). Fényjelzései a kocsi első (B) és hátsó (A) végeire egyszerre érkeznek, mégpedig

$$t = \frac{L}{c}$$

idő elteltével. Ez azonban csak az S' rendszerben van így.



1. ábra

Más helyzet áll elő a külső megfigyelő számára (S vonatkoztatási rendszer). A kocsi első vége távolodik a fénytől, így az általa megtett út $ct_1 = L + vt_1$

egyenlettel adható meg, melyből

$$t_1 = \frac{L}{c-v} \quad (2)$$

A hátsó falig megtett út: $ct_2 = L - vt_2$, melyből

$$t_2 = \frac{L}{c+v} \quad (3)$$

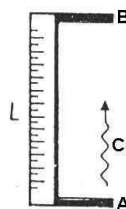
A (2) és (3) összehasonlításából adódik, hogy $t_1 > t_2$, vagyis két esemény egyidejűsége relatív.

3) Az idődilatáció

A relativitáselmélet egyik „érdekes” eredménye az ún. idődilatáció, ami abban nyilvánul meg, hogy az az óra, amely bizonyos S vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva mozgásban van, késik az ebben a rendszerben szinkronizált órákhoz képest. Ez a jelenség legszemléletesebben az ún. Einstein-féle fényórakkal végzett gondolati kísérlet alapján magyarázható meg. Az Einstein-féle óra L hosszúságú rúdból áll, amely mentén a fény az A pontból a B pontba halad (2. ábra). Ezt az utat a fény

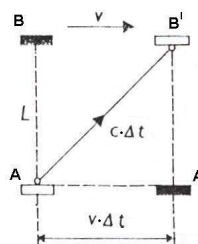
$$\Delta t_0 = \frac{L}{c} \quad (4)$$

idő alatt teszi meg.



2. ábra

Most pedig képzeljük el, hogy egy fényórát helyezünk el a Földtől (S vonatkoztatási inerciarendszer) nagy v sebességgel távolodó űrhajó fedélzetére (S' inerciarendszer) úgy, hogy az óra rúdja merőleges legyen az űrhajó mozgásirányára. A fény a rúd végét nem a B pontban, hanem a B' pontban éri el (3. ábra).



3. ábra

A háromszögre felírhatjuk:

$$L^2 + (V \cdot \Delta t)^2 = (c\Delta t)^2$$

Ebből:

$$\Delta t^2 = \frac{L^2}{c^2 - v^2} = \frac{\frac{L^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Gyökvonás után:

$$\Delta t = \frac{L}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (5)$$

A (4) és (5)-ből kapjuk:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (6)$$

Ez az összefüggés fejezi ki az idődilataciót.

Mivel az (6) összefüggés nevezője kisebb, mint 1, így

$$\Delta t > \Delta t_0$$

Ez azt jelenti, hogy az űrhajóban az idő lassabban telik mint a Földön.

Az idődilatació jól ismert jelenség a részecskefizikában. A nem stabil részecskék élettartama mozgásuk sebességétől függ. Például a μ -mezon élettartama, ha a megfigyelőhöz képest nyugalomban van, akkor

$$\Delta t_0 = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s.}$$

Ha viszont v sebességgel mozog, akkor élettartamuk a (6) összefüggés alapján lényegesen hosszabb. Ezt a tényt számos kísérlet igazolja.

4) Hosszkontrakció

Vizsgáljunk két, S és S' koordináta rendszert. A két rendszer tengelyei egymással párhuzamosak, és az S' rendszer az S -hez képest az x tengely irányában v sebességgel mozog. Az S' rendszerben az x tengely mentén egy l_0 hosszúságú rúd fekszik. Az S' rendszerhez viszonyítva a rúd nyugalomban van, és az ebben a rendszerben levő megfigyelő könnyen megálapíthatja a rúd hosszát, elég lemérnie végpontjainak

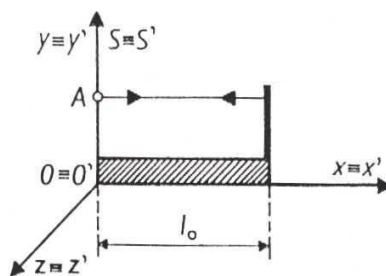
$$x_1', x_2' \text{ koordinátáit, és } l_0 = x_2' - x_1'.$$

Az S rendszerbeli megfigyelőnek nehezebb dolga van. Előbb definiálnunk kell, mit értünk a fekvő rúd hosszán. A továbbiakban a következő definíciót fogjuk használni: a rúd hossza egyenlő végpontjainak távolságával, miközben a két pont helyét egyidejűleg ahhoz a rendszerhez viszonyítva kell megállapítanunk, amelyben a rúd hosszát mérjük.

A rúd l hosszának mérésére az S rendszerben gondolkísérletet végzünk. A $t = t' = 0$ s időben a két rendszer kezdőpontja egybeesik, és a rúd A-val jelölt vége a rendszerek kezdőpontjában van (4. ábra). Ebben a pillanatban a két rendszer közös középpontjából egy fényjelet bocsátunk ki, amely beesik a rúd másik végén levő T tükörrre, és visszaverődés után visszatér az A pontba.

Mivel az S' rendszerben ez a folyamat Δt_0 , az S rendszerben pedig ideig tart, a két idő közt fenn kell állnia a (6) összefüggésnek. Az S' rendszerben ugyanis olyan folyamatot vizsgálunk, amely ugyanabban a pontban kezdődik és végződik, ezért az ilyen folyamatra alkalmazhatjuk az (4) összefüggést. Az S' rendszerben a Δt_0 időtartam és a rúd l_0 hossza közt fennáll az alábbi összefüggés:

$$\Delta t_0 = \frac{2l_0}{c} \quad (7)$$



4. ábra

Az S rendszerben a rúd hossza l . A fény az A ponttól a Z tükörrig t_1 idő alatt jut el, miközben

$$ct_1 = vt_1 + l$$

utat tesz meg. Visszafelé a fény S rendszerhez viszonyított útja:

$$ct_2 = l - vt_2.$$

A $\Delta t = t_1 + t_2$ időtartamra kapjuk:

$$\Delta t = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c} \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (8)$$

A $\Delta t - re$ és a $\Delta t_0 - ra$ vonatkozó összefüggéseket az (6)-ba behelyettesítve felírhatjuk:

$$\frac{2l}{c} \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{2l_0}{c} \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{Ebből kapjuk:} \quad l = l_0 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (9)$$

Az S rendszerbeli megfigyelő, mivel hozzá képest a rúd mozog, a rúd hosszát rövidebbnek méri, mint az a megfigyelő, akihez viszonyítva a rúd nyugalomban van. Ezt a jelenséget hosszkontrakciónak nevezzük. Bizonyítható, hogy a relativitáselméletben a sebességösszeadásra már nem érvényes a klasszikus (1) összefüggés. A relativisztikus sebességösszeadásra az alábbi összefüggést kell alkalmazni:

$$u = \frac{u'+v}{1+\frac{vu'}{c^2}} \quad (10)$$

5) A relativisztikus dinamika alapfogalmai

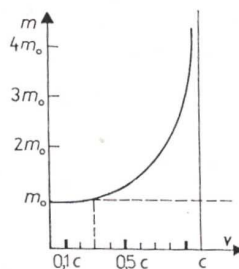
Relativisztikus tömeg

A klasszikus fizikában a test sebességét az $F = ma$ összefüggés alapján állandó erő esetén bármilyen nagy értékre növelhetjük. Azonban a speciális relativitáselmélet értelmében a vákuumbeli c fénysebesség határsebesség, ezt az értéket semmilyen test nem lépheti át. A relativitáselméletben a test tömege és mozgásának v sebessége közt fennáll az alábbi összefüggés:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (11)$$

ahol m_0 a test ún. nyugalmi tömege (ekkor a tömeget mér az a megfigyelő, akihez viszonyítva a test nyugalomban van). Ha a test v sebessége növekszik és közeledik a vákuumbeli c fénysebességhez, akkor tömege növekszik, és állandó erőhatás esetén gyorsulása folyamatosan csökken. Tehát a test a valóságban nem érheti el a c fénysebességet. A (11) összefüggést kísérletileg számos esetben bebizonyították. A relativisztikus tö-

meg sebességtől való függését szemlélteti az 5. ábra. Vegyük észre, hogy $v \ll c$ sebességek esetén az m tömeg alig függ a v sebességtől, ellenben ha



$v \rightarrow c$ -hez, akkor a tömeg rohamosan növekszik.

Relativisztikus lendület

A klasszikus mechanikában az m_0 tömegű, v sebességgel mozgó test p lendületét a

$$p = m_0 v \quad (12)$$

összefüggés definiálja. Newton mozgástörvényét kis Δt időintervallumra vonatkoztatva az

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (13)$$

alakban írhatjuk fel.

A relativisztikus mechanikában a lendületet az (12)-hez hasonlóan fejezzük ki, azonban az m_0 helyébe a relativisztikus tömeget írjuk. Tehát érvényes az alábbi összefüggés:

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (14)$$

6) Az energia és a tömeg közti kapcsolat

Ha a klasszikus mechanikában növeljük a test sebességét, növekszik energiája, viszont tömege változatlan marad.

A relativitáselméletben lényegesen más a helyzet. Már a (11) összefüggésből nyilvánvaló, hogy a test tömege függ a sebességétől, és így nyilván összefüggésben lesz az energiával is. Vizsgáljuk meg a legegyszerűbb esetet. Az m_0 nyugalmi tömegű testet a nulla sebességről v sebességre gyorsítjuk fel, miközben $v \ll c$. A mozgási energia növekedését a klasszikus

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_0 v^2 \quad (15)$$

összefüggésből számítjuk ki.

A (11) alapján egyben változik a test tömege is. A tömegnövekedés:

$$\Delta m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 = m_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

Kis v/c arány esetén érvényes az alábbi megközelítő összefüggés:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \quad (16)$$

Ha a (16)-ot behelyettesítjük az előző összefüggésbe, megkapjuk:

$$\Delta m = \frac{1}{2} \frac{m_0 v^2}{c^2} \quad (17)$$

A (15) és a (17) összehasonlítása alapján felírhatjuk:

$$\Delta E = \Delta m c^2 \quad (18)$$

A relativitáselméletből adódik, hogy a (18) összefüggés általános érvényű, és a rendszer összenergiájára és össztömegére is érvényes:

$$E = m c^2$$

A nyugalomban levő test összenergiája:

$$E_0 = m_0 c^2$$

amit nyugalmi energiának nevezünk.

Felhasznált irodalom

relativitás (2014):

http://fizipedia.bme.hu/index.php/Speciális_relativitáselmélet

Ajánlott irodalom

Albert Einstein válogatott írásai. Typo Tex, Budapest, 2005.

2.9. Mintatartalmak feldolgozása 3.

Az iskola célja és feladata, valamint a társadalom igénye, hogy a tanulók a mindennapi életben is alkalmazni tudó ismeretekre tegyenek szert. Ezért úgy a tanítási órákon, mint az órákon kívüli foglalkozásokon szükség van a tananyag gyakorlatban történő alkalmazásainak kiemelésére. Foglalkozhatunk olyan ismeretekkel, amelyek érdeklik a tanulókat, de túlmutatnak az órai követelményeken. A következőkben néhány, a tanulók képességeit kicsit meghaladó, de érdeklődési körükbe tartozó érdekeséget foglalkozás össze.

1. Mágnesvasút

A mai gyerekek a közlekedési eszközök közül leginkább a hagyományos vonatot, a villamost, a trolibuszt és a benzinnel működő járműveket ismerik. De filmekben, az interneten böngészve találkozhatnak a mágnesvasúttal.

A mágnesvasúti közlekedés legmodernebb formája a Németországban kifejlesztett Transrapid rendszer, amely az üzemi próbákon túljutva ma már menetrendszerű tömegközlekedési feladatokat is ellát Kínában.

A lebegő mágnesvasút (angol rövidítéssel maglev vasút) olyan vasúti rendszer, amelynél a járművek pályán tartását és hajtását a hagyományos kerekek helyett mágneses mező végzi. Ezek a vonatok képesek kb. 500 km/h-nál nagyobb sebesség elérésére is.

Mágnesvasút működése

A vonat nem a kerék-sín kapcsolatot használja, kerekei nincsenek. Ezek helyett elektromágnesek vannak a szerelvény aljában, amiket a kocsikban lévő akkumulátor táplál. A pálya néhány méter magas betonoszlopokon fekvő elektromágnesekből áll. Az ellentétes pólusú mágnesek taszítják egymást, így a vonat a pálya felett 10 mm-rel lebegve halad. Nincs súrlódás, nincs kopás, így nagy sebesség és nagy gyorsulás érhető el, kevesebb energia befektetésével. A maglev számára teljesen különálló pálya szükséges, mely megépítése nagyon megnöveli a költségeket. A maglev útját nem keresztezheti semmi, ezért vagy zárt, vagy emeltpálya szükséges. A kitérők is jóval bonyolultabbak és nagyobbak. Előnye viszont, hogy a járművek nagyobb emelkedőket is le tudnak győzni, kisebb ívek is elegendőek. Ez bizonyos helyeken olcsóbb pályát eredményezhet. Mivel nincs súrlódás, a pálya élettartama jóval nagyobb és kevesebb karbantartást igényel. Szintén a súrlódás hiánya miatt az energiafelhasználása jóval kedvezőbb.

A leírt nagysebességű közforgalomban közlekedő maglev Kínában működik. Ez a vonat Pudong nemzetközi repülőtér és Sanghaj pénzügyi negyede között közlekedik. A távolság 30 km, ezt a szerelvények körülbelül 7,5 perc alatt teszik meg, így kb. 430 km/h sebességet érnek el.

Egy másik maglev a németországi Emslandban közlekedik a Siemens tesztpályáján. A pályahossz körülbelül 27 km és mindkét végén egy hurokkal tér vissza saját magába. Egyéb, egyszerű maglevetek több városban is épültek.



1. ábra

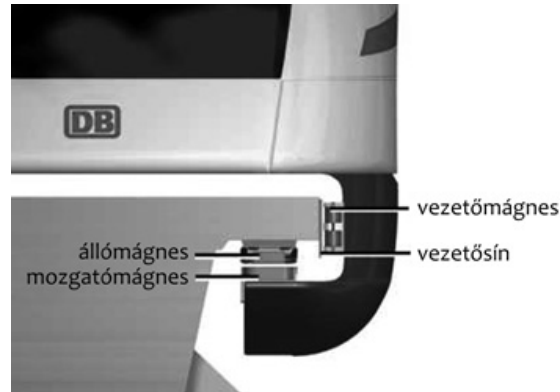
Maglev indul a sanghaji Pudong repülőtérrel a belváros felé

A rendszer működésének fizikai alapelvei

A mágnesvasúti járművek lebegtetésének és mozgatásának körülményei a villanymotorok működésének fizikai alapelveiből vezethetők le. A villanymotoroknál a mágneses kölcsönhatás forgatja az állórészben (stator) elhelyezkedő rotort (18. ábra.). Ha a hengeres villanymotort a pályán mentén gondolatban felvágjuk és kiterítjük, akkor két hosszú elemet kapunk, amelyek a tekercsekbe vezetett áram mágneses terének hatására egymás felett elmozdulnak (lineáris motor). A Transrapid mágnesvasúti rendszerben a stator a pályán (a pálya teljes hossza mentén), a rotor pedig a járművön van elhelyezve (19. ábra).

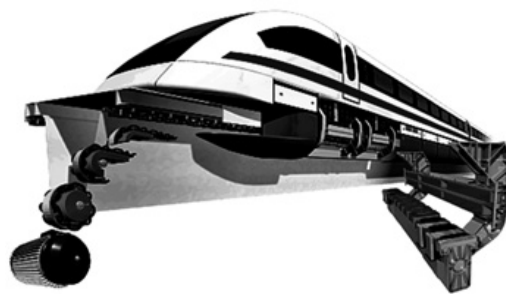
A jármű alsó szerkezete nyeregvasútszerűen körbeöleli a pályaszerkezet vízszintes gerendáit (így a pályaelhagyás is kizárt). A kocsiszekrény

haladásra merőleges (keresztirányú) pozicionálását az ún. vezető mágnesek végzik. A járművön és a pályán lévő mágnesek közötti távolság üzem közben kb. 10 mm, ennek állandóságára szenzorok ügyelnek. A pályára szerelt vezeték (pályamágnesek) csak a szerelvények hosszát éppen meghaladó szakaszon kerülnek áram alá, így csökkentve az energiavesztést.



2. ábra

Stator a pályán



3. ábra

Rotor a járművön

A Transrapid rendszerben nemcsak a személyszállításra, hanem az árutovábbításra is felkészültek a tervezők. Elgondolásuk szerint az áruk szállítása konténerekben történne.

A Transrapid rendszer kitérői lényegében egyetlen fő elemből, egy acél alapanyagú váltórészből állnak. Az acéltartók szerkezetileg úgy vannak kialakítva, hogy azok a pálya síkjában jelentős mértékben hajlékonyak. Így amíg a váltó eleje befogott, rögzített helyzetű, addig a váltó

többi keresztmetszete az állítóerők hatására oldalirányban a tervezett mértékben elmozdul. A váltó végén már olyan mértékű az oldalirányú elmozdulás, hogy az a tervezett ívsugarban közvetlenül csatlakozik az eltérítő ágot követő vágányhoz.



4. ábra

A Transrapid emslandi próbapályájának északi hurokfordulója

2. Autóbuszok ajtajának működése

Az ajtót befelé nyitja egy pneumatikus (sűrített levegővel működő) szerkezet. Az ajtó sarka egy sínben van, ezért az ajtó befelé és oldalra nyílik. Van két levegős teleszkóp az ajtó fölött és egy légtartály az autóbusz hasa alatt. Ezt a tartályt ugyanaz a kompresszor tölti, mint a légféket. Amikor a sofőr nyitja az ajtót, egy relé megnyitja a szelepet és a teleszkóp kitolja az ajtót.

3. A repülés rövid története

Az emberek régi vágya a repülés. A világtörténelemben a repülőgép katonai és békés célokra való alkalmazása is előfordult. A repülésről szóló legendát több vallás könyveiben is megtaláljuk.

A repülés minden korban a szabadság érzését közvetítette az emberek szívébe. Mindig is élt olyan ember, aki hitt a repülés megvalósíthatóságában, és meg is próbálta, kezdetben sikertelenül. Kínában készültek el az első repülő szerkezetek, már 2–3000 éve. Először sárkányrepülőkkel próbálkoztak, de az első rakéták készítői is ők voltak. Jóval később Európa is bekapcsolódott a fejlesztésekbe, Leonardo da Vinci készítette az első repülőgépet. A Kódexe 1497-ben jelent meg, amely már a tudományos ala-

pokra helyezte a repülést. Különbőféle sárkányrepölők, helikopterek, valamint ejtőernyők szerepeltek benne, amelyeket a ma embere is használ. Ezért tartják sokan őt a repülés szellemi atyjának. Az 1700-as évek vége felé Franciaországban megszületett az első léggömb. Lyon mellett emelkedett a levegőbe, és kb. négyezer méteres repülés után baj nélkül ért földet. Utasai háziállatok voltak és sértetlenül értek vissza a földre. Az emberek álma a repülés terén 1783. november 21-én vált valóra, amikor Párizsban a magasba emelkedett egy ember által irányított léggömb. Ezek után kifejlesztették a léghajókat, amelyek építése rohamosan fejlődött. Megemlíthetjük a német Zeppelin-t. A technika fejlődése maga után hozta sárkányvitorlázás megjelenését is, majd a XX. század nagy találmányaként megjelent a repülőgép. 1909. december 17-én emelkedett a magasba az első repülőgép Észak-Karolinában.

Hogyan marad a repülő a levegőben?

A merevszárnyú repülőgépek azon az elven működnek, hogy a repülőgép szárnyai fölött és alatt előrehaladás közben légnyomáskülönbség alakul ki, így felhajtóerő képződik. Ezt mutatja a 21. ábra.

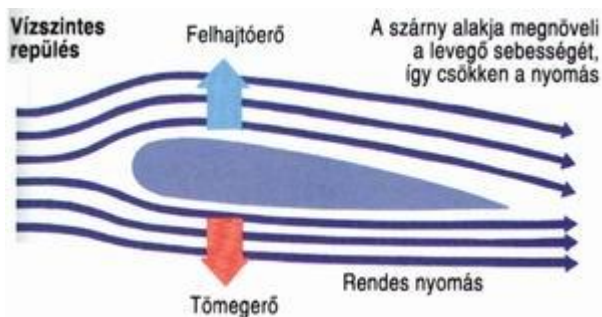


5. ábra

A repülőgépre ható erők

A repülőgép azért marad fenn a levegőben, mert a teste mellett elhaladó légáramot lefelé téríti el. A szárnyak lefelé tolják a légáramot, és ennek hatására a légáram fölfelé tolja a szárnyakat. Amikor a repülő vízszintesen halad, az eltérített légáram olyan nagy erőt fejt ki felfelé, hogy a repülő teljes súlyát megtartja. Az, hogy a repülőgép szárnyai miként térítik úgy el a légáramot, hogy létrejöjjön ez a felfelé ható erő, a gázok dinamikájának eredménye. A repülőgép levegőben maradása az alábbiakkal magyarázható. A szárny elejéhez érkező légáram két áramra válik szét, és

ezek a szárny alatt, illetve fölött haladnak tovább. A szárny alakját és dőlésszögét úgy tervezik, hogy a két áram gyorsulása eltérő legyen a szárny körül. A szárny alatt áramló levegő lefelé lejtő felület mentén halad, amely lefelé löki a légáramot, tehát a levegő lefelé gyorsul. Ennek következményeként a levegő felfelé tolja a szárny alját, és hozzájárul a repülőt megtartó erőhöz (22. ábra)



6. ábra

A szárny alakja befolyásolja a repülőgép repülését

A szárny fölött áramló levegő először felfelé lejtő felülettel érintkezik, tehát felfelé lökődik és felfelé gyorsul. Válaszként a levegő lefelé tolja a szárny felső felületének elülső darabját. A szárny felső felületnek lejtése azonban megfordul. A levegőnek most lefelé kell gyorsulnia, hogy továbbra is érintkezessen a szárnyal. A nyomás- és sebességkülönbség miatt a szárny felső felületének hátsó része lefelé szívja a levegőt, míg a levegő fölfelé szívja a szárnyat. Ez a felfelé irányuló szívóerő nagyobb a szárny elején ható, lefelé irányuló erőnél, ezért a szárny fölött áramló levegő végeredményben fölfelé irányuló erővel hat a szárnyra.

Tehát mindkét légáram fölfelé irányuló erővel hat a szárnyra, és együttes hatásuk megtartja a repülőgép súlyát.

A helikopter története

A helikopter szó a görög helix (csavar) és pteron (szárny) szavakból keletkezett. Mint az már szerepelt az 1480-as évek vége felé Leonardo da Vinci is foglalkozott a repülés lehetőségével. Számos vázlatot készített ezzel kapcsolatban, de nem tette elképzeléseit közkinccsé. Az első helikopterek gyártása csak a XX. században kezdődött, a repülőgépek kifejlesztése, gyártása után. Az első irányított repülés Raúl Pateras de Pescara

névéhez fűződik, a repülést Buenos Airesben végezte 1916-ban. A motor meghajtású helikoptert a szlovák származású Jan Bahyl találta fel. Az első stabil, sorozatban gyártott típust Igor Sikorsky tervezte. Asbóth Oszkár Dezső Vilmos mérnök az I. világháború után a merev légsavarral való hosszú kísérletezés eredményeként megépítette helikopterét, amely először 1928. szeptember 9-én szállt fel egy helyből, függőleges irányban a magasba. Gépe vízszintes irányban is kormányozható volt. Sikerei Európa-szerte új lendületet adtak a korábban megoldhatatlan problémának tekintett helikopter kutatásnak. Kísérleteinek úttörő szerepét és jelentőségét a nemzetközi szakirodalom is elismerte. Kármán Tódor is részt vett a helikopter készítésének kidolgozásában.



7. ábra

Enstrom (USA) 280FX Shark, egy aerodinamikailag átalakított F28-as

Felhasznált irodalom

Kazinczy László Magyar Tudomány

<http://www.matud.iif.hu/2014/03/08.htm>

Heinrich, Klaus & Kretschmar Rolf (1989): *Magnetbahn Transrapid – Die neue Dimension des Reisens*. Hestra-Verlag, Darmstadt.

Schach, Rainer & Jehle, P. & Naumann, R. (2006): *Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahn*. Springer-Verlag, Berlin.

Ajánlott irodalom

<http://science.howstuffworks.com/transport/flight> Letöltve 2015. február.

Digitális forradalom

3.1. Számonkérés: generatív kérdések, tudástér elmélet, más tudásreprezentációk

A számonkérés a tanulási folyamat egyik megkerülhetetlen eleme. Ismeretes az a tanári gyakorlat, ami a diákokkal való találkozást szinte kizárólag számonkérésre korlátozza. Az anyag le van írva, hisz a kolléga egyszer s mindenkorra kőbe véste azt. A feladat ezután a diákok folyamatos sakkban tartása (és alázása, megszégyenítése). Legfeljebb lesz vagy húsz jegyük, nem lesz probléma az osztályzással. Ez a felfogás nehezen védhető, ismerve az emberi lélek mozgástörvényeit. Hasonlóan romboló hatású a számonkérés teljes elmaradása. A büntetés-pszichológiában közismert tény (Gordon 1996), hogy a büntetésnek akkor van a hatása, ha röviddel a büntetendő tevékenység végrehajtása után foganatosítják. Hasonlóan, az értékelésnek röviddel a dolgozatírás után kell megtörténnie.

A számonkérés egyik fő célja a tanuló tudásának ellenőrzése. A tudás jelentheti azt, hogy a diák emlékszik-e a neki tanított információkra, ismeretekre (informational knowledge), ismer és alkalmaz-e bizonyos eljárásokat (procedural knowledge), illetve milyen fogalmakat alakított ki, azok hogyan kapcsolódnak egymáshoz (conceptual knowledge). Jelentheti a boldoguláshoz fontos készségek, kompetenciák meglétét. Képes-e a diák megérteni az olvasott szöveget, áttekinteni, rendszerezni a szövegben levő adatokat, információkat, képes-e következtetéseket levonni.

Fontos, hogy az oktatási folyamat résztvevőinek helyes és részletes képe legyen az elért eredményekről.

3.1.1. A számonkérés módszerei

A számonkérés lényegében információgyűjtés arról, amire a diák emlékszik, amit képes végrehajtani, ahogyan a világot látja. Ennek sokféle, a pszichológiában is használt módszere alakult ki. A legközvetlenebb lehetőség a diákkal való közvetlen beszélgetés, interjú, szóbeli felelet, szóbeli

vizsga. A dolgozat a diáknak feltett kérdések csoportja. A kérdések lehetnek teszt jellegűek, amikor választani kell a lehetséges válaszok közül vagy értékelni az igazságukat. Lehetnek feladatok, illetve kifejtős kérdések, esszé, nyitott (open-ended question) kérdés.

Az interjúk készítésének, értékelésének ugyanúgy módszertana van, mint a dolgozatok összeállításának. Egy tesztkérdés esetében vizsgálható, hogy mennyire diszkriminatív, azaz alkalmas-e arra, hogy segítségével a diákok között különbséget tegyünk. Ha egy feladatot mindenki megold, az nem nagyon informatív, ha senki sem oldja meg, szintén. Vizsgálható, hogy a dolgozat mennyire konzisztens. Hogy a kérdés érthető-e egyáltalán, esetleg félre érthető, rosszul megfogalmazott vagy félre vezető. A pszichológiai gyakorlatban például kis csoportban kipróbálják a kérdőívet használat előtt. Fontos szempont a dolgozat javíthatósága is.

A számonkérés egyfajta mérési feladatnak is felfogható, amivel kapcsolatban méréselméleti kérdések is felmerülnek. Általában használjuk az átlagot, mint a mérés eredményét jellemző mennyiséget. Érdekes további információkat adhat a dolgozatra adott pontszámok eloszlásának vizsgálata is. Tegyük fel, hogy 36 fős csoportban íratunk dolgozatot, amelyet 0-tól 19-ig pontozunk. Ha összeszámoljuk, hány diák kapott 0–4 pontot, 5–9 pontot és így tovább, egészen 15–19 pontig, oszlopdiagrammon ábrázolhatjuk az eredmények eloszlását, hisztogrammját.

A számonkérés során feltett kérdések két fő csoportra oszthatók:

Az úgynevezett reprodukív jellegű kérdés a tananyag egy részének visszamondását kéri a hallgatóktól.

Például: Milyen alakú a Föld?

Erre a kérdésre lényegében vissza kell adni a megtanult szöveget: A Föld gömb alakú. A tanult szöveg visszaadása azonban nem jelenti azt, hogy bekövetkezett a fogalmi váltás, azaz a tanult szöveg valóban a diák sajátjává vált. Ennek kiderítésére használhatóak a generatív vagy diagnosztikus kérdések, amik a tanultak alkalmazását kéri.

Ha kelet felé elindulsz és csak mész, mész nagyon sokat mi fog történni?

Ha a diák valóban elhiszi, hogy a Föld gömb alakú, akkor nem fog olyanokat írni, hogy ha elegendően sokat megyek, akkor elérem a szélét és lesek róla.

Az, hogy egy ismeretet a diák megjegyzett vagy el is sajátított (azaz a sajátjává vált, alkalmazza) befolyásolja azt is, mennyi ideig emlékszik rá.

A valóban elsajátított ismeretet lehet, hogy mindig fel fogja idézni, a megjegyzett ismeret hamar a feledés homályába merül.

A számonkérés izgalmasabb része az, ha nem csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy mit ad vissza a gyermek a tananyagból, hanem arra is, mi vált valóban gondolkodásának részévé. Azt gondolom, hogy a tanári gyakorlat során érdemes néha a fecsegő felszín mögé is nézni: vajon hallgat-e? Sajnos nagyon gyakran igen.

3.1.2. Tanulási nehézségek és a tudás szerkezete

A természettudományos tárgyak, köztük a fizika tanulásával kapcsolatos tanulási nehézségek közismertek. Nem az a probléma, hogy a lakoságnak csak egy kisebb hányada képes a tudományos fogalmak és törvények alapján értelmezni a világot, hanem az, hogy az általános és középiskolából kikerülő diákok egy jelentős hányada (15–20%) gyakorlatilag semmilyen fizikával kapcsolatban tanult dologra nem emlékszik, a fizika legalapvetőbb fogalmait sem érti helyesen és nem is rendelkezik a természettudományos ismeretek elsajátításának képességével sem, azaz sommásan: semmit nem tud és – gyakorlati szempontból – taníthatatlannak bizonyul. Mivel a természettudományos ismeretek nagyon jól strukturált rendszert alkotnak, a probléma nem oldható meg azzal, hogy „no, most már ülj le a fenekedre fiam és tanul meg a fizikát!” Az olvasott szöveg emészthetetlennek bizonyul, ha hiányoznak a tudatból azok a sémák, amikhez az új ismeretek kapcsolódhatnak. Ha az alapvető fizikai fogalmak üres absztrakciók, bemagolt szövegtöredékek és nem köthetők korábbi tapasztalatokhoz vagy valós eseményekhez, ha nincs megalapozva sok-sok gyakorlati tapasztalat által a fizikai mennyiség, a fizikai törvényszerűség fogalma, ha üres tevékenységet jelent a mérés, akkor sikertelen marad a tanulás.

Az elmúlt évek fizikatanítás – kutatása megmutatta, hogy sikeres tanítás csak akkor lehetséges, ha a tanár ismeri a diákok előzetes tudását, a világról alkotott elképzeléseit. Ez az előzetes tudás azonban egy korábbi iskolázás révén alakul ki. A kognitív pszichológia ismeretei szerint az embert élete során ért komplex benyomások egymással összekapcsolódva alkotják a megismerésben alapvető szerepű úgynevezett sémákat. A sémák szerveződésének egyik alapja a tapasztalt dolgok közötti valamilyen hasonlóság, térbeli, időbeli megfelelés. A szakértői tudás kialakulása során az egyszerűbb, a tapasztalatokhoz szorosabban kapcsolódó sémák elemei-

ből új kapcsolatok létrehozásával összetettebb és elvontabb sémákat hozunk létre. A séma folyamatosan változik az életünk során, idomul a tapasztalatainkhoz miközben aktívan irányítja is a megismerési folyamatot. A séma olyan komplex tudáselem, amire egyetlen entitásként gondolhatunk (Neisser 1984). Amikor új dolgot tapasztalunk, nagy sebességgel szkenneljük meglévő sémáinkat keresve a helyes cselekvést vagy megoldást. A diákok fejében élő sémákról keveset árulnak el a tanult szöveg visszamondását váró kérdések. Ezekre akkor is adható jó válasz, ha a diák egyébként máshogy látja a világot vagy ügyesen reprodukálja a valamilyen adathordozóra sűrített anyagot. Többre jutunk az úgynevezett generatív kérdések használatával. Ezek a sémák alapján történő állásfoglalásra, választásra, előre látásra készítetnek.

A megismerési folyamat során új sémák alakulnak ki, illetve a tapasztatoknak megfelelően sor kerülhet a korábbi sémák átalakítására. Az átalakítás során a sémák elemei és a közöttük lévő kapcsolatok is változhatnak. A valóságról alkotott mentális kép lényeges megváltozását fogalmi váltásnak nevezik.

A hagyományos dolgozatok (problem based test) segítségével megállapítható a tudás mennyisége, hogy mit tud a diák és mit nem a tananyagból. Nem derül fény azonban a tudás szerkezetére, azaz a tudáselemek közötti kapcsolatokra és arra sem, hogy egy adott feladattal miért nem boldogulnak a tanulók.

Tudáspiramis

A fizikával kapcsolatos tudáselemek többféle módon is csoportosíthatók. Az egyik ismert felosztás négy jellemző csoportot különít el: Fogalmi tudás (conceptual knowledge), műveletek és eljárások (operational and procedural knowledge), feladatok, (problem-state knowledge), és stratégiák (strategic knowledge, Beatty 2002). A kutatások feltárták, hogy a fogalmi tudás elemei és a közöttük lévő kapcsolatok szerepe kiemelkedően fontos. A szakértői tudás jellemzője általában is a tudáselemek szervezettsége, a közöttük lévő kapcsolatok sokasága, sokszínűsége. Összetettség alapján a fizika tudásának elemei között hierarchia tételezhető fel. A képzeletbeli piramis alján a fizikai mennyiségek jelentésének ismerete áll, ami leginkább a fogalmi tudás területéhez kapcsolható. Ezt követi a közöttük lévő kapcsolatok ismerete, amely szintén több szinten valósul meg. Egy fizikai mennyiséggel kapcsolatban az egyik legegyszerűbb ismeret,

hogy függ-e egy másik mennyiségtől, vagy nem. Ha igen, vajon hogyan? A függés jellegének leírása történhet szavakkal, képletekkel, ábrával. Sok összefüggésben nem két, hanem egyszerre több fizikai mennyiség szerepel. A tudás képzeletbeli piramisának szintjén ezeknek a többszörös kapcsolatoknak az átlátása, illetve az ezek alapján való számolás állhat. A következő szintet azok a problémák jelenthetik, ahol egyszerre több összefüggést kell alkalmazni. Végül az egyszerűbb fizikai modellek felállítását is megkövetelő problémák következhetnek.

Tudástér elmélet

A tudástér elmélet (KST) a tudás szerveződése leírásának egyik módja. Hasonló további módszerek többek között a fogalmi térkép, a szóasszociációs módszer, a Bayes-hálózatok. A KST esetében a leírás kiindulópontja a tovább már nem bontott, úgynevezett elemi problémák halmaza, amelyek a tudástér alkotják (Tóth Z. 2007). Minden dolgozatfeladat tekinthető elemi problémának, amelyet a tanuló vagy megold, vagy nem. A megoldott problémát jelölheti 1-es, a nem megoldottat 0. A dolgozatfeladatra adott válaszok kijelölik a tanuló válasz állapotát (response-state). n -elemi probléma esetén a lehetséges válaszállapotok száma 2^n , ami magában foglalja a 0-tudást és a teljes tudást is. Amennyiben a sok tanuló által megírt dolgozatok kijavítása során kapott válaszállapotok a tudás szerveződésére jellemző módon különböző valószínűséggel fordulnak elő akkor a válaszállapotok úgynevezett tudásszerkezetet alkotnak és tudásállapotoknak nevezik őket. A tudásállapotok eltérő gyakorisága a KST elméletben a tudáselemek közötti előfeltétel kapcsolat (sumrise relation) következménye. A tudáselemek közötti hierarchia egy magasabb szintjén álló A-tudáselemnek előfeltétele az alacsonyabb szinten álló B-tudáselem, ha az A feladatot megoldó minden gyerek megoldotta a B feladatot is. Az A-ra kapott helyes válaszból tehát következik a B-re kapott helyes válasz. Az ilyen egyértelmű kapcsolat azonban ritkán jelenik meg a dolgozatok javítása során, mivel a valódi eredményt befolyásolja a véletlen (a szerencsés találgatás és az akaratlan tévesztés) és a nem megengedett segédeszközök használata is. Például egy adott számolási feladat megoldásának várhatóan előfeltétele a megfelelő képlet ismerete.

A tudáselemek közötti kapcsolatot az úgynevezett HASSE diagram segítségével szokták ábrázolni. A hierarchia alacsonyabb szintjén álló B tu-

dáselemtől nyíl mutat a magasabb szinten álló A tudáselem felé, ha B előfeltétele A-nak.

A tudáselemek hierarchiáját, a köztük lévő kapcsolatok ábrázolása elárulhatja a diákok tanulási szokásait, az úgynevezett jellegzetes tanulási utakat. Ha egy általános törvény vagy képlet ismerete alapján oldják meg a diákok a feladatot, akkor a tudásszerkezet Hasse diagramjában képlet → feladat mintázatot látunk. Ez a dedukcióra jellemző mintázat. Ha az egyszerűbb tudáselemek felől indul a nyíl az összetettebbek felé, az az induktív tanulási út jelenlétére utal.

A tudásszerkezet vizsgálatok értékelése során gyakran az úgynevezett szakértői tudásszerkezethez hasonlítjuk a diákok tudásszerkezetét.

Felhasznált irodalom

- Beatty, Ian D. & Gerace William J. (2002): *Measuring and Modeling Physics Students' Conceptual Knowledge Structures Through Term Association Times*. Mass Physics Education Research Group, Massachusetts.
- Gordon, Thomas (1996): *T. E. T. Teachers Effectiveness Training*. Gondolat, Budapest.
- Neisser, U. (1984): *Megismerés és valóság*. Gondolat kiadó, Budapest.
- Tóth Z. (2007): *Chemistry Education Research and Practice*. 8 (4), 376–389.

Ajánlott irodalom

- Chrappán, M. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok, Debrecen, 51–74.

3.2. Tehetséggondozás és a lemaradók segítése kicsiknek (általános iskola): versenyek kicsiknek, mozgalmak

A Jedlik Ányos Országos Fizikaverseny, mely több mint 15 éves múlt-ra tekint vissza lehetőséget teremtett, hogy a fizikát még nem tanuló, de a tantárgy iránt érdeklődő diákok is részt vehessenek egy országos szintű megmérettetésben. Kezdetben a Jedlik Ányos Fizikaverseny csak a 7. évfolyamos diákok részére szerveződött. A nagy érdeklődésre való tekintettel a verseny szervezői 3–4 évente bővítették a tanulói korcsoportokat. Előbb bevonták a 8.-osokat, őket követték az 5–6.-osok, majd a 3–4.-esek. Jelenleg a fizikaversenyre a 3–10. évfolyamos diákok nevezhetnek. A Jedlik Ányos Fizikaverseny résztvevői 5 korcsoportban mérhetik meg tudásukat:

A Rónaszéki korcsoport a 3–4. osztály, a Bolyai korcsoport az 5–6. osztály, a Jedlik korcsoport a 7. osztály, az Öveges korcsoport a 8. osztály, a Király korcsoport a 9–10. osztály.

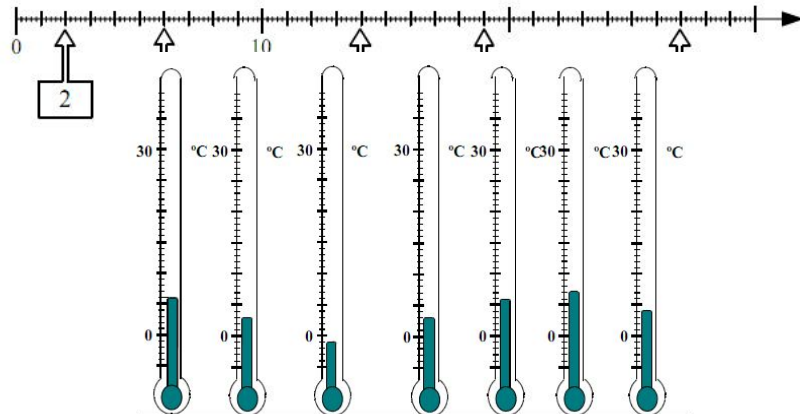
A korcsoportok áttekintése után jogosan vetődhet fel az a kérdés, hogy mit keresnek 3–6. osztályos tanulók egy fizikaversenyen? Az elmúlt 15 év arról is szólt, hogy a diákokban a fizika (és a többi természettudomány) iránti érdeklődés már jóval a tantárgy tanítása előtt megmutatkozik, és erre reagálni kellett. Így a szervezők nyitottak a fiatalabb tanulók felé. A tapasztalatok alapján kijelenthető: jó döntés volt. Természetesen a 3–6.-osok matematikai feladatokat kapnak, de a feladatsorokba „belopóznak” a sebesség, a sűrűség, a mozgások összegzése, a rugalmas erő és az erőmérés fogalmak. Természetesen mindez a tanulók életkori sajátosságainak figyelembevételével történik.

A Jedlik-verseny lebonyolítása három fordulóban történik. Nevezéskor a jelentkezők kapnak egy feladatgyűjteményt, ami lényegében egy munkafüzet. A 3–6. osztályosok számára a „Mérünk és számolunk” feladatgyűjtemény 75 példát tartalmaz. A tanulók a feladatok megoldásával nemcsak gyakorolnak és „ráhangolódnak” a versenyre, hanem egyben teljesítik is az első forduló követelményeit. Ezzel párhuzamosan a felkészítő tanárok megkapják a megoldásokat, melyek alapján értékelik tanulóik munkáját és javasolhatják nevezésüket a következő fordulóba. A következőkben az elmúlt néhány év feladatgyűjteményeiből válogattunk és fogalmak köré csoportosítottunk feladatokat.

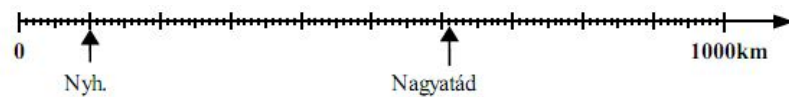
SZÁMEGYENES

A számegyenes használatát már az általános iskola alsó tagozatán megismerik a tanulók. A verseny feladatok célja, hogy készség szintre kimunkálják a használatát, begyakoroltassák az alkalmazását különböző mérések elvégzésekor. Első lépésként a diákok pont helyét határozzák meg a számegyenesen. A szerzett jártasságot továbbfejlesztve megtanulják meghatározni két pont közötti távolságot, testek méretét, térfogatát, tömegét (súlyát).

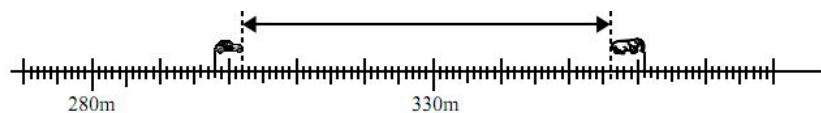
1. A következőkben gyakran lesz szükség arra, hogy egy számegyenes valamely pontjához tartozó értékét meghatározd. Mely számokhoz mutatnak a nyilak (Jármezei 2009)?



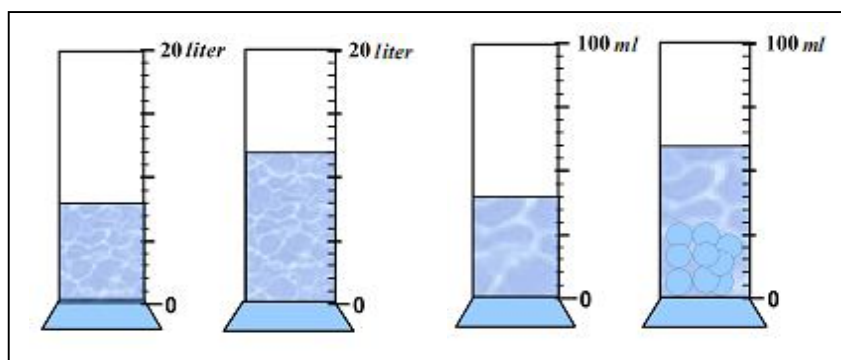
2. Egy hét minden napján déli 12 órakor megmértük a hőmérsékletet. Mennyi volt ezen a héten a déli átlagos (közép) hőmérséklet?
3. Mekkora távolságra van Nyíregyházától Nagyatád?



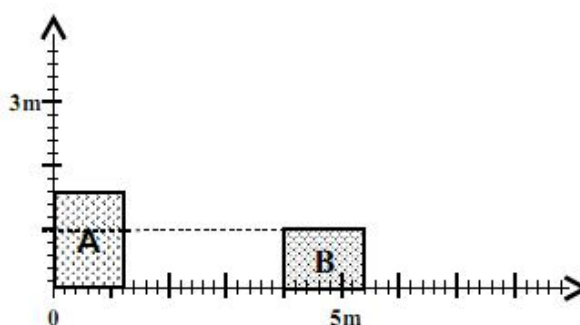
4. Milyen hosszú a) az autó b) az elefánt? Mennyi a közöttük lévő távolság?



5. Az edényekben víz van. 1 liter víz tömege 1 kg. Hány kg víz van a két edényben összesen?



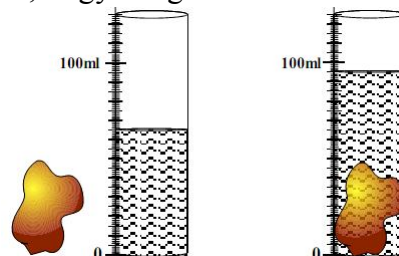
6. Hány méter lécre van szükség a két kép bekeretezéséhez összesen?



TÉRFOGATMÉRÉS

A térfogat mérésével és a mennyiség egységeivel is már alsó tagozaton foglalkoznak a tanulók. Könnyen megértik, hogy a leguniverzálisabb szilárd testek térfogatának meghatározása a vízkiszorításon alapul. Az ilyen típusú feladatokat mind elméleti, mind gyakorlati szinten sikeresen végzik el.

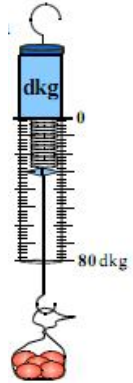
7. A kődarabot a mérőhengerbe tettük. Mennyi vizet szorított ki a kődarab?



8. Hány darab ugyanolyan golyót tettünk a pohárba, ha egy golyó 2 ml vizet szorított ki?

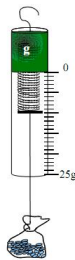
RUGÓS ERŐMÉRŐ

Az erő definiálása a fizika tantárgy feladata. De a hétköznapi tapasztalatok alapján már a kisiskolások is sikeresen alkalmazzák egyszerűbb esetekben az erő fogalmát. Ez elsősorban a súlyerő esetére érvényes. Minden gyerek tudja, hogy nagyobb tömegű test emeléséhez nagyobb erőre van szükség. Másfelől azzal is tisztában vannak a tanulók, hogy nagyobb erő hosszabb megnyúlást hoz létre egy rugón. Ezen tapasztalatok összegzése megalapozza a rugós erőmérő alkalmazását test tömegének a meghatározására (Jármezei 2010).



8. A rugós mérlegen 5 db tojás függ. Hány gramm a tömege

- a) 15 db
- b) 3 db tojásnak?



9. A rugós mérlegről 400 szem rizs tömegét olvashatod le. A mérés alapján hány szem rizsnek a tömege 20 dkg?

10. A pillepalackban 1 dl víz van. (1 dl víz tömege 100 g)
Mennyi a tömege
- a) a palacknak;
 - b) egy rugós mérlegnek?

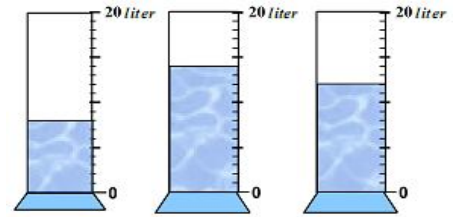
SŰRŰSÉG

Bár a sűrűség fogalmát a fizika tantárgy keretén belül vezetik be, de már a természetismereti órákon a diákok megtanulják, hogy különböző anyagok azonos térfogatának a tömege is különböző. Így a sűrűség fogalma bevezetése nélkül is ösztönözni lehet a versenyzőket egységnyi térfogatú anyag tömegének a meghatározására vagy egy adott térfogatú anyag tömegének a kiszámítására.

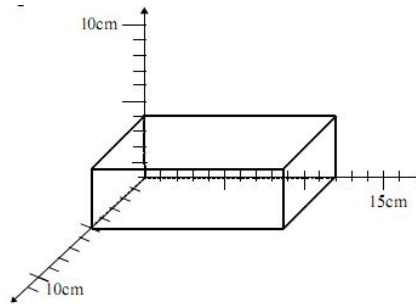


11. Egy téгла méretei $a = 30 \text{ cm}$, $b = 20 \text{ cm}$ és $c = 8 \text{ cm}$. Tömege 9600 g . Mennyi a tömege 1 cm^3 téglának?

12. Az edényekben víz van. 1 liter víz tömege 1 kg . Hány kg víz van a három edényben összesen?



13. Az ábrán látható test tömege 480 g . Mennyi a tömege a test 1 cm^3 térfogatú részének?

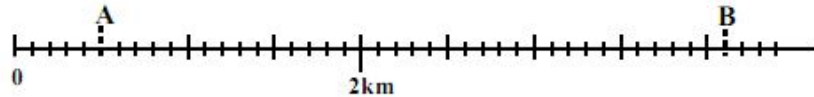


14. Egy téglatest alakú szoba 5 m hosszú, 4 m széles és 3 m magas. Hány kg levegő fér a szobába, ha 1 m^3 térfogatú levegő tömege $1 \text{ kg } 30 \text{ dkg}$?
15. Egy 2 literes edény színültig van olajjal. Kiöntünk belőle 180 g tömegűt, majd 300 cm^3 térfogatú olajt. Hány cm olaj marad az edényben, ha 10 cm^3 olaj tömege 9 g (Jármezei 2011)?
16. Egy 40 g tömegű kavicsot vízbe tettünk, s 20 ml vizet szorított ki. Hány gramm annak a kavicsnak a tömege, amelyik 3 liter vizet szorít ki?

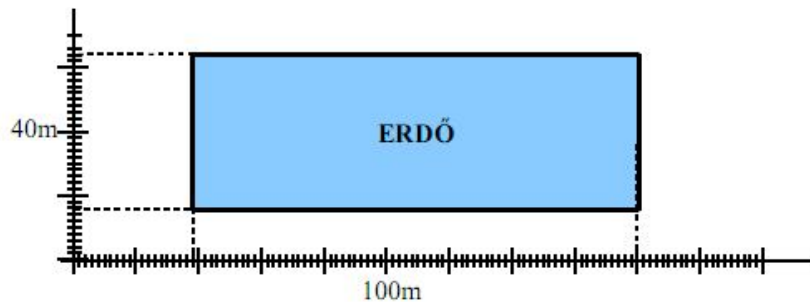
SEBESSÉG: A sebesség a fizika egyik alapvető fogalma, definiálására csak 7. osztályban kerül sor. De minden gyerek tudja, hogy ez a fogalom mit takar. Futás, kerékpározás, autózás során már a kisgyerekek is értelmezik a gyorsabb, lassúbb fogalmakat. Annak a meghatározása, hogy egy

mekkora utat tesz meg egységnyi idő alatt már szinte gyerekjáték a kiskolások számára.

17. Egy gyalogos 1 óra alatt ért A faluból a B faluba. Tovább gyalogolva 5 perc alatt ért a C fogadóba. Milyen távol van A-tól a C fogadó? Jelöld be a számegyenesen a C fogadó helyét!



18. Mennyi idő alatt futja körül Nándor az erdőt, ha másodpercenként 5 m utat tesz meg? (A vastag vonal mentén fut.)



19. Két kerékpárversenyző közül az első 72 km-t 4 óra alatt, a második 280 métert 40 másodperc alatt tett meg. Mennyi utat tettek meg percenként?

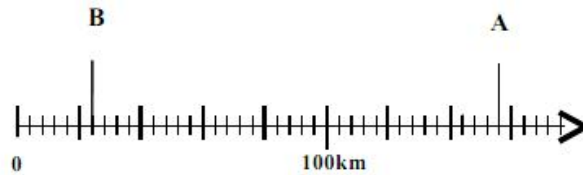
RELATÍV MOZGÁS

A sebesség meghatározására irányuló feladatok továbbfejlesztését a relatív mozgást vizsgáló kérdések tanulmányozása jelenti. A tehetségesebb diákoknak nem okoz gondot kiszámolni, hogyan változik a távolság az egymáshoz közeledő, vagy egymástól távolodó testek között.

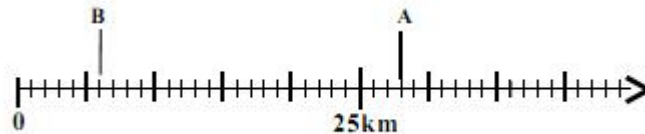
20. Döcögő 3 m 50 cm magasan volt a fán, amikor elindult lefelé. 30 cm-t haladt óránként. Csoszogó 1 órával Döcögő elindulása után elindult felfelé Döcögőért. Csoszogó 10 cm-t tett meg óránként. Mikor találkoztak?
21. Az országúton előttünk halad egy kerékpáros 10 km/h sebességgel. A mi sebességünk 40 km/h.

- a) Mennyivel csökken a köztünk lévő távolság 1 óra alatt?
 b) Hány km-rel van előttünk, ha 8 perc alatt érjük utol?

22. Két autó egyszerre indult el a városból. Az egyik kelet felé haladt, a másik nyugatra. Egy óra múlva az A, illetve a B kilométerkőnél járnak. Óránként hány km-rel távolodnak egymástól?



23. Két kiránduló csoport egyszerre indult el az üdülőből. Az egyik balra ment, s óránként 1 km-rel több utat tettek meg, mint a jobbra haladó csoport. Két óra múlva az A, ill. a B kilométerkőnél jártak.
- a) Óránként hány km-rel távolodtak egymástól?
 b) Mennyi utat tett meg 2 óra alatt a balra haladó csoport a B kilométerkőig?



Felhasznált irodalom

- Jármezei Tamás (2009): *Mérünk és számolunk 2009*. A Jedlik Ányos Országos Általános Iskolai Matematikaverseny feladatai. Nyíregyháza.
 Jármezei Tamás (2010): *Mérünk és számolunk 2010*. Feladatgyűjtemény az általános iskola 3–6. évfolyama számára. Nyíregyháza.
 Jármezei Tamás (2011): *Mérünk és számolunk 2011*. Feladatgyűjtemény az általános iskola 3–6. évfolyama számára. Nyíregyháza.

Ajánlott irodalom

- Chrappán, M. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok, Debrecen. 23–30.

3.3. Tehetséggondozás és a lemaradók segítése nagyoknak **A tehetség fogalma és jellemzői**

A tehetség a pszichológia és a pedagógia egyik legösszetettebb kérdésköre. Sok-sok kutatás igyekszik feltárni bonyolult természetét, eszközöket találni felismerésére és gondozására (Cohn 1981, Feldhusen 1996). A tehetség korai felismerése nem öncél, a mozgatórugó pedagógusként tehát nem csupán az, hogy tehetségesnek címkézzenek bizonyos diákokat. A cél az, hogy a „tehetségígéretes” gyerekek kiemelkedő képességeit megfelelő módon fejlesszük amellet, hogy a gyerek szociális beilleszkedését és önértékelését is pozitív módon befolyásoljuk. A tehetségnek rengeteg típusa és összetevője létezik – ennek tipológiájával számos kutató foglalkozott.

Többen megkülönböztetik az iskolai és a kreatív tehetséget. E két tehetség-típus közti rengeteg eltérés mellett jelentős különbség az, hogy az iskolai tehetség remekül mérhető és vizsgálható iskolás korban, míg a produktív tehetség teljes egészében csak felnőttkorban fejlődik ki. A kreatív módon tehetséges gyerekek kiemelkedő képességei talán nehezebben felismerhetők, egyrészt, mert ezek gyakran nem iskolai, hanem szabadidős tevékenységek közepette válnak szembeötlővé, így a pedagógus egyszerűen nem látja meg őket. Másrészt a kreatív-tehetséges gyerekek sokszor rendhagyó viselkedésükkel vívják ki mások figyelmét (gyakran akaratuk ellenére) rossz magatartással, rendbontással, állandó kérdezősködéssel, vagy pusztán álmodoznak az órákon.

Felismerni sem egyszerű a kiemelkedő képességű gyerekeket, döntő fontosságú, hogy az általunk felfedezni vélt képességeket miként „gondozzuk” úgy, hogy az optimális és inspiráló legyen a gyerek számára (Harsányi 1994). Fontos továbbá, hogy az őt körülvevő társadalom részévé tudjon válni, különleges képességei ne váljanak beilleszkedésének gátjává. Természetesen a gyerek fejlődésében a szülők és a család döntő fontosságú, de a tehetség felismerése és kezelése az iskola és a pedagógusok feladata is. Rengeteg pedagógiai eszköz áll a pedagógus rendelkezésére ahhoz, hogy megfelelő módon kezelje a tehetség jelenségét. De a legfontosabb talán a megértés elfogadás és a segíteni szándékozó viszonyulás, attitűd a tehetségígéretes gyerek felé, mellyel a tanár igyekszik a gyerek érdeklődését fenntartani az iránt a diszciplína iránt, melyben az ki-

emelkedő képességűnek mutatkozik, mégsem támaszt teljesíthetetlen, nyomasztó elvárásokat a gyerekkel szemben.

Ahhoz, hogy ez megvalósuljon, mindenekelőtt magabiztos tanár-egyé-
niségre van szükség. A feltétlen odaadás saját szakterületünk iránt, a ta-
nítványok érzéseinek és személyiségének tiszteletben tartása, merészség a
tanítási módszerek megválasztásában és egyéni bánásmód alkalmazásá-
ban, megfelelő osztályközösség, harmónia kialakítása és a világban való
elgazodásban történő segítségnyújtás mind-mind segít a tehetség kibonta-
koztatásában, fejlesztésében.

Ha elfogadjuk, hogy tanítványaink tehetségének kimunkálása nehéz,
áldozatos, hosszantartó, de áldásos feladat, akkor társadalmi szinten
is elfogadottá tehetjük, hogy érdemes és szükséges a tehetségre időt és
energiát áldozni. Ezáltal saját társadalmunkat gazdagítjuk jövőbeli kreatív
tehetségekkel és vezető egyéniségekkel. A modern tehetséggondozás
helyszíne a segítőkész család és a jó közösségi intézmények: az óvodák,
az iskolák, az egyetemek, az első munkahelyek.

Tehetséggondozás a tanítási órán

A tehetséggondozás feladatainak iskolai megvalósítása a *gazdagítás*,
gyorsítás és dúsitás mellett *differenciálással* is történhet. A differenciálás
áthatja az iskola egész nevelési folyamatának feladatait, tartalmát, köve-
telményét, módszereit, eszközeit, szervezeti formáit, értékelési rendszerét.

A differenciálás minden esetben azért történik, hogy a tanulóknak rejlő
képességeket, hajlamokat teljes mértékben kibontakoztathassuk, kreativi-
tásukat, szociális kompetenciájukat, kognitív és affektív szférájukat fej-
lesszük. Ez történhet csoportmunka, kooperatív módszerek, projektmód-
szer, páros munka vagy éppen a tanulók által egyedül végzett munka al-
kalmazásával. Kifejezetten a tehetséges gyerekek fejlesztését szolgálják a
kutatás-alapú és probléma-alapú tanítási és tanulási stratégiák, melyek
elemeit bátran bevihetjük a természettudományos órákra. A természettu-
dományokban tehetséges gyerek szeret kérdezni, kutatni, információt
gyűjteni, kísérletezni, alkotni, amire a tanítási órákon egyaránt lehetőséget
biztosíthatunk épp a differenciálás alkalmazása révén.

Tehetséggondozás a tanítási órán kívül

Szakkör

A szakköri foglalkozásokat a természettudományi tárgyak, jelenségek iránt érdeklődő tanulóknak szervezzük. A megfelelő személyi és tárgyi feltételek mellett működő szakkörök:

- Szélesítik a tanulók ismeretkörét,
- pozitívan befolyásolják továbbtanulási elképzeléseiket;
- megkönnyítheti pályaválasztásukat.

A következőkben egy olyan fizika szakkör tematikáját mutatom be, mely kutatásra épül, szemléletében interdiszciplináris. Bár a radioaktivitás méréséről szól, de a mérési módszerek és az eredmények értékelése túlmutat a fizika határain, érinti a környezetszennyezést és azok élővilágra gyakorolt káros hatását is. A tehetséges tanulók épp abban tűnnek ki, hogy a részleteken túl életkorukat meghaladóan képesek a globális természeti összefüggések meglátására is. Ezt a képességüket egy adott természeti jelenség átfogó kutatása révén kiválóan fejleszthetjük.

Mint ismeretes a szakkör célja és feladata, hogy új módszereket, új ismereteket nyújtson az átlagosnál jobb képességű tanulóknak. Az általam bemutatott tematika is ezt sugallja.

Szakköri tematika 16–17 éveseknek (gimnázium 10–11. osztály):

A tanulók létszámától és az iskola felszereltségétől függően a mérések elvégezhetők önállóan, párban esetleg 4 fős csoportokban. A kiértékelés egyénileg történjen, közös előkészítéssel. A mérési eredmények összehasonlítása, az esetleges hibák javítása, okának kiderítése ne maradjon el. A foglalkozások lehetnek hetente, kéthetente 2–2 órában. Ez megint az iskola adottságaitól, a tanulók leterheltségétől függhet.

A foglalkozás témája	Eszközök	Megjegyzés
Szervezési feladatok, célkitűzés.		Internetes oldalak kezelése.
A természetes radioaktív sugárzás jellemzése (alfa- béta- gamma-sugárzás, bomlástörvények, bomlási sorok).	Laptop, kivetítő.	Beszélgetés, új ismeretek elsajátítása Internetes oldalak önálló böngészése.

A természetes radioaktivitás hatása az élő szervezetre, környezetünkre.	Laptop, kivetítő.	Beszélgetés. Kiselőadás tartása a témából. Internetes oldalak böngészése.
Detektálási lehetőségek.	Gáztöltésű számlálók, szcintillációs számlálók, félvezető detektorok, rézszecke-nyomdetektorok működésének megismerése.	Eszközök kézbevétele, vizsgálata. A detektorok működésének megismerése.
GM-cső karakterisztikájának felvétele.	GM-csővek, számlálók, sugárforrások.	Mérések elvégzése, kiértékelése.
Béta-sugárzás abszorpciójának vizsgálata.	GM-csővek, számlálók, sugárforrások.	Mérések elvégzése, kiértékelése.
Felezési idő meghatározása.	Szcintillációs számlálók, sugárforrások.	Mérések elvégzése, kiértékelése.
A radon és előfordulása a természetben. Radon mérések a talajban, detektorok készítése.	Nyomdetektor-lemezek, filmes dobozok, fémtű, kétoldalú ragasztó, gyertya, gyufa, műanyagfólia, olló, alkoholos filctoll, alufólia.	A detektorok önállóan történő elkészítése. A detektorok kihelyezésének megtervezése. (talajtípusok, lakóövezetek, stb. függvénye.)
Detektorok kihelyezése a talajba.	Műanyagpohár, ásó, adatlapok.	Kirándulás a detektorok kihelyezésének helyszínére.
Radon mérések a levegőben, detektorok készítése.	Nyomdetektor-lemezek, filmes dobozok, fémtű, kétoldalú ragasztó, gyertya, gyufa, műanyagfólia, olló, alkoholos filctoll, alufólia.	A detektorok önállóan történő elkészítése.
Detektorok kihelyezése lakásokba, házakba.	Elkészített detektorok, adatlapok.	Kirándulás a detektorok kihelyezésének helyszínére.
Radon mérések a vizekben.	Laptop, kivetítő.	Tapasztalatok, előismeretek megbeszélése, új ismeretek elsajátítása.

Vizek gyűjtése a méréshez.	Flakonok, adatlapok, alkoholos filctoll.	Kirándulás a vízminták gyűjtési helyszínére.
Detektorok begyűjtése, detektorlemezek maratása.	20%-os NaOH oldat, termosztát.	Kirándulás kihelyezett detektorok beszedése.
Nyomszámlálás, aktivitás-koncentráció meghatározása.	Mikroszkóp, csipesz, maratott nyomdetektorlemez.	Nyomszámlálás, koncentráció meghatározása.
Nyomszámlálás, aktivitás-koncentráció meghatározása.	Mikroszkóp, csipesz, maratott nyomdetektorlemez.	Nyomszámlálás, koncentráció számítása.
Mérési eredmények elemzése, összevetése irodalmi adatokkal. Következtetések levonása.		A mások által elvégzett mérések adatainak begyűjtése (Fizikai Szemle, doktori dolgozatok, stb. feldolgozása.)
Évi munkánk értékelése, nyári feladatok megbeszélése (új detektorok kihelyezése, kiértékelése, a mérések folyamatossá tétele).		Detektorok készítése a nyári mérések elvégzéséhez.

Versenyekre való felkészítés

A tehetséggondozás másik formája lehet a versenyekre való felkészítés. A versenyek célja a kiemelkedő képességű tanulók ösztönzése a számukra elérhető legnagyobb teljesítmény elérésére. Mind a tanuló, mind a szaktanár, mind az iskola érdeke a kiemelkedő képességű tanulókkal történő külön foglalkozás, az iskola képviselte a versenyeken.

A versenyek legtöbbször írásbeli feladatok megoldására épülnek, bizonyos esetekben írásbeli, szóbeli, és kísérleti részből állhatnak. Az írásbeli rész többnyire feladatmegoldás, tudománytörténet, kísérletelemzés. A versenyek időtartama általában meghatározott. Vannak olyan versenyek, amelyek felfutásos rendszerűek (iskolai, városi, körzeti, megyei, országos).

A tanulmányi versenyek fajtái:

A tanulmányi versenyek sokszínűségét tükrözi, hogy vannak egyéni és csapatversenyek, országos felfutású és megyei versenyek, stb. Ezekre a

versenyekre való felkészítés történhet szakkör keretén belül, foglalkozhatunk egyénileg a tehetséges gyerekekkel, de egyszerre több tanulót is felkészíthetünk. A felkészítés formája lehet közös feladatmegoldás, kísérlet elvégzése, és lehet önálló felkészülés tanári segítséggel. Mindenképpen folyamatosan figyelemmel kell kísérnünk a tanulók munkáját. Segítségünkre lehetnek az előző versenyek feladatai, kísérletei, feladatgyűjtemények, internet, stb.

Néhány országos szervezésű fizikaverseny:

Öveges József országos fizikaverseny,

Mikola Sándor országos tehetségkutató fizikaverseny,

Eötvös Loránd fizika feladatmegoldó verseny,

Hatvani István fizikaverseny (7–10 osztályos tanulóknak),

Budó Ágoston Fizika Feladatmegoldó Verseny,

Szilárd Leo Országos Fizikaverseny.

Felhasznált irodalom

- Cohn, S. J. (1981): What is giftedness? A multidimensional approach. In: Kramer, A. H. (szerk.): *Gifted children: challenging their potential*. New York: Trillium Press, 33–45.
- Feldhusen, J. F. (1996): How to identify and develop special talents. *Educational Leadership*, 53(5), 66–69.
- Harsányi István (1994): *Tehetségvédelem*. Magyar Tehetséggondozó Társaság, Budapest. 52–63.

Ajánlott irodalom

- Ferku Imre & Mező Ferenc (2003): *Tanárok a tehetségről*. MPKKI, Nyíregyháza.

3.4. Számítógép a tanításban: prezentációk, videók, adatbázisok, szemléltetési lehetőségek, youtube

„A számítógép és a programozás elterjedésével – az emberi kultúra alapvető részévé lesz – új lehetőségek tárulnak fel az oktatás minden területén.” (S. Papert 1988)

A számítógépet kezdetben leginkább tudományos kutatásokban használták, csak később terjedt el az oktatásban. A számítógép és az internet alapvetően új módszereket követel meg a fizika tanításában is. Úgy, mint az új ismeretek szerzésében, mint pedig a fizikai kísérletezésben. Sajnos, mostanában az általános- és a középiskolás korosztály körében a természettudományok, így a fizika iránti érdeklődés csökkenése világszerte megfigyelhető jelenség (Papp K., Nagy A. 2007). Ezzel szemben az informatika- és a mobil-kommunikáció eszközei általában érdeklik a tanulókat. Ha ezeket megfelelő módon beépítjük a tananyagba, a tanítási óra menetébe, akkor új színfoltot jelenthetnek a fizika tanításában. A számítógépek pedagógiai célú alkalmazásával emelhető az oktatás színvonala.

Mi a jelentősége a számítógép oktatásban történő alkalmazásának? Nagy jelentősége lehet abban, hogy vele a tanulók megszerzik a legmodernebb és leghatékonyabb technika feletti uralom érzését, valamint bensőséges kapcsolatba kerülnek a tudomány, a fizika, a matematika, az intellektuális modellalkotás legmélyebb gondolataival is.

A számítógép a következő eszközfunkciókban illetve minőségben alkalmazható a csoportos, illetve frontális felhasználása során a tanítási-tanulási folyamatban:

- általános oktatási eszközként,
- kísérleti- és demonstrációs eszközként,
- gyakorlás eszközeként.

A számítógép, mint általános oktatási segédeszköz

A számítógép használata a tananyag feldolgozásában, a jelenségek bemutatásában a megismerést könnyebbé, a tanulást pedig hatékonyabbá teheti. Természetesen a hagyományos oktatási segédeszközöket – mint pl. a tábla, kréta, kísérleti eszközök, kísérletek elvégzése – nem hanyagolhatjuk el.

A számítógép általános segédeszközként való alkalmazása kapcsolódik a számítógép egyéb, ismeretközlő funkcióihoz is (pl. képi megjelenítés).

A számítógéppel, mint kísérleti eszközökkel végrehajtott szimulációk, a számítások elvégzése és a grafikus megjelenítés egymást kiegészítő, egymásra támaszkodó vagy egymást feltételező funkciók. A számítógépnek a fizika tanításában történő felhasználási területeit mutatja az 1. táblázat.

(astro.u-szeged.hu/szakdolg/pribuszk/referatum.html)

A számítógép, mint az oktatás eszköze		
Tanulói segédeszköz	Tanári segédeszköz	Tanítási-tanulási segédeszköz
Számítások elvégzése Feladatok megoldása Tesztfeladatok megoldása Könyvtárkezelés	Adminisztráció Tervezés Vizsgálás	Ismeretközlés Gyakorlás Szimuláció, játék Problémamegoldás

1. táblázat

A számítógép felhasználása az oktatásban

Számítógép, Internet a fizika tanításában		
Alkalmazási terület (kulcsszavak)	Számítástechnikai háttér (eszköz)	Szükséges ismeretek
<i>Ismeretközvetítés:</i> jelenségek bemutatása, multimédia, Internet, adatbázisok használata, távoktatás	program, videó-fájl, CD, DVD, interaktív tábla, Internet csatlakozás célprogram használatának ismerete	célprogram használatának ismerete
<i>Problémaelemzés:</i> feladatmegoldás, szimuláció, virtuális laboratórium	program, JAVA-script, FLV, SWF	célprogram használatának ismerete, programnyelv ismerete
<i>Számítógép-fizika:</i> számítógéphez, részegységekhez kapcsolódó fizikai feladatok, kísérletek	számítógépalkatrészek, tartozékok	

<i>Számítógép kísérletek:</i> mérés, adatgyűjtés, kiértékelés, hangkártya fizikai kísérletekben, videofelvételek analizálása	interfész+szenzor, videó-digitalizáló, feldolgozóprogram	programnyelv, hardver alapismeretek, célprogram használatának ismerete
---	--	--

2. táblázat

*A számítógép és az internet felhasználási területei a fizika tanításában
(Bérces György 2002)*

Ismeretközvetítés: ismeretek gyűjtése elsősorban a multimédia és az Internet segítségével. Ez történhet kereső program segítségével, videó-fájl indításával, CD-ről vagy DVD-ről indított multimédiás programok menü által történő vezérlésével. Ezek a lépések, alkalmazások általában a tanárok zömének nem okoz különösebb problémát.

Problémaelemzés: A fizika tanítása során több esetben nincs lehetőségünk egy-egy jelenséget, törvényszerűséget bemutatni kísérlettel. Ilyenkor nagy segítség a számítógép, az Internet. Megjeleníthetünk jelenségeket, rajzokat, animációkat. Alkalmazhatunk, vizsgálhatunk szimulációkat. Ezek előnye, hogy különböző paraméterek mellett, vagy azok változtatásával különböző folyamatok, jelenségek lefolyását vizsgálhatjuk. Ezek a programok sokszor tartalmazzák a jelenség fizikáját leíró, írásos háttéranyagot, esetenként tesztkérdéseket.

A digitális tananyagok fejlesztését, elterjedését nagyban segítette a platformfüggetlen JAVA nyelv megjelenése. Az Interneten ma megtalálható fizika tárgyú szimulációk döntő többsége java program vagy weblapokba ágyazott java-script. Kisebb részük flash- vagy shockwave-animáció. Az utóbbi években elterjedt „virtuális laboratórium” segítségével a számítógép képernyőjén megtanulható valódi műszerek kezelése, kísérletek elvégzése az ott megadott utasítások betartásával. Jelenleg a fizika egészét lefedő program-, illetve script-gyűjtemények találhatók az Interneten.

Animáció és szimulációs program készítése többnyire időigényes, komoly programozói ismereteket, komoly munkát igényel. Nem egyszerű ez a feladat akkor sem, ha erre a célra készült program áll rendelkezésre. A flash animációk készítéséhez az Adobe illetve Macromedia flash-szerkesztői a legalkalmasabbak. Ezek segítségével komplett digitális tananyagok készíthetők (Csabai, 2008).

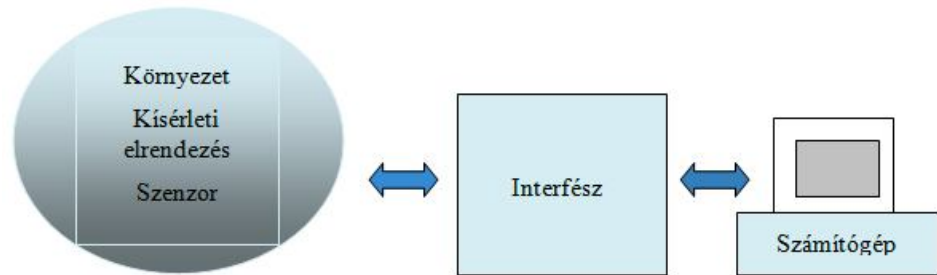
Fizikai tárgyú java szimulációk készítéséhez fejlesztették ki az EJS (Easy Java Simulation) keretrendszert (Easy Java 2008, Gál T. Z. 2009). Az animációk és szimulációk igen hasznos segítői lehetnek a hagyományos tanítási módszereknek. Természetesen a fizika tanításában sem pótolhatja és helyettesítheti az elvégezhető iskolai kísérleteket. A gyakorló tanár számára fontos kérdés, hogy ezeket a rövid tananyagokat, videókat, szimulációkat, illetve animációkat hogyan illessze be az órai menetébe. Két lehetőség van. Az egyik az Internetről, közvetlenül (online) futtatva, a másik előre elmentve, offline módon. Ehhez a második variációhoz a technikai lehetőség sok esetben biztosított. A Colorado Egyetem PhET (Physics Education Technology) szerveréről ingyenesen letölthető program közel száz, nagyon jó kivitelezésű szimulációt tartalmaz (PhET: <http://phet.colorado.edu/simulations/>). A programok adathordozóról (CD, USB-drive) is futtathatók. Az Interneten nagyszámú, fizikai tárgyú, egyéb digitális tananyag található, melyek kivitele egyes esetekben gyenge, más esetekben jók. A keresésben és a rendszerezésben több portál, gyűjtőhely (pl. SULINET) nyújt segítséget. Az Európai Unió is számos olyan projektet támogat, amelyek a természettudományos képzés fejlesztésével kapcsolatosak. Ezekről, a fizikát is érintő anyagokról a XPLORA webhelyén (XPLORA: <http://www.xplora.org/>) szerezhetünk információkat.

Számítógép-fizika: Mindennapi tapasztalat, hogy az általános-, és a középiskolás tanulók többsége szereti a számítógépet. Többségüket érdekli a gép, annak felépítése, a hozzá kapcsolható eszközök. Ezt felhasználhatjuk úgy, hogy a fizika tanítása során a feladatainkat, kísérleteinket erről a területről is válogatjuk. Fizikát tanítunk, egyben a tanuló látja azt is, hogy amit tanul annak gyakorlati haszna is van. Az Interneten a <http://www.howstuffworks.com/> oldalainak tanulmányozása segítheti ez irányú munkánkat. A fizika adott részénél az itt fellelhető információk alapján saját feladatokat, kísérleteket és készíthetünk (Reichardt A. 2001). A tanulók is bevonhatók ebbe a munkába. A Zalaegerszegen évente megrendezésre kerülő Izsák Imre Gyula verseny fizika feladatai között is számos, hasonló példa található (Izsák Imre Gyula verseny fizika feladatai: <http://www.zmgzeg.sulinet.hu/izsak/>). Mint már többször említettem a számítógép, az Internet nem helyettesítheti a kísérletek elvégzését. De azt is tudjuk, sok olyan eszköz, folyamat szerepel a megtanítandó ismeretek között, amelyhez nem tudunk kísérletet kapcsolni. Az is ismert dolog, hogy a szertárak

felszereltsége sok iskolában hiányos, nem mindenhez tudunk otthon kísérleti eszközt készíteni. Ilyen esetben kell segítségül hívni a technikát.

Számítógép kísérletekben: A számítógépek elég fontos felhasználási területe a mérés és vezérlés. A számítógéppel vezérelt kísérlet, típusa alapján lehet:

- előadási-demonstrációs,
- laboratóriumi, szakköri mérőkísérlet, tanuló-kísérlet,
- nagy pontosságú, tudományos célfeladatok megoldásához kifejlesztett kísérlet.



1. ábra

Számítógéppel történő mérés-vezérlés sematikus vázlat

A személyi számítógépek megjelenése után legtöbbször a soros-, párhuzamos-, később pedig az USB-portokon keresztül történik a mérés-vezérlés. Egyedi feladatoknál külön, erre a célra készült kártya kerül a gépbe. Az USB portokhoz csatlakoztatható (kereskedelemben beszerezhető) különféle eszközökkel általában minden feladat megoldható. Az eszközök programozását gyári, könyvtári csomagok segítik. A gyártók azon igyekeznek, hogy olyan mérőkészülékeket fejlesszenek, forgalmazzanak, amelyek vagy nem igénylik a különálló számítógépet, vagy egy hozzá adott számítógép és operációs rendszer is szerves része a műszernek. A Vernier tanszergyártó (VERNIER: <http://www.vernier.com/>) cég kínálatában kapható CBL (Computer Based Laboratory) egység egy saját mikroprocesszorral rendelkező, általános adatgyűjtő. Iskolai kísérletezéshez fejlesztették ki, hordozható, nagyon sok különböző szenzor kapható hozzá. Számítógéphez és grafikus kalkulátorhoz egyaránt hozzákapcsolható.

Nagyszámú, iskolai kísérletnél használható (Molnár B. 2002.), a kísérletek összeállítását igen részletes, írásos anyagok is segítik.

Számítógépes kísérletezés kapcsán két alapvető eszközt mindenképp meg kell még említeni. Az egyik a számítógépben található hangkártya, amelynek bemenete lényegében analóg-digitális átalakító. Segítségével a hang, vagy más forrásból származó jel rögzíthető, és az Interneten lévő ingyenes programokkal analizálható (AUDACITY: <http://audacity.sourceforge.net/>). A hangtani kísérleteknél ez az eszköz (pl. lebegés, spektrum fogalma, hang terjedési sebességének meghatározásánál) jól alkalmazható. A másik eszköz a ma már nagyon elterjedt digitális fényképezőgép, amellyel számos kísérlet megvalósítható. Mozgások rögzíthetők vele és azt követően – speciális mozgásanalizáló szoftver segítségével – meghatározzuk a kinematikai jellemzők (sebesség, gyorsulás) pillanatnyi értékét (Szakmány T. Papp K. 2007, VIDEOPOINT: <http://www.lsw.com/videopoint/>).

Milyen esetben érdemes alkalmazni a számítógépet a fizika tanításában?

- *Kísérletek szimulációja*: a kísérlet tanteremben nem végezhető el mérete, bonyolultsága, esetlegesen nagy költsége miatt (pl. ideális gázok részecskéinek mozgása az állapotváltozások során, hangrobbanás, stb.).
- *Hosszú idejű jelenségek megfigyelése*: az idő felgyorsítása a sok évmillió alatt lejátszódó eseményeknél (pl. csillagászat, égi mechanika, stb.).
- *Rövid idejű jelenségek megfigyelése*: gyors változású, gyorsan lejátszódó jelenségek megfigyeléséhez, elemzéséhez, analizálásához (pl. ütközések, rezgések, stb.).
- Mérési adatok feldolgozásában: tanulói-, demonstrációs mérések eredményeinek kiértékelése, függvények rajzolása.
- *Alkalmazása, mint mérőeszköz*: A számítógép átalakítása fizikai mennyiségek mérésére (pl. frekvencia, sebesség, feszültség, hőmérséklet, stb.).

Felhasznált irodalom

- Dr. Agócs László: *Mikroszámítógépek az oktatásban*.
 Dr. Agócs László: *Számítógép az oktatásban*. 54–67.
 AUDACITY: <http://audacity.sourceforge.net/>

- Bérces György (2002): *Számítógéppel segített fizikatanítás*. Módszertani Lapok, Fizika, 9 (4), 8–13.
- Bérces György & Főzy István (1991): *Fizikai kísérletek számítógéppel*. ELTE-TTK, Továbbképzési Csoport, Budapest. 1–240.
- Csabai Dolores (2008): *Digitális tananyagok a fizika oktatásában*. Szakdolgozat, ELTE-TTK. 1–65.
- CUPS: <http://physics.gmu.edu/~cups/>
Easy Java Simulations Wiki
<http://www.um.es/fem/EjsWiki/index.php>
- Gál Tamás Zoltán (2009): *Fizikai szimulációk megvalósításának egy eszköze: az EJS keretrendszer*. Szakdolgozat, ELTE-TTK. 1–65.
- Izsák Imre Gyula verseny fizika feladatai:
<http://www.zmgzeg.sulinet.hu/izsak/>
- Kovács Zoltán (2000): *Számítógép hullámkádas kísérletekben*. Szakdolgozat, ELTE-TTK. 1–76.
- LABVIEW: <http://www.ni.com/>
- Molnár Balázs (2002): *Grafikus kalkulátor fizikai kísérletekben*. Szakdolgozat. 1–70.
- Papp Katalin & Nagy Anett (2007): *Public Relation és a fizikatanítás – avagy hogyan tegyük vonzóvá a fizika tantárgyat*. Fizikai Szemle, 2007 (1), 18.
- Reichardt András (2001): *Számítógépfizika*. Szakdolgozat, ELTE-TTK. 1–65.
- Sudár Sándor (2005): *Számítógépes szimulációk és vizuális módszerek a fizikaoktatásban*. Fizikai Szemle, 2005 (10), 362.
- Szakmány Tibor & Papp Katalin (2007): *Digitális fényképezőgép alkalmazása a fizika tanításában*. Fizikai Szemle, 2007 (6), 205.
- Tóth László (2008): *Számítógépes programok a középiskolai fizika oktatásában*. Szakdolgozat, ELTE-TTK, 1–83.
- VERNIER: <http://www.vernier.com/>
VIDEOPOINT: <http://www.lsw.com/videopoint/>

Ajánlott irodalom

- Chrappán, M. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok Debrecen. 193–218.

3.5. Ingyenes szoftverek használata: adatábrázolás, kiértékelés, ábrák rajzolása

Az informatikai eszközök használata könnyebbé teheti hétköznapjainkat. A tanítás során is használhatóak. Ebben az esetben nem egy-egy programcsomag mesterei szintű használatának az elsajátításáról van szó, hanem arról, hogy minimális tudással és erőfeszítéssel, esetleg kis utánanézéssel kapjunk egy közepesen jó eredményt. Létezik az informatika felhasználásával kapcsolatos ismereteknek a minimuma, aminek segítségével már boldogulunk, legalább is van esélyünk arra, hogy a „help”-ben megtaláljuk a számunkra fontos passzust. Aki túl keveset tud, az nem tud jól kérdezni, keresni sem.

3.5.1 Szövegszerkesztés

Gyakran kell rövidebb, hosszabb dokumentumot írunk, ehhez jó, ha megfelelően gépelünk, nem egy, de legalább 3–4 ujjal. Nyilván kevesen mennek el 10 ujjas vakon gépelést tanító tanfolyamra. Egyre több olyan program érhető el, ami felismeri a kézírást vagy a beszédet és karakterekké alakítja a bevitt szöveget. És vannak a szkennelt szövegeket értelmező programok is, a Recognita például. De amíg nem diktálhatunk a gépnek, addig marad a pötyögés. Bár van sokféle szövegszerkesztő, valószínűleg Microsoft Word-öt fogunk használni.

A szöveg szerkezete

A szövegszerkesztés alapgondolata, hogy nem a szöveg kinézete a lényeges, hanem a szerkezete. A szerkezet leglényegesebb eleme a bekezdés. A bekezdés nem azt jelenti, mint kézírásnál, hogy beljebb kezdjük a szöveget. A bekezdést azzal hozzuk létre, hogy a végén, a bekezdés utolsó szava után leütjük az enter billentyűt. Ekkor a kurzor lejjebb ugrik egy sorral, de nem a sor végét jelöltük ki, hanem a bekezdés végét. Sorok végén soha ne üssünk entert, a sorok megfelelő tördelését a program végzi el. A bekezdés végi enter jel tartalmazza a bekezdésre vonatkozó formázásokat. (sorok közötti távolság, térköz a bekezdés előtt és után, a betűk mérete, típusa stb.) Ha egy bekezdés végi enter jelet kitörlünk, akkor a bekezdés egybe olvad a következő enter jellel lezárt bekezdéssel és átveszi annak formázási beállításait.

Stílusok

A formázási beállítások egy csoportját stílusnak nevezzük magyarul. A Wordben vannak előre meghatározott stílusok. A szöveg általában normál, a címeknek, amik rövidke bekezdések címsor stílusaik lehetnek. Ha nem garázdálkodunk tudatlanul a formázással, hanem stílusokat használunk, akkor a stílus módosításával az összes ugyanolyan stílusú szövegrészt egyszerre tudjuk módosítani. Például egy könyvet gépelünk és van 32 címünk. Meg a karjuk növelni a címek betűméretét. Ha nem használunk stílust, akkor egyenként jelölgethetjük ki a címeket. Ha mindegyik címsor stílusú, akkor elegendő csak a stílust módosítanunk.

Tartalomjegyzék, hivatkozások

A másik nagy előnye a stílusok használatának, hogy ez alapján tud a program olyan tartalomjegyzéket készíteni, ami után nyomon követi szöveg változásait (Hivatkozás|tartalom)

A szövegben elhelyezett irodalmi hivatkozások kezelése és újraszámozása is megoldható automatikusan, ami hosszú szövegeknél és sok hivatkozásnál elengedhetetlen.

Képletszerkesztő

A képletszerkesztő programok segítségével akármilyen bonyolult formulát beilleszthetünk a szövegbe. A Word-ben is van ilyen, microsoft equation (Beszúrás|Objektum|Kiválasztani). Előfordul, hogy a saját gépünkön jól megjelenő képlet a másik gépen vagy a vetítés során rosszul jelenik meg. A megoldás, hogy valamilyen képszerkesztő programba szúrjuk be a képletet és próbáljunk belőle képet csinálni, mondjuk jpg-t. Ez után már nem lehet szerkeszteni, viszont nem fog elromlani.

Szinte mindenre van ingyenes megoldás is, operációs rendszernek ott a Linux/Unix vagy az Ubuntu, az Office programcsomaghoz hasonló fut Linux alatt, abban van szövegszerkesztő, táblázatkezelő, ami csak szükséges. De egy Windows operációs rendszer és az Office azért általában ingyen elérhető a tanárok számára.

3.5.2. Rajzolás, képek kezelése

Ha szeretnénk ábrát rajzolni nem kell megelégedni a Paint-tel vagy a Word-ben található rajzóval, ott az Inscap, ami olyasmi, mint a Corel

Draw. A képek manipulálásához pedig a Gimp, ami az Adobe Photoshop-hoz hasonlítató (Gimp 2015).

A rajzolásnak van egy két apró trükkje, amivel gyorsan érhetünk el jó eredményt.

A rajzolás azzal kezdődik, hogy a lapra egy láthatatlan hálózatot (Grid) illesztünk. Ha ezek után az egérrel a kurzor valamilyen pozíciójában kattintunk a lap fölött, a gép úgy fogja érteni, hogy a Grid legközelebbi csomópontja fölött kattintottunk. Olyan, mintha egy négyzetrácsos papíron úgy rajzolnánk, hogy a rajz csúcsai csak a négyzetrács rácspontjai lehetnének. Ha a Grid létrehozása után megtanultunk két rácspont között egyenest húzni, majd a kapott zárt alakzatot kitölteni, az ecset méretét, színt beállítani már alapszinten nagyon sok mindent megrajzolhatunk. De görbe vonalak húzására is lehetőségünk van, az adott csúcsponton áthaladó vonalat a program az általunk megadott érintőnek megfelelően tudja görbíteni (Bezier Curves). És teljesen szabadkézi rajzra is van lehetőség, de az nem szokott jóra vezetni. Nem tudunk elég szépen rajzolni és nem lesz szerkezete a munkánknak, utólag nehezen lehet belepiszkálni. A rácspontos rajz alapja az útvonal, amit a csomópontok jelölnek ki, legyen az egyenes, vagy görbe, a neve Path.

Bitképek

A rajzok egy része bitkép, azaz semmilyen szerkezeti információ nincs a rajzhoz csak az, hogy melyik képpont milyen színű. A rajzoló program, ha a rá jellemző formátumba (pld xcf) mentjük a munkánkat a rajzunknak a szerkezetét fogja megjegyezni, azaz hogy milyen vonalakat húztunk, milyen alakzatot használtunk, azt hogyan formáztuk. A rajz így a későbbiekben könnyen nagyítható, változtatható, transzformálható, persze azzal a programmal leginkább, amivel létre hoztuk. Amikor a rajzot exportáljuk egy ismert kép formátumba (gif, jpg, tif, pdf), ezek a szerkezeti beállítások általában elvesznek.

Vektorgrafikus képek

A másik mód, ha a rajzot síkidomokból, testekből építjük fel. Ezek különböző tulajdonságokkal rendelkező objektumok.

A jobb rajzoló programok mindegyik rajzfilozófiát ismerik, sőt Path-ból tudnak Object-et csinálni és viszont. A rajzolás során több réteget (Layer) is megrajzolhatunk, ezeket egymásra másolhatjuk, összeolvaszt-

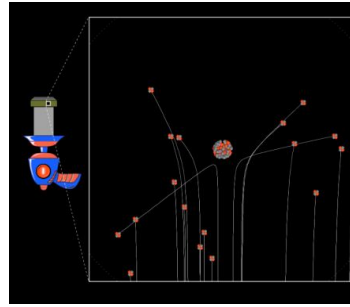
hatjuk egy réteggé és az átlátszóságot is beállíthatjuk. Egy jó rajz elemei más rajzokban egész tanári pályafutásunk során használhatóak. Ha egyszer megrajzolunk egy rendes tekeracet, az elemeket egyetlen tekeracs objektummá egyesíthetjük, és ezt a tekeracs objektumot az összes későbbi rajzban akárhányszor, akármilyen méretben használhatjuk.

Bár vannak ingyenes online áramkör rajzoló programok, néha egyszerűbb magunknak megcsinálni, téglalapokból, vonalakból, háromszögből a diódához. És szöveg beszúrására is van lehetőség a szövegdoboz beillesztésével.

A képek manipulálására akkor lehet szükségünk, ha például egy fotót, ami nagy méretű és felbontású, az internetre akarunk kitenni, kisebb méretben és rosszabb minőségben.

Ha szükségünk van egy képre, ami a képernyőn megjelenik, másoljuk a képernyőt a vágólapra. (PrtSc általában van erre külön billentyű) Innen beszúrhatjuk a programba. A Gimp-ben könnyen állítható a kép mérete, felbontása. A képmanipuláló programokban is rajzolhatunk, vagy festhetünk a képre. Van lehetőség a kép egy részletének a kijelölésére. A kijelölt részt kivághatjuk és új képként menthetjük. A programok lehetővé tesznek négyzetes és kör alakú kijelölést, vagy varázsvesszőt is használhatunk például a pontosan ugyanolyan színű tartományok automatikus kijelölésére, esetleg szívós kézi munkával a kinagyított képen vághatjuk körbe a kívánt alakzatot, ami a kijelölés után önálló életre kelhet. Például az olló eszközzel vagy ctrl+c-vel a vágólapra másolhatjuk, onnan új képet nyithatunk vagy beszúrhatjuk máshová. Feldobja a képünket a lágy szél, amit az átlátszósággal kombinálva a környezetből fokozatosan előtűnő alakzatot készíthetünk. Az átlátszó háttéres alakzatok azért jók, mert bármilyen diára beszúrhatjuk őket és nem rontják le annak színeit. Ha a képet fehér háttérrel készítjük, a fehér dián jól fog kinézni, de másutt megjelenik a fehér háttér.

Nagyon sok grafikus segédprogram van, ha szerencsénk van találhatunk olyat, ami egy bizonyos feladat megoldását (például 3D rajzok) gyorsan lehetővé teszi. Az Inscap és a Gimp általános célú programok.



1. ábra

Az 1 ábra egy a Rutherford-kísérletet bemutató szemléltető kép, amit a szimuláció készített el, és amit a szövegben ismertetett módon vágtak ki.

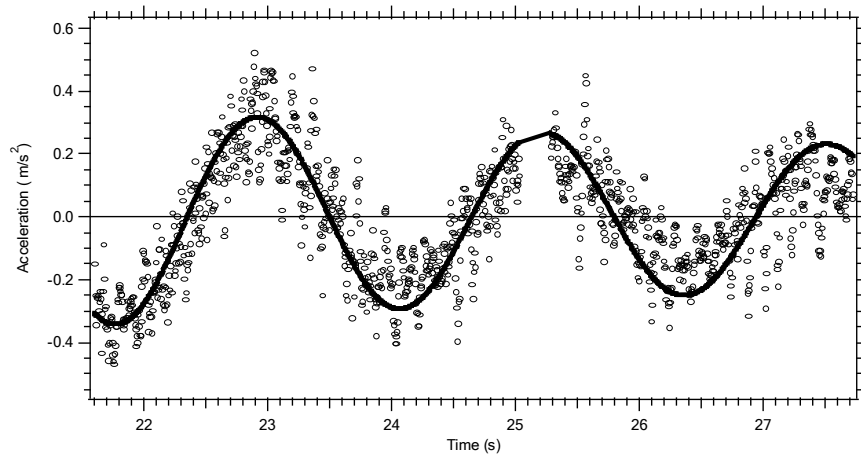
3.5.3. Mérési adatok kiértékelése

A fizikában a szakmából eredendően fontos az adatok ábrázolása és a mérési adatok kiértékelése. Az Excel alapvetően táblázatkezelő program, bár nagyon sok mindenre megtanítható, még egyszerű fizikai szimulációkat is lehet benne írni, és egész komoly mérés-kiértékeléseket is. De különböző adatsorok közös ábrázolására, bonyolultabb dolgokra nemigen való, erre a profik például Matlab-ot, Origin-t és hasonlókat szoktak használni. Az Excel-hez viszont általában ingyen is hozzájutunk és régóta tananyag, használhatjuk. Csak figyeljünk rá, hogy a tizedespont az tényleg pont-e, vagy vessző. Néha nagyon zavaró, hogy begépeljük azt, hogy 2,3 és kiírja válaszul hogy 2014. március 2-a. A cella formátuma nem volt megfelelően beállítva, másrészt lehet, hogy a tizedesvessző helyett a számokban pont pontot kellett volna használni.

Az Excel képes két vagy többoszlopos, szöveges állományból vagy csv állományból adatokat importálni, így mondjuk egy digitális oszcilloszkóppal felvett jelalakot is megnézhetünk Excel-el.

Ha van egy adatsorunk, könnyen kiszámolhatjuk az adatok átlagát, szórását a beépített függvények segítségével. Ez már kiértékelés. A szórás, amit az egyszerű függvény kiszámol az adatok szórása, ami azt jelenti, hogy az adatok normális eloszlását feltételezve az adatok kb. 68%-a esik az átlag körül az egyszeres szórás által kijelölt tartományba. Az adatok számának a gyökével osztva a szórást kapjuk az átlag szórását, ami azt jelenti, hogy az adott számú mérésből meghatározott átlag 68%-os valószínűséggel esik a nagyon sok mérésből meghatározható átlag, azaz a

helyesnek elfogadott érték körül az egyszeres szórás által kijelölt tartományba. Ha tehát többet mérünk, növekszik a mérésből meghatározott átlag pontossága is. Egy mobiltelefon gyorsulásmérő szenzora elég pontatlan, ha egyet mér, de könnyű vele másodpercenként akár több százat mérni, az ezekből az adatokból meghatározott átlag már közelebb lehet a helyesnek elfogadott értékhez.



2. ábra

A diákok sokkal közelebb jutnak a tudomány lényegéhez, ha a 2. ábrán bemutatotthoz hasonló mérési eredményekkel is találkozhatnak.

Felhasznált irodalom

gimp (2015): <http://www.gimp.org/tutorials/> Letöltve 2015.02.15.

Ajánlott irodalom

Chrappán, M. (szerk.) (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok Debrecen. 193–218.

3.6. Tantervek

NAT, kerettanterv, helyi tanterv

Az oktatás irányítását és szabályozását a különböző szinteken készült tantervek szabályozzák. A legmagasabb szintű tanterv a Nemzeti Alaptanterv (NAT 2012), mely általános elvárásokat fogalmaz meg a magyar oktatás részére. Ezeket az elvárásokat lebontja műveltségi területekre, melyek meghatározzák egyes tantárgyak követelményeit. A fizika az „Ember és természet” műveltségi terület részét képezi.

A műveltségterület középpontjában a természet és az azt megismerni igyekvő ember áll. A természettudományi műveltség a természethez fűződő közvetlen, megértő és szeretetteljes kapcsolaton alapul. Olyan tudást kell építenünk, amely segíti természeti-technikai környezetünk megismerését, és olyan tevékenységre készítet, amely hozzájárul a környezettel való összhang megtalálásához és tartós fenntartásához. Ennek érdekében a tanulónak meg kell ismernie a világot leíró alapvető természettudományos modelleket és elméleteket, azok történeti fejlődését, érvényességi határait, a hozzájuk vezető megismerési módszereket.

Ugyanakkor láttatni kell azt is, hogy a természettudományok megfigyelések, kísérletek sorozatain keresztül kristályosodott, bizonyított alapvető igazságokra (elméletekre, törvényekre, szabályokra) épülnek. A természettudományok fejlődésének jellemzőit és módszereit az iskolai oktatás és nevelés során is figyelembe kell venni. A tanulókat meg kell ismertetni a tervszerű megfigyeléssel és kísérletezéssel, az eredmények ábrázolásával, a sejtett összefüggések matematikai formába öntésével, ellenőrzésének, igazolásának vagy cáfolatának módjával, a tudományos tényeken alapuló érveléssel és a modellalkotás lényegével.

A természettudomány nemcsak ismeretek rendszere, az emberiség közös kultúrkincse, hanem magasan szervezett kollektív megismerési eszköz is. A közoktatásban folyó természettudományos nevelés a maga sajátos eszközeivel ehhez biztosít hozzáférést. Erre az alapra épül a felkészítés a természettudományos és műszaki életpályákra is. Ahhoz, hogy a tudás személyessé váljék, a diszciplínák tudásrendszereit a tanulók igényeihez, életkori sajátosságaihoz, képességeik fejlődéséhez és gondolkodásmódjuk sokféleségéhez kell igazítani. Így felkelthető a tanulók érdeklődése, megalapozható a nem természettudományos pályát választók kellő tájékozottságának kialakítása, és – megkülönböztetett figyelemmel a tehetségek

gondozására – elérhető a fiatalok egy részének természettudományokhoz köthető pályákra irányítása is.

A fizika műveltségtartalmának lebontása a tantárgy hagyományos szerkezetére a 9–12. évfolyamon az alábbi tananyagot foglalja magába:

1. Mechanika

A mozgások jellemzői. Egyenes vonalú egyenletes és egyenletesen gyorsuló mozgások. Az egyenletes körmozgás kinematikai és dinamikai jellemzői. Út-idő, sebesség-idő grafikonok készítése, az egyenletes és a gyorsuló mozgások összehasonlítása számításokkal. A távolságmérés és helyzet-meghatározás módjai (háromszögelés, helymeghatározás a Nap segítségével, radar, GPS, műholdak).

Az erő. Az erő, mint kölcsönhatás. Az erővektor. A természet alapvető erői, kölcsönhatásai. A gravitáció. Súrlódás. Az eredő erő és a gyorsulás kapcsolata. Pontszerű és merev testek egyensúlyának jellemzői. Biztos és bizonytalan egyensúlyi állapot. A forgatónyomaték. Egyszerű gépek.

A lendület, perdület és a mozgási energia. Fogalmuk, szerepük a mozgások leírásában. A perdület fogalmának értelmezése egyszerűbb természeti és technikai példákon. Lendület- és perdület-megmaradás.

Az energia. Az energia fogalma, számítása. Mechanikai (mozgási, helyzeti, rugalmas). Energia-megmaradás. Az energiatakarékosság módszerei és fontosságuk megismerése. Hatásfok. Az egyes energiahordozók és források előnyei és hátrányai. Gyakorlati alkalmazások (a járművek üzemanyag-fogyasztását befolyásoló gyakorlati tényezők, azok fizikai háttere).

Az életműködések fizikai háttere. Egyszerű gépek és működésük a szervezetben (csontok, ízületek, izmok). Az emberi szervezet működésének energetikai vonatkozásai (légzés, keringés, hőháztartás). A táplálkozás energetikai vonatkozásai (a táplálékok energiatartalma, az energia felhalmozása, energiafelhasználás).

Anyagok. Az anyagok mechanikai jellemzői rugalmasság, szilárdság. Az anyagok vizsgálatában leggyakrabban használt mennyiségek, méréjük, mértékegységek.

Rezgések és hullámok. Rezgések jellemzése. Hullámok terjedése, állóhullámok. A hang fizikai jellemzői, terjedésének mechanizmusa, felharmonikusok. Az emberi hangérzékelés fizikai alapjai. Ultrahang a természetben és gyógyászatban.

Kontinuumok fizikája. Hidrosztatika, az áramlástan elemei. A légkörzések és tengeráramlások jellemzői, a mozgató fizikai hatások. Mechani-

kai hullámok a természetben, árapály jelenség, dagály hullám. A kőzetlemezek mozgása, a mozgás következtében felhalmozódó feszültségek, földrengések. Az időjárás elemeinek, s az ezeket jellemző adatok összefüggéseinek elemzése.

A környezettudatos magatartás fizikai alapjai. A takarékos, kényelmes, biztonságos közlekedés technikái.

2. Hőtan

Az anyag szerkezete. A szilárd anyagok, folyadékok és gázok tulajdonságai, ezek értelmezése részecskemoddellal és kölcsönhatás-típusokkal. Kölcsönhatások határfelületeken. Az anyagok hőtani jellemzői (hőtágulás, fajhő, olvadáshő, párolgáshő, olvadáspont, forráspont). Az anyagok vizsgálatában leggyakrabban használt állapotleírások, állapotjelzők alkalmazása, mérése, a mértékegységek szakszerű és következetes használata.

Termikus rendszerek. Nyílt és zárt rendszerek jellemzői. A hőtan első és második főtétele. A hőerőgép. A hatásfok fogalma. Halmazállapot-változások. A halmazállapot-változások energetikai viszonyai. A belső energia.

A folyamatok iránya. Megfordítható és megfordíthatatlan folyamatok. Első- és másodfajú örökmozgó lehetetlensége. A termodinamika főtételeinek alkalmazása konkrét problémák megoldásában. Rend és rendezetlenség, rendeződési folyamatok a természetben.

Technikai rendszerek a környezetünkben. A hőenergia „előállítás”, szállítása, felhasználása konkrét rendszerekben.

Földfelszín és éghajlat. A légkörezések és tengeráramlások fizikai jellemzői, a mozgató fizikai hatások. A globális klímaváltozás jelensége, lehetséges fizikai okai.

A légkör fizikai jellemzői. Nyomás, hőmérséklet, páratartalom. Légköri optikai jelenségek (szivárvány keletkezése, lemenő nap színe) Az üvegházhatás jelensége, elve, gyakorlati példái, az üvegházhatást befolyásoló tényezők.

Az időjárást befolyásoló fizikai folyamatok. Az időjárás elemei, csapadékok, a csapadékok kialakulásának fizikai leírása.

A környezettudatos magatartás fizikai alapjai. Lakókörnyezetünk energetikai problémái (energiatakarékos építkezés, hőszigetelés, ablakok illesztése, megfelelő építőanyagok). A lakókörnyezet energiaellátásának gazdaságos módszerei, a környezet hasznosítható energiája (napkollektor, hőszivattyú, kondenzációs kazán). Az energiatermelés kockázati tényezői. A globális éghajlatváltozások lehetséges okainak és következményeinek

elemzése. Egyes környezeti problémák (fokozódó üvegházhatás, savas eső, „ózonlyuk”) hatásainak és okainak megértése.

Fizikai folyamatok a szervezetben. Az emberi szervezet működésének energetikai vonatkozásai (légzés, keringés, hőháztartás). A táplálkozás energetikai vonatkozásai (a táplálékok energiatartalma, az energia felhalmozása). Vérnyomás, véráramlás.

3. Elektromosság

Elektromosság. Az elektromos töltés, Coulomb-kölcsönhatás. Mágneses kölcsönhatás. Elektromos és mágneses mező. Az anyagok vezetőképessége.

Hálózatok. Elektromos áramkörök, hálózatok felépítése, legfontosabb jellemzői. Az elektromos hálózatok biztonsági elemei. Az internet elemei, a kapcsolódás módja. Élő rendszereket veszélyeztető fizikai hatások elkerülése (érintésvédelem, villám, villámhárító).

Elektromágneses energia. Az elektromos energia tárolása. Elektromos generátorok és motorok működésének fizikai háttere (indukciós jelenségek). Információs és kommunikációs rendszerek működésének fizikai elevei (mobiltelefon, világháló). A számítógépek felépítése, a részegységek működésének fizikája. A villamos energia előállítása, szállítása (transzformátor, váltakozó feszültség és áram előállítása). Az elektromos energia fogyasztásával kapcsolatos kérdések a háztartásban (villanyszámla, izzók, biztosíték, újratölthető elem).

Az elektromágneses hullámok. Keletkezése, jellemzői. Az adatátvitel módja néhány példán (rádió-, televízióadás és -vétel). A digitális adattárolás (CD, merevlemez). Optikai eljárások az adatátvitelben (üvegszálak). A fényelektromos hatás elve és gyakorlati alkalmazása (digitális fényképezőgép, fénymásoló, vagy lézernyomtató működésének elve). Az elektromágneses hullámok információátvitelben játszott szerepének megismerése. Az elektromosság, a mágnesség élővilágra gyakorolt hatásának megismerése.

Fénytan. Képkeltő eszközök: tükrök (sík, homorú, domború), gyűjtő- és szórólencse. A szem, mint optikai rendszer, látáshibák; gyakorlati alkalmazások (színlátás, térlátás, 3D filmek). A fény, mint hullám.

Diagnosztika és terápia. Diagnosztikai módszerek alkalmazásának célja és fizikai alapelvei a gyógyászatban (a testben keletkező áramok kimutatása). Terápiás módszerek alkalmazásának célja és fizikai alapelvei a gyógyászatban.

4. Modern fizika

Atomfizika. Anyagszerkezetre vonatkozó atomfizikai ismeretek (Rutherford-modell, Bohr-modell, az atomok kvantummechanikai leírása). Proton, neutron, elektron, atomok, molekulák és egyéb összetett rendszerek (kristályok, folyadékkristályok, kolloidok). Az anyag kettős természete.

Anyagvizsgáló módszerek. Néhány anyagvizsgáló módszer ismerete, a módszer fizikai háttere. Az atommagon belüli kölcsönhatások. Radioaktivitás, mesterséges radioaktivitás, felezési idő.

Nukleáris energia. Tömeg-energia egyenértékűség. A Nap energiatermelése. Rendszerek szabályozása. Atomerőművek működése. Kockázatok és rendszerbiztonság. A stabilitás fogalmának alkalmazása a magfizikában, az atomerőművek működésének, a szabályozás biztonsági tényezőinek megértése. Az élő rendszereket veszélyeztető fizikai hatások elkerülése (sugárvédelem). A sugárzások élővilágra gyakorolt hatásának megismerése.

Diagnosztika és terápia. Diagnosztikai módszerek alkalmazásának célja és fizikai alapelvei a gyógyászatban (röntgen, képalkotó eljárások, radioaktív nyomjelzés, endoszkóp használata). Terápiás módszerek alkalmazásának célja és fizikai alapelvei a gyógyászatban.

5. Gravitáció, csillagászat

Tér és idő. A természet méretviszonyai (atommag, élőlények, Naprendszer, Univerzum). A gravitáció élővilágra gyakorolt hatásának megismerése. Az idő mérése és homogenitása. A Naprendszer fölépítése, helyzete a Tejútrendszerben. A galaxisok és szerkezetük. A galaxishalmazok.

Nap, Naprendszer. A bolygók mozgásai, anyaga, gravitációja, légköre, felszíne. Űstökösök, meteorok, meteoritok, kisbolygók jellemzői, mozgásuk sajátosságai. A Hold jellemzői, fogyatkozásai, fázisai, mozgása. A Nap felépítése, napjelenségek (napszél, napfolt, napkitörés). A Nap sugárzása, hatása, sarki fény. A bolygók mozgásának leírása. Az Univerzum fejlődése. Az űrkutatás irányai, hasznosítása, társadalmi szerepe. A bolygók fizikai-, kémiai tulajdonságai és a bolygók környezeti viszonyai közötti összefüggés megértése. A holdfázisok és a holdfogyatkozás okának megkülönböztetése. Árapály jelenség, dagály hullám. A Világegyetem múltjával és jövőjével kapcsolatos elméleteket alátámasztó, ill. cáfoló tények és érvek megismerése. A Világegyetem szerkezetének megismerése. A kutatás néhány módszerének, céljának és eredményének áttekintése.

6. Fizika- és kultúrtörténeti ismeretek

Tudománytörténet. Asztrológia és asztronómia. A földközéppontú és a napközéppontú világkép jellemzői. Az atom fogalmának átalakulásai, az egyes atommodellek mellett és ellen szóló érvek, tapasztalatok. A fényről alkotott eltérő modellek. A Föld, a Naprendszer és a Kozmosz fejlődéséről alkotott csillagászati elképzelések.

Tudomány, technika, társadalom. A fizikai-matematikai világleírások hatása az európai kultúrára. A fizika tudományának hatása az ipari-technikai civilizációra. A tudományos gondolkodás mindennapi életben való hasznosságának belátása, a módszerek tudatos alkalmazása, az áltudomány ismérvei és veszélye. A tudománytörténeti folyamatok értelmezése a modellek, az elképzelések fejlődése, egymásra épülése révén. A törvények, elvek szerepe. Megismerési módszerek előnyeinek és korlátainak elemzése. Jelentős külföldi és hazai természettudósok módszereinek, tudományos eredményeinek és ezek érvényességi körének megismerése.

A NAT alapján a műveltségterületet a kerettanterv lebontja tematikai egységekre és hozzárendeli az időkeretnek. Ennek célja, hogy a tanulók a tantervben lévő témaköröket megismerjék, értelmezzék a jelenségeket, ismerjék a technikai alkalmazásokat, és így legyenek képesek a körülöttünk lévő természeti-technikai környezetben eligazodni. A tanterv ezzel egy időben lehetővé teszi a mélyebb összefüggések felismerését is, ami a differenciálás, a tehetséggondozás, az önálló ismeretszerzés révén a mérnöki és a természettudományos pályára készülőknél számukra megfelelő motivációt és orientációt nyújthat.

A kerettanterv további lebontása helyi tantervre már nem központi feladat – ezt az iskola végzi el. Ehhez a tankönyvkiadók komoly segítséget nyújtanak különböző útmutatók és tanmenetjavaslatok formájában.

Felhasznált irodalom

Nemzeti Alaptanterv (2012): Magyar Közlöny, 2012 (66).

Ajánlott irodalom

Kerettantervek: <http://kerettanterv.ofi.hu/>

3.7. Mikor – mit? Mit kellene megtanulni a különböző életkorokban?

A rendszerváltással együtt bekövetkező tantervi reformok során a fizika óraszám a felére csökkent, ma 2–2–2 vagy 1,5–1,5–1,5. Az elmúlt években a tanárképzésben részt vevő hallgatók száma lecsökkent, jellemzően 1–2 fizika tanárszakos hallgató végzett az egész országban! Ez a szám kicsit nagyobb lesz most, amikor a kétciklusú képzést újra az 5-éves tanárképzés váltja fel. Manapság az egyetemekre a középfokon tanulók majd 40% - a kerül be, ezek a diákok azonban többnyire semmit nem tudnak az idők során nagyjából változatlanul hagyott fizika tananyagból.

A tanárképzésben résztvevők létszámának csökkenésében egy ok biztosan szerepet játszik: a fizika tantárgy népszerűtlensége. Az óraszámcsökkenés egyrészt lerombolta a tantárgy tekintélyét az érettségi tárgyakkal összevetve, másrészt a csökkentett óraszámokban nem lehetett megtanítani az előírt tananyagot. A legtöbb diák számára a fizika értelmetlen, elvont, absztrakt ismeretek halmazává vált.

Létezik egy jelenség, amit minden egyetemi oktató ismer. A hallgató nem kis hányada egy egyszerű fizikával kapcsolatos kérdésre (pl. Mi a gyorsulás) olyan értelmetlen mondatban válaszol, ami alapján józan gondolkodása is megkérdőjelezhető. Nem arról van szó, hogy nem tudja a gyorsulás definícióját, hanem látszólag még azt sem fogja fel, hogy az általa leírt mondatnak esélye sincs jónak lenni. Magyarul egyszerűen értelmetlen.

Ízlelgessük: „a hidrosztatikai nyomás egyenesen arányos a test fölött levő folyadékoszlop magasságával, de fordítottan arányos a folyadékoszlop minőségével”. Van ennél jobb is: a másodperc definíciója: „egységnyi utat, 3,6 m/s sebességgel egységnyi idő alatt tesz meg”. Az egyik kedvencem: „egységnyi idő alatt egységnyi utat rövidebb idő alatt tesz meg”. Szerzőnk szerint ez a gyorsulás (Szabó 2000).

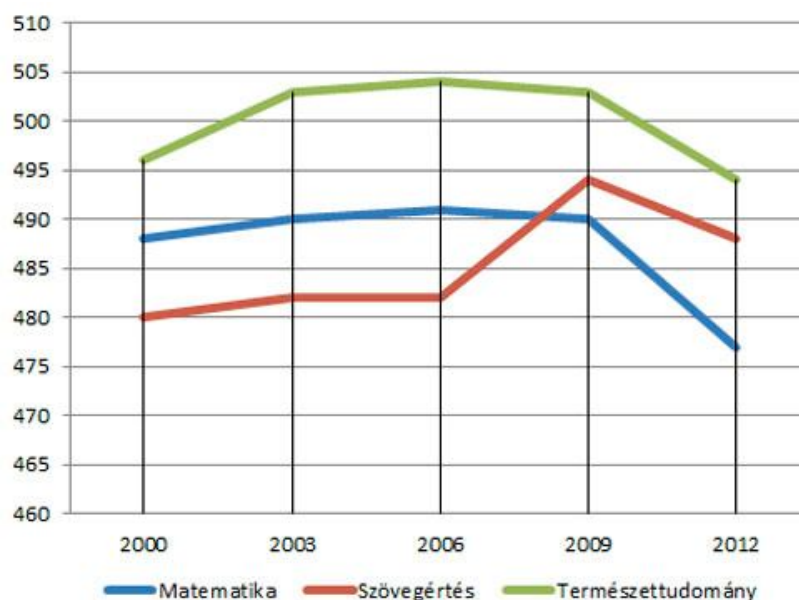
Számos példát idézhetek abból a sok száz dolgozattól, amit minden szemeszter végén én is kijavítok.

A cikkben említett magyarázat szerint, ezek a diákok hozzászokhattak ahhoz, hogy néhány szakmai zsargon említése révén hozhatják a tőlük elvárt teljesítményt. Ezeket beleszövik a mondatokba, ugyanakkor semmiféle igény nincs bennük mondandójuk tartalmával kapcsolatban. Azért nem érzik, a logikai bukfeneket, a félbemaradt állításokat, mert nem képesek ebben a kérdésben logikus gondolkodásra, soha nem gondolták,

hogy az iskolában fizikaórán tanultaknak valamilyen általuk is befogadható értelme lehet. Ilyen esetben a fizikaóra nyilván inkább ártalmas volt, mint hasznos. Ha a diák messze elkerülte volna a fizikaórát talán még tanítható lenne.

Mikor kellett volna hozzászokni ahhoz, hogy értelmet keressenek a megtanult fogalmak, definíciók, törvények között? Középiskolában? Általános iskolában? Óvodában? Visszakérjük az iskolapénzt? Mikor szoktatták le a gyerekeket a gondolkodásra való törekvéstől? Amikor 3. osztályban megtanulták a völgy definícióját? Amikor 4. osztályban egyest kaptak, ha nem pont a füzeti vázlatot írták vissza a dolgozatban? Amikor 7. osztályban a gyorsulás definícióját 10 perc alatt kellett volna megtanulni, mert haladni kell a tananyaggal?

A magyar diákok fizikatudásával kapcsolatos egyik leggyakrabban idézett adat az OECD tagországokban és az úgynevezett partnerországokban háromévente végzett PISA felmérés eredménye.



1. ábra

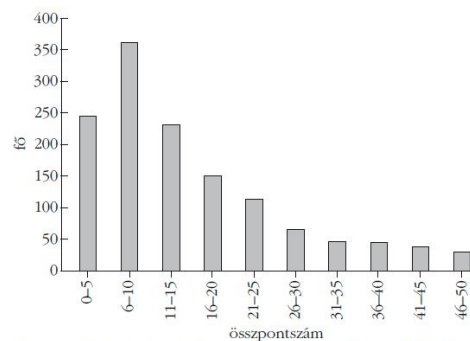
A magyar PISA PISA-eredmény,

http://index.hu/tudomany/2014/04/23/csapnivalo_a_magyar_pisa-bizonyitvany/

A legutolsó, feldolgozott eredmény a 2012-es mérésé. A 2012-es PISA-felmérés eredményei szerint valamennyi vizsgált területen romlott a magyar iskolások teljesítménye. Nemzetközi felmérések adatai alapján tudjuk, hogy a magyar tanulók a matematikai és a természettudományos ismeretek terén a '70-es és '80-as években a világ élvonalához tartoztak. Sőt, a '80-as évek elején – japán és svéd diáktársaikat megelőzve – toponymagasan vezették a vonatkozó statisztikákat. A vezető helyet azonban nem sikerült sokáig megőrizni: a '90-es években diákjaink teljesítménye már csak a középmezőnyhöz volt elegendő.

„A felmérések alapján a magyar gyerekek harmada annyira rossz teljesítményt nyújt, hogy ezzel gyakorlatilag kizárják magukat a munkaerőpiacról, mert nem rendelkeznek azokkal a minimális képességekkel sem, amelyek alkalmassá tennék őket bármilyen, a betanított segédmunkánál bonyolultabb feladat elvégzésére.”

A középiskolában tanított tananyag elsajátításával kapcsolatos felmérés eredményeiről Radnóti Katalin és Pipek János számoltak be a Fizikai Szemle hasábjain (Radnóti 2009). A 2008-ban elvégzett országos felmérés során több ezer, a felsőoktatásba bekerült hallgatónak kellett egyszerű, középiskolai fizikafeladatokat megoldania. Az 50 pontos dolgozat révén a hallgatók többsége 6–10 pontot szerzett, ami immár objektíven mutatta azt a tényt, hogy a felsőoktatásba bekerülő hallgatók kétharmada szinte semmit sem tud a középiskolai fizikai tananyagból (2. ábra).

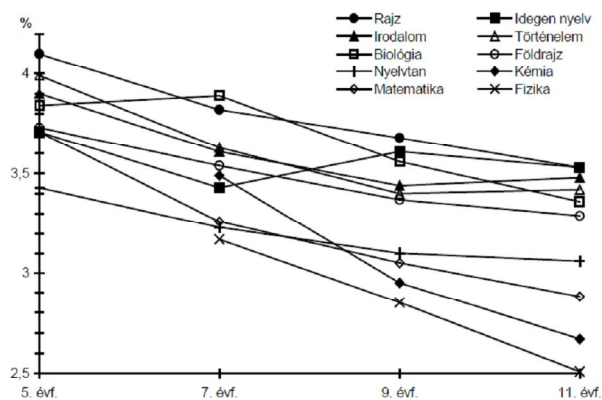


2. ábra. A hallgatók által elért összpontszám eredmények eloszlása

2. ábra

Kiemelve (Radnóti 2009)-ből

Mivel a helyzet azóta sem változott, az egyetemeken egyre jobban felvállalják nulladik évfolyam, illetve felzárkóztató tárgyak keretében a középiskolai fizika megtanítását. A felmérés másik nagy tanulsága az, hogy a fizikából érettségizett hallgatók esetében volt megfigyelhető a középiskolai tananyag valamilyen szintű ismerete. A tantárgyakkal, köztük a fizikával kapcsolatos attitűdöt Csapó Benő vizsgálta részletesen. Az egész országban végzett felmérés során tanulók a Mennyire szereted a következő tárgyat? – kérdésre válaszoltak 1-től 5-ig terjedő skálán, amely



1. ábra
A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök az iskolai évek függvényében

a nagyon nem szeretem (1) és a nagyon szeretem (5) szélsőségek között adott alkalmat a fizika iránti vonzalom kifejezésére (Csapó 2000).

3. ábra

Kiemelve (Csapó 2000)-ből

A cikkből kiemelt ábra mutatja az eredményt (3. ábra). A fizika egyértelműen és az idősebbeknél egyre növekvő mértékben leszakadva a többitől a legkevésbé kedvelt tantárgy. Ezt a tény, amelyet azóta több hasonló felmérés is megerősített egyéb okok mellett nyilván szerepet játszik abban, hogy a fizika tanári pálya különösen népszerűtlen.

A szerző levonja a következtetést:

„Ez a két tárgy (a fizika és a kémia) annyira népszerűtlen, annyira eltér a többitől, hogy az már jelentősen akadályozhatja oktatásukat. Ez a jelenség egyben komoly tantervi, tanítás-módszertani problémákra utal.”

A helyzetből van kivezető út. Ezt bizonyítja a német, finn, angol, lengyel példa.

Ugyanezt a problémát feszegeti cikkében Máth János. Tanulságos mondatokat idéz tankönyvekből. Ezek a mondatok a tudományos könyvekben tanított fogalmak és törvények rendszerébe próbálják bevezetni a kisiskolásokat, miközben néha egyszerűen maguk is hibásak és értelmetlenek, máskor olyan szintű absztrakciót követelnek a diákoktól, ami az adott életkorban még nincs jelen: „... tanulságos példa a Nemzeti Tankönyvkiadó harmadikos környezetismeret tankönyvének ötödik oldalán található mondat: „*a szilárd anyagok alakja állandó, ...*”.

Évtizedek óta tanulnak ebből a könyvből (vagy korábbi kiadásaiból) gyermekeink, sok ezerszer feltéve a kérdést: mi a helyzet az üvegpohárral és a porcelántányérral, vagy a szivaccsal, és sok ezerszer megkapva egy efféle, pusztító hatású szülői választ: „*a dolgozatban azt írd, ami a tankönyvben van*”. Jobb esetben azt is hozzáteszik, hogy neked van igazad. Nagyjából itt kezdődik az iskolai tananyag tekintélyének, a hasznosságába vetett hitnek az a mélyrepülése, aminek tanúi vagyunk” (Máth 2015).

És hogyan folytatódik?

„Jegyezd meg!”

- A fény és az átlátszatlan tárgyak kölcsönhatásának következménye az árnyék.
- A változás időrendje megfordíthatatlan.
- Egy nagy befőttes üveget töltsenek meg vízzel! Egyszerre ejtsetek le egy-egy darab 1 Ft-ost úgy, hogy az egyik a vízben, a másik a levegőben essen az üveg aljával azonos pontig. Melyik 1 Ft-os ér le hamarabb? Miért? Hogyan alkalmazkodott a hal alakja a vízben való élethez, mozgáshoz?

Ezt 3.-os környezetismeret tankönyvből kellene a gyermeknek megtanulnia. A változás időrendje megfordíthatatlan. Ez alatt vajon mit ért a 3. osztályos?

Ebben az életkorban megtapasztalni, megfigyelni kell, nagyon konkrét, kézzel fogható dolgokat. Talán éppen ezek, az adott életkorban értelmetlen mondatok köszönnek vissza az egyetemi dolgozatokban.

Mi teszi a fizikát nehezzé a diákok szerint?

Egy felmérés (Ornek 2008) során 1400 egyetemistától kérdezték ezt meg, majd a válaszok elemzése után a kérdéseket finomítva újabb négy-százat. Első helyen azt emelték ki, hogy a fizika anyag egymásra épül, ha

elmulasztanak valamit az elején később sem értik meg. A 2. helyen végzett az, hogy a fizika egy nehéz tárgy, túl sokat kell tanulni, majd az következett, hogy nagyon absztrakt. Világos, hogy még az egyetemistáknak is nehézséget okozott a tudományos rendszer befogadása. Mennyi esélye van akkor erre egy középiskolásnak vagy általános iskolásnak?

Hogyan lehetne javítani a helyzeten?

„2012. december 21-én az Oktatókutató és Fejlesztő Intézet honlapján elérhetővé váltak az új fizika kerettantervek. Ezek közül a B-jelű kerettanterv lényegében a korábbiak felépítését követi, illetve kiegészül a Nemzeti Alaptantervben megjelölt – korábban a tananyagban nem szereplő – új tartalmakkal. Az A-jelű kerettanterv azonban egészen új elrendezést követ, amennyiben a megváltozott tananyag egy jelentős részét inkább a természetben és a technikai környezetben való előfordulás szerint csoportosítva tárgyalja és nem minden esetben követi a korábban megszokott sorrendet. Erre utalnak például a következő témakör címek: A Nap, Energiaátalakító gépek, Hasznosítható energia, Vízkörnyezetünk fizikája, Hidro és aerodinamikai jelenségek, a repülés fizikája. A Hasznosítható energia fejezetben belül (9–10. osztály) megjelenik az atomenergia, a tömeghiány fogalma, a tömeg-energia ekvivalencia elve, ami világossá teszi, hogy a címek nem csak formális változást jelentenek, hanem a tananyag egészét érintő lényeges szemléleti változást” (Egri 2013).

A világszerte hasonló eredmények miatt fizika tanításával kapcsolatban több tudományos vizsgálat is indult. Az egyik ilyen a Carl Wieman Nobel-díjas fizikus által irányított, ami első sorban a tanítás módszertanára összpontosít, a másik az American Journal of Physics egy ideig papír alapon is megjelent mellékletével azonos elnevezésű Physics Education Research. Carl Wieman kutatási eredményeit összefoglaló előadásában rámutat egyrészt arra, hogy az eredményes tanulás komoly erőfeszítést igénylő, energiaigényes folyamat, aminek a tanuló csak akkor vág neki, ha megfelelő motivációval rendelkezik. A tanárokat arra biztatja, hogy inkább kérdezzenek a diákoktól, mert ez fenntartja érdeklődésüket és segít nekik abban, hogy saját energiáikat mozgósítsák. A Physics Education Research tanulási folyamattal kapcsolatos eredményei azt mutatják, hogy a diákok minden esetben előzetes ismeretek, elképzelések birtokában lépnek be az iskolába, bár ezek az ismeretek nem feltétlenül helyesek vagy tudományosan helytállóak. Az oktatás során a tanultakat összevetik saját

eredeti elképzeléseikkel. Az összevetés egyik lehetséges következménye az, hogy kezdetleges elképzeléseiket, naiv, korlátozott tapasztalatokon alapuló magyarázataikat a fogalmi váltásnak nevezett folyamat során felcserélik a tudományosan megalapozottabb világrépre (pl. a Föld kezdetben lapos, később lesz gömb alakú). Az oktatás hatékonyságát növeli, ha az oktató ismeri a tanuló előzetes ismereteit illetve tévképzeteit.

Meg kell állapítani, hogy a tanulási folyamattal kapcsolatos újabb ismeretek eddig alig jelentek meg a tantervekben, a tananyagban, a tankönyvekben és tanítási gyakorlatban. Természetesen sok kiváló fizikatanár tanítási gyakorlatában alkalmazza a módszertan újabb eredményeit, az egyetemeken megújuló tanárképzési programjaiban is egyre nagyobb szerepet kapnak az új eredmények és a tankönyvek egy része is folyamatosan megújul; azonban ennek ellenére gondoljuk azt, hogy a fenti állítás jelen pillanatban általában helytálló.

Felhasznált irodalom

- Csapó Benő (2000): *A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései*. Magyar Pedagógia, 100 (3), 343–366.
- Egri Sándor & Máth János (2013): *Fizikatanítás: Mit, Hogyan, Kinek?* Fizikai Szemle, (7–8), 244–247.
- Máth János (2014): *A természettudományos oktatás válsága*. Géniusz füzetek 12.
- Ornek, Funda & Robinson, William J. R. & Haugan, Mark P. (2008): *What makes physics difficult?* International Journal of Environmental & Science Education, 3 (1), 30–34.
- Radnóti Katalin & Pipek János (2009): *A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban*. Fizikai Szemle, (3).
- Szabó Gábor (2000): *Természettudomány a közoktatásban*. Plenáris Előadás.

Ajánlott irodalom

- Juhász András & Tél Tamás (szerk.) (2010): *Fizikatanítás tartalmasan és érdekesen*. Eötvös Lóránd Tudományegyetem Fizikai Doktori Iskola. A magyar nyelvű fizikatanár-képzés helyzete Debrecenben. 93–96.

3.8. A digitális bennszülöttek: változó gyerekek a fizikaórán

Digitális bennszülöttek

A digitális bennszülöttek azok a gyerekek, akiket már csecsemőkoruk óta a digitális technika vesz körül. Minden helyzetben kommunikálnak egyszerre több társukkal is telefon és tablet segítségével, nagyon gyorsan kiismerik magukat egy ismeretlen távirányító működésével kapcsolatban mivel korábbi tapasztalataikra épülve sikeresen próbálgatnak. Talán meg sem tanultak írni, de fénysebességgel gépelnek, a tanár állításait már az órán ellenőrzik az internet segítségével. Mindennek következtében még inkább mások, mint az előző generációk. Az őket vizsgáló kutatók a hagyományos tanítás alkonyáról beszélnek.

Mik a legfontosabb tünetek?

„A digitális környezetben nevelkedő gyerekeket rendkívül sok inger veszi körül. idegrendszerük megtanulja ezeket feldolgozni. A figyelmi funkciók ennek megfelelően fejlődnek. Egy mai tanuló szokásos munkamódja például a leckeírás esetén, hogy párhuzamosan a házi feladat készítésével chat-tel, letölt ezt-azt, ír néhány sms-t, válaszol néhány barátjának és zenét hallgat” (Gyarmathy 2012).

Ennek következtében a mai gyerekek kevésbé képesek elmélyülten gondolkodni, mint korábbi társaik. Rövidebb szövegekre, több képre, szimbólumra van szükségük. Jó, ha egyszerre több kommunikációs csatornán is kapják a tananyagot.

A digitális bennszülöttek hozzá vannak ahhoz szokva, hogy rendkívül gyorsan kapnak információt. Szeretik a dolgokat párhuzamosan feldolgozni, egyszerre több mindennel foglalkozni. Jobban kedvelik az ábrákat, képeket, mint a szöveget, mint fordítva. Jobban szeretik a véletlen elérést (pl. a hipertext). Hatékonyabbak, ha hálózatban működhetnek. Táptalajuk az azonnali megerősítés és a gyakori jutalmazás. Előnyben részesítik a játékot a „komoly” munkával szemben (Prensky 2001).

Bár napjaink oktatóinak és tanárainak túlnyomó többsége azzal a tudattal nőtt fel, hogy az emberi agy külső hatások következtében fizikailag nem változik meg – különösen 3 éves kor után nem – kiderült, hogy ez a nézet tulajdonképpen hibás.

A neurobiológia legújabb kutatásai kimutatták, hogy az agy felépítését – például az agy különböző területeit összekötő idegrostok számát képal-

kotó eljárásokkal is kimutatható mértékben befolyásolja az, ahogyan az agyunkat használjuk. A digitális bennszülöttek agya fizikailag is más lehet, mint a korábbi generációké. Évtizedekkel ezelőtt az volt a szokásos felfogás, hogy meghatározott számú idegsejtünk van, és életünk során ezek csak pusztulnak. Ezzel szemben kutatásokkal is alátámasztott tény az, hogy agysejtjeink fokozatosan újratermelődnek, az agy egész életünk során folyamatosan újraszervezi önmagát. Neuroplaszticitásnak hívják a jelenséget.

Zenészek és zenével nem foglalkozók agyának MRI-vel (mágneses rezonanciavizsgálat) történt összehasonlítása kimutatta, hogy zenészek nyúltagyának mérete 5 százalékkal nagyobb; ez az intenzív zenei gyakorlatoznak tulajdonítható.

Szociálpszichológusok által végzett kutatások kimutatták, hogy a különböző kultúrákban felnőtt emberek nem csak különböző dolgokról gondolkodnak, hanem valójában másképp gondolkodnak. A környezet és a kultúra, amelyben az emberek felnevelkednek, befolyásolja, sőt, meghatározza legtöbb gondolkodási folyamatukat.

Mindenesetre az agyak és a gondolkodási minták nem változnak meg máról-holnapra. Az agy formálhatóságával kapcsolatos kulcsmegállapítás az, hogy az agy nem szerveződik újjá véletlenül, könnyedén, vagy véletlenszerűen. „Az agy újjászerveződése csak akkor történik meg, ha az állat figyel az érzékszervi ingerekre és a feladatra.” „Ez kemény munkát követel meg.” Eredmény eléréséhez a biovisszacsatolásnak több mint 50 elemi munkafolyamatra van szüksége. A „Scientific Learning’s Fast ForWord” programban résztvevő tanulók esetében 5 és 10 hét közötti időtartamban napi 100 perces, heti 5 napos munka volt szükséges a kívánt változások eléréséhez, mivel „az agy átvezetékezéséhez roppantul összpontosított figyelem szükséges” (digitális bennszülöttek 2015).

A fentiek azt támasztják alá, hogy a digitális bennszülöttek és bevándorlók közti különbségek nagyobbak lehetnek annál, mint amire számítunk.

Digitális konferenciák

Mindez hatással van az iskola világára is. A 2014-i digitális konferencia nyitólapján olvashatjuk:

„Az információs társadalomban, a digitális generációk tanítóiként és nevelőiként számtalan olyan kérdéssel és megoldandó feladattal találkozunk, amelyeknek nagy része az infokommunikációs eszközök és web2.0-s szol-

gáltatások használatának módszertani és technikai különbségeire vezethető vissza. Az IKT használata befolyásolja az olvasási, kommunikációs, információfeldolgozási, tanulási szokásainkat; átalakítja mindennapjainkat.

A pedagógus szerepét az információs társadalomban újra kell értelmeznünk: a korábbi szerepfelfogások és elvárások mellett megjelennek újak, amelyekkel azelőtt nem szembesülhettünk. A tanár többé nem jelenhet meg az osztályban a tudás és az információk egyedüli és kizárólagos forrásaként, és nem csupán az iskola falain belül tanulhatnak a diákok.

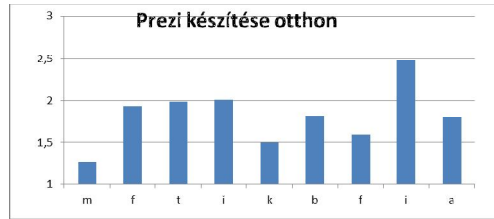
A konferencián az alábbi kérdésekre szeretnénk választ találni:

- Miben áll a pedagógus szerepe az információs társadalomban, melyek a hagyományosan megőrzendő, illetve a változások által megkívánt új elemei?*
- Hogyan alakul át az infokommunikációs társadalomban a tanítás és tanulás fogalma, milyen helyet foglal el ebben a folyamatban az iskola?*
- Milyen ismeretekkel, képességekkel és attitűdökkel (kompetenciákkal) rendelkezzenek a pedagógusoknak ahhoz, hogy az információs társadalom hiteles, tudatos információfeldolgozói, -közvetítői, tanítói és nevelői legyenek, képesek legyenek érdemben hatni a digitális kor megváltozott, de semmiképpen sem homogénnek tekinthető nemzedékére?” (digitális konferencia 2014).*

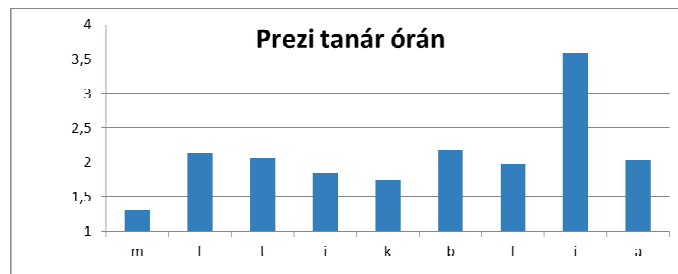
Mérési eredmények

Tény, hogy a magyar iskolát nem hatja még át teljesen a digitális kor szelleme. Az osztálytermek többségében nincs projektor, bár a digitális tábla-program növelte a projektoros termek arányát. A tanárok gyakran úgy oldják meg a számítógépes vetítést, hogy beviszik az órára a laptopot és az iskola stúdiójából elhozott projektort.

A közelmúltba több mint száz elsőéves egyetemi hallgatót kérdeztünk meg arról, milyen számítógépes eszközt és milyen gyakorisággal használtak az iskolában. Az 1-es jelentette, hogy az adott eszközt az adott órán soha nem használták, a 2-es, hogy elvétve, a 3-as, hogy rendszeresen, de ritkán, a 4-es, hogy sűrűn és az 5-ös, hogy szinte mindig.

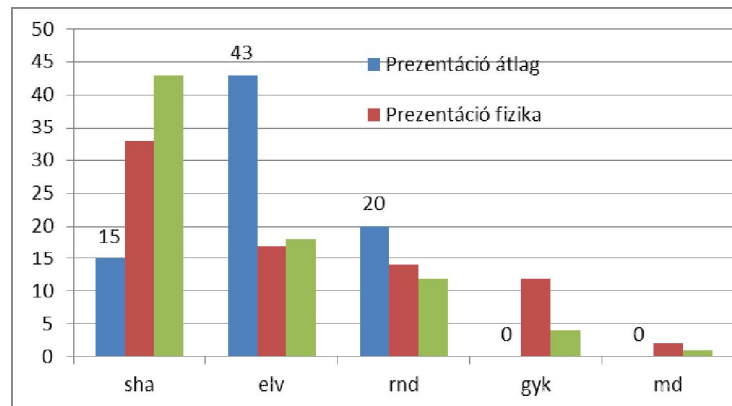
**1. ábra***Prezentáció készítése otthon*

Az adatok nyers feldolgozásának néhány eredményét közöljük az alábbiakban. A vízszintes tengelyen rendre a tantárgyak (matematika, fizika, történelem, irodalom, kémia, biológia, földrajz, informatika, angol) helyezkednek el. Láthatjuk, hogy a diákok informatikából készítenek leggyakrabban prezentációt otthon, de ez is inkább csak elvétve fordul elő.

**2. ábra***Prezentáció bemutatása a tanítási órán*

Az egyik leggyakoribb tevékenység, amikor a tanár az órán prezentációt mutat be. Ez informatikából rendszeresen történik, matematikából sohasem, a többi tantárgyból elvétve. A diákok emlékei szerint a magyar iskolákban csak szigetszerűen, elvétve folyik digitális eszközökkel támogatott oktatás. Jelenleg, 2014-ben. A digitális oktatási környezet folyamatos megújulást kíván, így fenntartása nagyon nagy terhet ró az intézményrendszerre.

Az alábbi diagram a fizika és kémia órákon történt vetítések gyakoriságát hasonlítja az összes tantárgy átlagához.



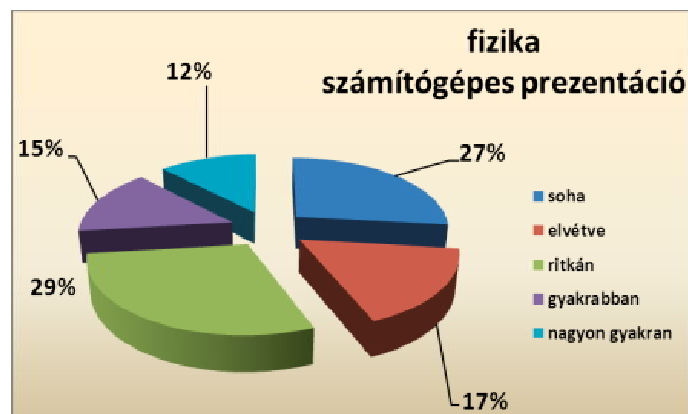
3. ábra

Prezentáció bemutatása az órán, fizika, kémia

Látható, hogy a fizika eredménye a 4-es (gyakran) kategóriában sokkal jobb, mint a kémiáé, a fizikatanárok között már kialakult egy olyan réteg, aki rendszeresen használja a prezentációt, mint oktatási segédeszközt.

Az itt közölt eredmények az OTKA K-105262 programjának keretében születtek.

A teljesség kedvéért nézzük meg a Leitner Lászlóné által egy évvel később végzett, kisebb mintás felmérés ide vonatkozó eredményét (Leitner 2015):



Felhasznált irodalom

digitális konferencia (2014):

<http://digitalispedagogus.hu/>, letöltve 2015 február

digitális bennszülöttek 2 (2015):

<http://htmlinfo.hu/tarhaz/digitalis-bennszulotte-2-resz/> Letöltve 2015.02.

Gyarmathy Éva, Kucsák Julianna (2012): *A digitális bennszülöttek képességprofilja*. Iskolakultúra. 9, 43–53.

Leitner Lászlóné (2015): szóbeli közlés.

Prensky, M. (2001): *Digital Kids On the Horizon*. NCB University Press, 9 (6), 1–6. Magyarul:

http://goliat.eik.bme.hu/~emese/gtk-mo/didaktika/digital_kids.pdf

Ajánlott irodalom

Brekke Morten & Hogstad Per Henrik (2010): *New teaching methods – Using computer technology in physics, mathematics and computer science*. International Journal of Digital Society. 1 (1), 17–24.

Cheryl Fillmore (2008): *A smarter way to teach physics*. International Education Conference, Brisbane.

Shihkuan Hsu (2011): *Who assigns the most ICT activities? Examining the relationship between teacher and student usage* Computers & Education, 56, 847–855.

3.9. Tanulási módok, módszerek; az önálló tanulás, e-learning

„A tudás a tapasztalat lánya.”

Leonardo da Vinci

A tanulási módszerek olyan sokak által elfogadott és használt eljárások, amelyek segítik az ismeretszerzést. A különféle módszerek alkalmazása nagymértékben megkönnyítheti a tanulók ismeretszerzését. Fejlesztheti kreativitásukat, lényeglátásukat, szövegértésüket, a természettudományos kompetenciáik jó irányba történő alakulását. A helyes módszerek támogatják a tanulókat a tantárgyak logikájának, felépítésének, nyelvezetének megismerésében, elsajátításában. Bevezetésként elmondható, hogy a tananyag a tanulók önálló munkájával és aktív közreműködésével történő feldolgozása növeli a diákok sikerélményét. Ez az ismeretek tanulók által történő felfedeztetésével, rendszerezésével, logikus felépítésével, az ok-okozati összefüggések megbeszélésével valósulhat meg. Ha a tanulók passzívak, nem vesznek részt az új ismeretek feldolgozásában, nehezebb lesz az otthoni tanulásuk. Ilyenkor távolodnak el a tantárgytól, válik az ellenségükké. Ezért nem mindegy, milyen módszereket, azaz milyen tanulási stratégiákat dolgozunk ki és alkalmazunk a tanítási órákon. De nem csak a tanárnak kell új módszereket alkalmazni, hanem meg kell tanítani tanulni a tanulókat. Ehhez szükség van arra, hogy az órákon figyeljenek. Mindkét félnek törekedni kell arra, hogy az új és megtanult ismereteket el tudják helyezni régi ismereteik között, aktív részesei legyenek az ismeretszerzésnek. Így eljutnak arra a szintre, hogy hasznosítható tudásra tesznek szert. Ezt a társadalom is elvárja a tanulóktól, illetve megvalósul az a hazai és külföldi tendencia, mely az egész életen át tartó tanulást igényli.

Milyenek legyenek a tanulási stratégiák? Nézzük meg a Kozéki és Enwtwistle által 1986-ban megalkotott három féle módszert.

- *Mélyreható tanulási stratégia*: mint a nevében is benne van, a megértés, a mélyebb összefüggések meglátása, megértése, elmélyítése az elsődleges célja.
- *Szervezett tanulás*: a rendszeres tanulást, munkavégzést, munkaszervezést várja el a tanulóktól.
- *Mechanikus tanulás*: célja a részletek megjegyzése, a fogalmak, törvényszerűségek minél pontosabb megfogalmazása, visszaadása.

Ezeket a tanulási módszereket úgynevezett elemi tanulási technikák alkotják. Az említett tanulási stratégiák együttesen is megjelenhetnek ugya-

nannál a tanulónál. Hogy melyik a domináns az egyes tanulónál, az az ő képességétől, érdeklődési körétől, a családi háttértől, a tanuló belső indítatásától, stb. függ.

Melyek lehetnek ezek az elemi tanulási technikák? Említsünk meg néhányat! Pl.:

- Szöveg hangos vagy néma olvasása,
- az elolvasott szöveg tartalmának hangos vagy néma elmondása,
- az elolvasott és értelmezett szöveg lényegének elmondása más személynek,
- az elolvasott és értelmezett szöveg megbeszélése a társakkal,
- a lényegesnek tartott anyagrész aláhúzása, ezek elmélyítése többszöri elolvasással, elmondással,
- esetlegesen saját vázlat készítése, ennek összevetése az órán készített vázlattal,
- fontos fogalmak, jelek, összefüggések (fizikában képletek, mértékegységek) kiírása,
- ok-okozati összefüggések keresése, a fogalmak közötti kapcsolatok megkeresése és ennek rögzítése,
- fizikában, az elsajátított elméleti ismeretek alkalmazása a gyakorlatban, a mindennapi életben,
- összefoglaló jegyzet, ábrák készítése, amelyek segítenek az ismeretek rögzítésében, bevésésében, a mélyebb tudás elérésében.

Az előbb felsoroltak minden iskolatípusban sikeresen alkalmazhatók. Minden gyerek tudja, ha nem, akkor szülői, illetve tanári segítséggel megtudja milyen lépésekkel, milyen módon tudja leghatékonyabban elsajátítani az ismereteket.

Ennek kiderítésére több tanulási stílust felmérő kérdőív létezik.

Mit jelentenek ezek a tanulási stílusok?

Az *auditív stílusú* tanuló a verbális ingerekre figyel elsősorban, önálló tanuláskor gyakran hangosan olvassa a tananyag szövegét, hangosan mondja vissza magának a tanult ismeretek tartalmát. A tanár magyarázatának hallgatása eredményesebb számára, mint a könyvből való tanulás. Az ismeretszerzésben segíthet az is, ha telefonra rögzíti a leckét, és visszahallgatja.

A *vizuális stílusú* tanuló a látottakra támaszkodik elsősorban, mind a memorizáláskor, mind a felidézéskor. Fontos számára a szemléltetés –

tankönyvi vagy a tanár által bemutatott ábrák, képek. Őt magát is érdemes ábrák készítésére biztatni. Új anyagok elsajátításakor vagy közös tanuláskor a bemutatás a döntő számára. Segíthet neki az ismeretek elsajátításában a képek, ábrák, grafikonok elemzése, a vizuális kiemelés a szövegben – aláhúzás, szövegkiemelő színek –, illetve a szöveghez kapcsolódó képek keresése az interneten

Az impulzív nem mérlegel, gyors, ám gyakran átgondolatlan választakat ad.

Intuitív, néha nem tudja megindokolni válaszát, elmagyarázni az ahhoz vezető utat.

Mozgásos: a mozgás, a cselekvés, a tapintás, a kézzel végzett manipuláló tevékenység játszik vezető szerepet: a tanulást gyakran mozdulatokkal, mutogatással, leírással segíti a tanuló. Jobban szereti azokat a feladatokat, ahol manuális képességeit kibontakoztathatja. A mozdulatokat könnyen megjegyzi. Érdemes tanulás közben mozognia (séta, babrálás, gesztikulálás, testhelyzet váltogatása).

Csend: a tanuló igényli a nyugalmat, kedveli a csendet, zavarják a környezet ingerei, a körülötte levő emberek. Zavarja, ha tanulás közben zaj, beszélgetés van körülötte. A legtöbb tehetséges gyermek szeret egyedül dolgozni, tanulni és játszani, mivel így egyedi gondolkodásmódja jobban kibontakozhat.

A társas stílusú tanuló igényli a barátok, szülők, tanárok segítségét, kedveli, ha az anyagot megbeszélheti másokkal. Szereti, ha kikérdezik tőle a megtanult ismereteket. Szívesen tanul társaival, mert a hasonló korú társ segítséget nyújthat a megértésben, mivel gondolkodása hasonló. A felnőtt segítségét nem egyformán igénylik. Van olyan tanuló, aki tekintélyvel fogadja el az irányítást, mások (különösen a tehetségesek) inkább egyfajta partneri viszonyt helyeznek előtérbe (Gyarmathy).

Ennek a kérdőívnek a tanulókkal való kitöltése és kiértékelése után képet kapunk arról, ki milyen módon tanul. Ez alapján tervet, javaslatot tudunk készíteni egyénre szabottan. A tanulókkal és a szülőkkel való egyeztetés után segíteni tudunk a gyerekeknek a számukra legalkalmasabb, legeredményesebb ismeretszerzésre alkalmas tanulási módszer kiválasztásában.

A tanulási stratégiákat ötvözni is lehet. Az elemi tanulási technikákból épülnek fel a komplex tanulási stratégiák. Ilyen például a Cornell-módszer.

Önálló tanulás

Az önálló tanulás esetén a tanuló képes kitartóan, segítség nélkül tanulni. Meg tudja szervezni saját tanulását, megfelelő időbeosztást tud hozzá készíteni, meg tudja választani saját módszereit. Képes az új ismereteket befogadni, azokat a gyakorlati életben alkalmazni. Ezekhez megfelelő önismerettel, meglévő alapos, mély előismeretekkel kell rendelkeznie. A tanulási folyamat nem általánosítható, mindenkinek magának kell megkeresnie, megtalálnia a számára leghatékonyabb tanulási módszert. A tanulás tudatos módon önszabályozottá tétele, azaz az önszabályozott tanulás jelentős szerepet játszik az egész életen át tartó tanulásra való felkészülésben. Azonban nem szabad diákjainkat magukra hagyni a tanulásban, ellenőrizni, segíteni kell őket. Feladatunk, hogy olyan tudással vétezzük fel őket (de a további tanulási folyamatokban részt vevő felnőtteket is), amelyet még nagyon hosszú ideig használhatnak. A hatékony, önálló tanulás kulcskompetencia fejlesztésének lehetőségei a környezeti nevelés területén OFI Nahalka István (2008).

A tanuláshoz szükséges elemek:

Ahhoz, hogy a tanulók tanulni tudjanak, fontos a nyugodt otthoni- és iskolai környezet, a tanuláshoz szükséges megfelelő eszközök, az iskolától és a szülőtől kapott segítség. Viszont ezek kevesek, ha a tanulók nem érdeklődők, nem tudnak figyelni, fegyelmezetlenek, hiperaktívak, nincs belső késztetés bennük, ha hiányosan épültek ki bennük azok a rész-képességek, amelyek nélkül nem jöhet létre komplex tanulási folyamat.

A teljes tanulási folyamathoz szükséges rész-képességek a következők:

- érdeklődés (motiváció),
- tartós, kitartó figyelem (koncentráció),
- látás és hallás utáni megfigyelés (vizuális és auditív memória),
- mozgásminták másolása (motoros, kinezetikus képességek),
- sorba rendezés képessége,
- képzettársítás, logikai kapcsolatok (asszociativitás),
- elemző és összetevő képesség (analízis, szintézis),
- lényegkiemelés képessége,
- csoportosítás (kategorizálás),
- rendszerezés, vázlatkészítés (strukturálás, vizuális megjelenítés),
- emlékező képesség (memória),
- rögzített ismeretek felhasználása (adaptivitás),
- újszerű rendszerek alkotása (kreativitás).

Ahhoz, hogy ezeket az elemeket a tanuló ötvözni tudja, sok esetben szülői, tanári segítségre van szüksége. Mindez hozzájárul olyan tudáshoz, mely összekapcsolja az elméleti ismereteket a gyakorlati alkalmazással, így lesz a tanuló motivált, kreatív.

E-learning

A digitális kompetencia az elektronikus oktatásban kiemelkedő szerepet tölt be. A NAT meghatározása szerint „A hatékony, önálló tanulás azt jelenti, hogy az egyén képes kitartóan tanulni, saját tanulását megszervezni egyénileg és csoportban egyaránt, ideértve az idővel és az információval való hatékony gazdálkodást is. Felismeri szükségleteit és lehetőségeit, ismeri a tanulás folyamatát. Ez egyrészt új ismeretek szerzését, feldolgozását és beépülését, másrészt útmutatások keresését és alkalmazását jelenti. A hatékony és önálló tanulás arra készíti a tanulót, hogy előzetes tanulási és élettapasztalataira építve tudását és képességeit helyzetek sokaságában használja, otthon, a munkában, a tanulási és képzési folyamatokban egyaránt. A motiváció és a magabiztosság e kompetencia elengedhetetlen eleme.” (243/2003. XII. 17. Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról) Ez az a képességrendszer, amely feltétlenül szükséges ahhoz, hogy egy elektronikus tanulási folyamat eredményesen működjön. Az elektronikus oktatás alapja az önálló tanulás, hiszen a tanuló egymaga, egyénileg sajátítja el az ismeretanyagot. Az elektronikus oktatás előnyei az elektronikus tananyagok. A hagyományos oktatás sokkal kevesebb lehetőséget enged e kompetencia fejlesztéséhez, mert a tananyag feldolgozása során a tanulók zöme passzív hallgató, nem vesz részt aktívan a tananyag feldolgozásában. A teljesség igénye nélkül említsünk meg néhányat:

- térbeli, időbeli korlátok nélküli tanulás,
- a tanuló aktív, konstruktivista szerepet tölt be,
- egyéni ütemben, stílusban történő tanulás,
- interaktív, multimédiás tanulási környezet,
- jelentős mennyiségű információforrás a tananyagon kívül,
- személyre szabható tanulás,
- közvetlen ellenőrzés nélküli munka, de lehetőséget biztosít a tanárral-tanulóval való kapcsolattartásra,
- naprakész információk biztosítása,
- oktatási anyagok könnyebb frissíthetősége,

– nyomon követés az önálló tanulás segítésére, az ellenőrzésre, visszacsatolásra.

Ehhez a tanulási formához elengedhetetlen az önálló tanulás képességének bizonyos szintje, az infokommunikációs technológiák ismerete, számítógépes alkalmazások kezelésének képessége, az internet által kínált lehetőségek kiaknázásának képessége, amely képességeket a digitális kompetencia foglal össze. Az elektronikus tanulás segíti e kompetencia fejlődését, mert a tanulás, a tanítás számítógépes környezetben, hálózati eléréssel történik, a tanuló a számítógéppel áll közvetlen kapcsolatban. Az elektronikus tananyagok jól megtervezett, az infokommunikációs technológiák felhasználásával, megfelelő pedagógiai elven, modulszerűen felépített, létrehozott oktatási anyagok. Biztosítják az új ismeretek átadását, lehetőséget biztosítanak a gyakorláshoz, feladatok, tevékenységek elvégzését, tesztelését, ellenőrzését is lehetővé teszik. A tananyag felépítése fejezetenként ugyanolyan séma alapján kerülnek kialakításra. Ez a megoldás segíti az egész tananyag átláthatóságát, a tananyagban történő könnyebb eligazodást, navigálást. Az egyes tananyagrészek elején megtalálható, hogy milyen előismeretek szükségesek a tananyag feldolgozásához, milyen szintű tudásra tehet szert a tanuló az anyag megtanulása után. Fontos a felhasználói felület, amely motiváló szerepet is betölthet. Mivel a tanuló a felhasználói felülettel folyamatos interakcióban van, ezért fontos, hogy a tananyag szöveges részei, színei, háttere, mind-mind a könnyű kezelhetőséget, és az esztétikumot tükrözze (Kerékgyártó 2009).

<http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=letoltes-korosi-tanulas>

Felhasznált irodalom

Balogh László: *A tanulók egyéni tanulási módszerei fejlesztésének pszichológiai háttere.*

mek.niif.hu/04600/04669/html/balogh.../balogh_pedpszich0026.html

Balogh László (2000): *Tanulási stratégiák és stílusok, a fejlesztés pszichológiai alapjai.* Debrecen, KLTE.

Gyarmathy Éva: *Tanulási stílus és tehetség.*

<http://www.extensii.ubbcluj.ro/odorheiusec/archivum/Csaki.../Tanstila>
NYAG.DOC Letöltés: 2013.07.01.

- Horányi Katalin (2002): *Tanuljunk tanulni*. Budapest, Magyar Könyvklub.
- Hortobágyi Katalin (1995): *A tanulási folyamat differenciálásának elvei és gyakorlata*. Budapest, FPI.
- Kerékgyártó Éva & Kórósi Kálmánné (2009) : *A tanulás tanítása, tanulás*. Letöltés ideje: 2009.06.06.
- Juhos Valéria (2011): TANULÁSMÓDSZERTAN, – MÓDSZERTANI SEGÉDLET.
- Lappints Árpád (2002): *Tanuláspedagógia. A tanulás tanításának alapjai*. Pécs, Comenius BT.
- Mező Ferenc (2002): *A tanulás stratégiája*. Debrecen, Pedellus Kiadó.
- Nahalka István (2008): *A hatékony, önálló tanulás kulcskompetencia fejlesztésének lehetőségei a környezeti nevelés területén*. OFI.
- <http://www.catdesign.hu/content/tanuljunk-tanulni>
- www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/.../2014_Jegyzeteles.pdf

Ajánlott irodalom

- Chrappán, M szerk. (2011): *A természettudományok tanításának elméleti alapjai*. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok Debrecen. 158–163.

3.10. A kooperatív módszer

A jelen kor követelményeinek teljesítéséhez, a modern társadalom igényeinek kielégítéséhez új, modern tanulási szervezési módokra van szükség. Ennek feltétele a tanulói aktivitás-, önállóság, a tanulói személyiség sokoldalú fejlesztése. E feladat megoldásához viszont több esetben a pedagógusok szemlélet változtatása is elengedhetetlen. A tanulókat cselekedtetni-, beszéltetni-, vitatkoztatni. stb. kell hagyni. Természetesen az új technikák alkalmazása több feladatot, nagyobb felkészülési időt, a tudományok fejlődésének nyomán követését igényli a pedagógusoktól.

A kompetencia alapú oktatás egyik fontos feladata a szociális kompetenciák fejlesztése. Ez viszont leginkább a kooperatív technikák alkalmazásával valósítható meg (BacsKay 2008).

A szociális kompetenciák fejlődése a kooperatív csoportokban

A csoporttöbbség a következőkben nyilvánul meg:

- Mindenkinek lehetősége van kommunikálni a társaival a közös munka során. Ennek során számos tapasztalatot szereznek az eredményes, kölcsönösen elfogadható kommunikáció formáiról, és kimunkálják saját hiteles és célravezető kommunikációs formáikat.
- A diákok megtanulják a munka során, hogyan viszonyuljanak társaikhoz a jobb munkakapcsolat kialakításának érdekében. Ez a pozitív viszonyulást erősíti, és jelentős mértékben elősegíti a szocializációt.
- A diákok több, személyes visszajelzést kaphatnak társaiktól. A pozitív visszajelzés énerősítő, önbizalomnövelő hatású, és ugyanilyen fontos a kritika mások számára elfogadható formában történő kifejezésének és a kritika elfogadásának megtanulása is.
- A kérdésekre keresett válaszok a diákok más és más megközelítési szempontjait mutathatják meg; ez segítheti a csoportot a mindenki által érthető, elfogadható megoldás keresésében. Ez hasznos a tanulás eredményessége szempontjából, hosszabb távon pedig megerősíti annak a belátását, hogy többféle szempont szerint, többféle úton lehet eljutni a keresett megoldásokhoz.
- A diákok sokféle típusú egyéniséggel dolgoznak együtt, s az együttműködés során lehetőségük van mérlegelni a problémák megoldásának különféle javaslatait. Az együttműködés, mint munkaforma és norma, lehetővé teszi a diákoknak, hogy kifejezzék és képviseljék a közös munkában a saját kulturális környezetükből származó értékei-

ket, segítve egymást a különféle nézőpontok megismerésében. Ez segíti a tolerancia erősödését a különböző értékekkel kapcsolatban.

Tanulás kooperatív csoportokban

A 2–4–6 fős csoportok a diákok képességei tekintetében *vegyes* (heterogén) csoportok. Ez esélyt ad a gyengébb képességűeknek arra, hogy ne maradjanak le, a jobb képességűeknek pedig – akik „tanítva” is tanulnak – arra, hogy az adott tárgykörben tudásuk mélyebbé és tartósabbá váljon. Ez a tanulási mód jobban fejleszti a problémamegfogalmazás, a problémamegoldás, az elemzés, a kutatás képességeit. Ezek a képességek alkotó folyamatokat indítanak el és fejlesztenek, szemben a memorizálás és visszamondás reprodukáló jellegével. Mivel a kooperatív munka során a diákoknak az anyagot újra fel kell építeniük, nézeteiket össze kell hasonlítaniuk, sokkal mélyebben megértik a tanultakat.

A kooperatív tanulásszervezés lényege:

- a tanulók csoportokban dolgoznak,
- a csoportok kiválasztása többnyire véletlenszerűen történik.

Ahhoz, hogy munkánk eredményes legyen, négy alapelv kell, hogy érvényesüljön. Ezek a következők: az egyéni felelősség, az egyenlő részvétel, az építő egymásrautaltság és a párhuzamos interakciók elve. Nézzük meg, mi jellemző ezekre az alapelvekre?

Az egyéni felelősség: mindenki felelős a saját munkájáért, az egyéni felelősségtudat hozzájárul a kooperatív tanulási módszerek sikeréhez és egyben az egész csoport teljesítménye jobb lehet.

Az egyenlő részvétel: az egyenlő részvétel feltétele, hogy megfelelő legyen a munkamegosztás, azaz a feladatok szétosztása egyenletes legyen. Minden tanuló részt vesz a feladat teljesítésében, amely a tanulási siker egyik fontos feltétele. Mindenki felelős a rábízott feladat végrehajtásáért, így erősíti a személyes felelősséget, kiegyenlítettebbé teszi a részvételt. Továbbá a szerepek elosztásával hatékonyan, zökkenőmentesen folyhat a munka, a szociális szerepek, kompetenciák tanulása, fejlesztése is megoldható.

Az építő egymásrautaltság: az egyének vagy az egyes csoportok fejlődése pozitívan összefügg egymással. A csoportsiker attól függ, hogy minden egyes csoporttag hibátlanul oldja meg a rábízott feladatot, minden csoportagnak be kell tudni számolni a közösen elvégzett feladatról, az elvégzett kísérlet eredményeiről, mindenkinek tudnia kell válaszolni a feltejt kérdésre, vázlatot kell készítenie.

A párhuzamos interakció: a kooperatív tanulási technikák biztosítják, hogy a párban dolgozó tanulók vagy a csoport tagjainak szükség esetén azonos lehetőségük legyen a kommunikációra. Néhány példa, hogy hogyan oldható ez meg:

Páros munkában: először a pár egyik, majd másik tagja szerepel előre meghatározott ideig, lehet forgószínpad-szerűen is feldolgoztatni az ismeretanyagot, ilyenkor a pár tagjai felváltva mondják el ötleteiket, megoldásaikat.

Csoportmunkában: szóforgók, a csoportos interjúk alkalmasak arra, hogy a diákoknak aktív részvételre legyen lehetőségük.

Előfordulhat, hogy a kooperatív technika alkalmazása során a csoportok hatékonyabb munkája érdekében átrendezzük a tantermet (ha megoldható). Ilyenkor biztosítani kell a szabad mozgást a csoportok között (tanuló, pedagógus elérje mindegyik csoportot), jól látható legyen a tábla. Általában szükségesek az alábbi szerepkörök: feladatfelelős, időfigyelő, szóvivő, jegyző, eszközflelős. Minden csoporttagnak legyen feladata.

A szerepek a következők lehetnek:

- Csendkapitány: figyelmezteti a társait, ha túl zajosak!
- Tapsvezér: biztatja a csoporttagokat, hogy fejezzék ki elismerésüket, ha a többiek jó munkát végeztek.
- Bátorító: biztatja társait a munkára, és dicséri őket.
- Időfigyelő: a rendelkezésre álló időt figyelni. Jelzi társainak az idő múlását.
- Eszközflelős: gondoskodik a munkához szükséges eszközökről.
- Feladatmester: figyel arra, hogy mindenki megértse a feladatot! Figyelmezteti társait, ha attól eltérnek.
- Szóvivő: összefoglalja és elmondja a feladatokat megoldását.
- Jegyző: leírja a csoport döntéseit, megoldásait, javaslatait.

A kooperatív módszer néhány formája:

Mozaik módszer

A tanítva tanulás tipikus példája. A csoporttagok egy-egy témán dolgoznak meghatározott idő alatt, amit megtanulnak olvasás, jegyzetelés, feladatmegoldás közben. Ezután megtanítják egymásnak a már elsajátított ismereteket. Ez történhet magyarázattal, ismertetéssel, vázlatírással, feladatok megoldásával.

A módszer előnye, hogy a tanulók önállóan tanulnak (természetesen a tanár felügyelete, esetleges segítése közben), ők tanítják társaikat. Így fejleszthetők szociális – és szakmai kompetenciáik is. A választott módszerek a tanulók képességének, érdeklődésének, a tananyag tartalmának függvénye.

A módszer akkor alkalmazható, ha a tananyag több egységre bontható, amelyek egymásra épülnek vagy egymástól függetlenek. Arra törekedni kell, hogy minden csoporttag tudásának hasznosulnia kell.

Példa. Egy osztály tanulóit max. 5–5 fős csoportra osztjuk, majd minden csoport egy optikai eszközt (lencse, tükör, prizma) kap. A csoportokon belül felosztjuk a feladatokat: az optikai eszközökre jellemző tulajdonságokat kell feldolgozniuk a tanulóknak önállóan. Ha összegyűjtötték az anyagot, megtanulták azt, akkor elmondják egymásnak.

Szakértői mozaik

Ezt a módszert alkalmazhatjuk új ismeret feldolgozó órán. Maga a módszer több csoport munkáját kapcsolja össze. Általában az abc betűit használjuk erre a célra. Pl. P, R, S, stb. jeleket kapnak a csoporttagok (de bármely más betű is lehet). A tananyag tartalmának, összetételének megfelelő részre osztjuk az új ismeretet tartalmazó szöveget. A csoport minden tagja más szövegrészt kap. Egyénileg feldolgozzák (elolvassák, tanulmányozzák a szöveget). Majd az azonos betűjelű tanulók összeülnek, megbeszélik a tananyagot, közös vázlatot készítenek. Ezután mindenki visszamegy a csoportjába, és megtanítja a saját feldolgozott anyagát. Így a csoport minden tagja megtanulja az új ismereteket.

Ennél a módszernél is jelen van a tanár irányító, segítő szerepe.

Példa: Téma lehet a Klasszikus atommodellek. A csoporttagok húznak egy-egy betűt: K, L, M. A K jelű tanulóknak a Thomson-féle atommodellt, az L jelűnek a Rutherford szórási kísérletet, az M jelűnek a Rutherford-féle atommodellt kell feldolgoznia 10 perc alatt. Ezután összeülnek az azonos betűjelű tanulók, közösen áttanulmányozzák a megtanultakat, vázlatot készítenek. Majd mindenki a saját csoportjával beszél meg az egész órai tananyagot.

Kétpár módszer

Csoportba osztjuk az osztály tanulóit úgy, hogy páros számú tanuló legyen a csoportokban. A csoport tagjait párokba rendezzük. A kitűzött feladatokat (lehetnek gondolkodtató kérdések, számításos feladatok, érde-

kességek a fizikából-, fizikatörténetből, stb.) párosan oldják meg. Ezután megoldásaikat összehasonlítják a többi páros megoldásával, megvitatják, módosítanak, javítanak.

A módszer fejleszti a tanulók érvelési-, a beszédképességét és a kompromisszumképességét.

Példa: Annak megbeszélése, illetve megvitatása: Hogyan mérték a fény sebességét? Különböző könyvek, folyóiratok, illetve internet állhat a tanulók rendelkezésére. Felkészülés után összevetik elképzeléseiket. Beszélgethetnek, vitatkozhatnak, stb.

Villámkártya módszer

A módszer játékos formában, gyakorlás közben segíti az ismeretek bevéését. Itt is csoportban dolgoznak a tanulók. A csoporttagok kártyákat készítenek. Egyik oldalon a kép–szöveg fogalom, másik oldalon a definíció szerepel. (A fogalom–definíció párosításon kívül más is alkalmazhatunk, pl. kérdés–válasz, stb.). A helyes megoldást segíthetjük tankönyvvel, lexikonnal, internetes keresőprogramok használatával, szemelvényekkel stb. A megoldásokat ellenőrizzük. A csoporttagok egymásnak mutatják a kártyákat, a választ ellenőrzik a hátoldalon. Ezután a párok kártyát cserélnek. A cél, hogy mindenki ismerje a fogalmak definícióit. Sokféle változata lehetséges.

Alkalmazható ez a módszer óra eleji ismétlésnél, óra végi rögzítésnél vagy összefoglaló-rendszerező órán is.

Példa: A csoportok tagjai olyan kártyát készítenek, amely egyik oldalán egy fogalom illetve definíció van, a másik oldalán a megfejtés. A csapatok ezeket a kártyákat odaadják egymásnak, és megmondják a megoldást. Pl. Áramjárta vasmagos tekercs – elektromágnes.

Ötletroham

A módszer hasonlít a csoportmunkához. Itt is csoportokban dolgoznak a tanulók, a csoporton belüli ötletek összegyűjtésére szolgál. Mindenki elmondhatja gondolatát, véleményét a témával kapcsolatban. A felvetett problémára szabadon lehet asszociálni. Az ötleteket írásban rögzítik, majd következik a lényeges gondolatok kiemelése, megbeszélése. A szélsőséges ötletekből végső megoldás lesz.

A módszer fejleszti az asszociációs képességet, bővíti az ismereteket.

Példa: El lehet-e repülni a szivárványig?

Teljesen a tanulók ötletére, fantáziájára, kreativitására van bízva, mit gyűjtenek össze a témához. Lehet meserészlet kifejtése-, filmbejátszás fizikus szemmel magyarázva, lehet kísérlet, rajz, feladat, stb.

Diákkvartett

Négy lépésből álló ellenőrző módszer. A csoport minden tagja „kap” egy számot.

1. A tanár feltesz egy kérdést vagy ad egy utasítást.
2. A csoporttagok megbeszélnek/kidolgozzák a választ. A bevéséshez használhatnak Villámkártya, Gondolkozz – beszéld meg párban –, kupaktanács vagy más módszert. Minden csoporttagnak el kell sajátítania az ismereteket.
3. A diákok egymást ellenőrzik, hogy mindenki tudja-e a helyes választ.
4. A tanár véletlenszerűen választ egy számot (ha kell csoportot is). Akinek a számát kihúzza, az lesz a válaszadó.

Példa: Mindenki kapott egy számot. Feladat: Mennyi lenne az aktivitása 1 g tömegű rádiumnak ma? A rádium felezési ideje 1600 év.

Ablak (Strukturált rendezés)

Ismeretek rendszerezésére, összefoglalására használatos módszer. Többféle variációja lehetséges. Pl. Egy lap közepére rajzolunk egy négyzetet. A négyzet csúcsait összekötjük a lap sarkaival (lehet forgóban is). A középső négyzetbe kerül a csoportosítás témája (kérdés, kép, meghatározás stb.).

A vonalakkal határolt négy részben a csoporttagok egyszerre dolgoznak a téma részterületein.

Felhasznált irodalom

BacsKay Bea & Lénárd Sándor & Rapos Nóra & L. Ritók Nóra (2008): *Kooperatív tanulás Oktatási programcsomag a pedagógusképzés számára*. Educatio Kht., Budapest. 214–227.

Ajánlott irodalom

Horváth Attila: *Kooperatív technikák*. Hatékonyság a nevelésben, OKI Iskolafejlesztési Központ. 17–19.

Lappints Árpád (2002): *Tanuláspedagógia*. A tanulás tanításának alapjai, Comenius BT, Pécs,
www.sulinovaadatbank.hu/letoltes.php?id=2888

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE