

EGRI SÁNDOR –
MÁNDY TIHAMÉR – VARGA KLÁRA

Fizikát tanítók – fizikát tanulók



DEBRECENI EGYETEM
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

Fizikát tanítók – fizikát tanulók

EGRI SÁNDOR
MÁNDY TIHAMÉR
VARGA KLÁRA



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press
2015

Szaktárnet-könyvek 3.

Sorozatszerkesztő:
Maticsák Sándor

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

Lektorálta:
Gulyás László

Technikai szerkesztő:
Tóth Anikó Nikolett

Borítóterv:
Nagy Tünde

ISBN 978 963 473 858 9

© 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. Helyzetelemzés, 2014	7
1.1. A fizika helyzete jelentősen romlott.....	7
1.2. Nem lesznek fizikatanárok.....	8
1.3. A diákok tudása nem megfelelő.....	9
1.4. A diákok nem szeretik a fizika tantárgyat.....	13
1.5. A lehetséges módszertani problémák.....	14
1.6. A fizikai tudásbázis hierarchiája.....	16
1.7. Két oktatási paradigma.....	18
1.8. Mi teszi a fizikát nehezzé a diákok szerint?.....	22
1.9. Mitől vonzó a fizika?.....	22
2. Hogyan tanulunk?	27
2.1. Honnan tudjuk, mi jár a diákok fejében?.....	28
2.2. A fizikai tudás.....	30
2.2.1. A tudástér elmélet.....	32
2.3. Az emberi agy és a megismerés.....	38
3. Az aktív tanulás	45
3.1. Az aktív tanulás.....	49
3.2. A kutatómódszer.....	51
3.3. Kutatás interaktív szimuláció használatával.....	53
3.4. A tanulói aktivitás fokozása projekt segítségével.....	60
3.5. A tanulói aktivitás fokozásának további lehetőségei.....	63
3.5.1. Videóanalízis fényképsorozat kiértékelésével.....	65
3.6. A probléma alapú tanulás.....	66
3.7. Carl Wieman eredményei.....	68
4. A digitális forradalom	71
4.1. Hogyan változtak meg a diákok?.....	72
4.2. Játékosítás.....	76
4.3. Szemléltetés szimuláció felhasználásával.....	80
4.3.1. A Rutherford-féle atommodell.....	80
4.3.2. Optikai szimuláció használata.....	85

4.4. Kísérletek a szingularitás után.....	88
4.4.1. Videó analízis	90
4.4.2. Tablet, okostelefon.....	92
4.4.3. Amivel a kreatív tanárok kísérleteznek.....	93
4.4.4. 3D – virtuális valóság.....	95
4.5. Konnektivizmus: A jövő	96
4.6. A jelen.....	98
5. Ki mennyi fizikát tanuljon?.....	103
5.1. A fizika elemeinek megjelenése a természetismeret 1–4. osztályában	103
5.2. A fizika elemeinek megjelenése a természetismeret 5–6. osztályában	110
5.3. A fizika tantárgy anyaga a 7. és 8. osztályban	115
5.4. A Fizika tantárgy anyaga a 9–11. osztályban.....	124
5.5. A speciális relativitás elméletének (SRE) tanítása a középiskolában	134
5.5.1. A tér és az idő a klasszikus fizikában	135
5.5.2. A speciális relativitáselmélet alapelvei	135
5.5.3. Az egyidejűség relativitása.....	135
5.5.4. Az idődilatáció.....	136
5.5.5. Hosszkontrakció.	138
5.5.6. A relativisztikus dinamika alapfogalmai.....	140
5.5.7. Az energia és a tömeg közti kapcsolat	142
6. A különleges igényű diákok fejlesztése.....	145
6.1. A tehetség fogalma, felismerése és fejlesztése.....	145
6.2. A tehetségfejlesztés módszerei.....	149
6.2.1. Tehetségfejlesztés a családban	151
6.2.2. Tehetségfejlesztés iskolában.....	152
6.2.3. Fizika szakkör.....	153
6.2.4. Tehetséggondozó tábor	161
6.3. A kooperatív technika alkalmazása	166

Bevezetés

A könyvet elsősorban a fizika tanulása és tanítása során tapasztalt nehézségek miatt írtuk. A nehézségek egyik jele a végzett fizikatanárok számának gyors csökkenése, amely az elmúlt 20 év jellemző trendje volt. A diákok általában nem szeretik a fizikát, nehézséget okoz a tanulása, ezért tanítani sem szeretnék. A fizika azonban alapozó jellegű természettudományos tantárgy többek között a műszaki felsőoktatásban, így a fizika tantárgy iskolai sikertelensége (eltekintve a néhány, válogatott gyerekekkel dolgozó elit intézmény tagozataitól) hamar veszélybe sodorta a műszaki szakemberek, mérnökök magas szintű képzését is. Ezért mozdultak meg az egyetemi oktatók, mérnök tanárok is a helyzet megoldása érdekében. Lehetséges, hogy pusztán adminisztratív eszközökkel el lehet érni a helyzet javulását. A megfelelően meghúzott ponthatárok, az államilag támogatott helyek elosztása, ösztöndíjprogram segíthet. Nehéz azonban elfelejteni azt az üzenetet, amit a diákok küldtek felénk, fizika tanárok felé, amikor volt olyan év, hogy az egész országban csak néhány fizikatanár végzett!

Ma szinte minden gyermek bekerül a középiskolába, nagyon sokan a korábban (például az 1930-as években) egyértelműen a válogatott diákok szűk körét képző gimnáziumokba is. A tananyag – ami lényegében hagyományosan a tudományos fogalomrendszer és gondolkodásmód kialakítását és a fizikai ismeretek minél teljesebb lefedését tűzte ki célul – lényegében nem változott. A korábban gondosan válogatott diákok helyett ezt kellene most megtanulni mindenkinek. A rendszerváltás után a tantárgy óraszámát nagyjából a felére csökkent – a tananyag azonban nem. Sőt. A csökkenő óraszám, a növekvő tanári terhelés, a szerényebb képességű gyerekek megjelenése mellett az emberiség tudásanyaga az utóbbi negyven évben jelentősen megnőtt, a fizika palotája ma is gyorsan terjeszkedik. Hogyan adjuk át ezt a korábbiakhoz képest is megnövekedett ismeretanyagot a megváltozott körülmények között? A világ fejlett gazdaságaiban megjelenő hasonló problémák nyomán elindultak a kutatások. A konstruktivista pedagógia kidolgozása volt az előzménye a huszadik század folyamán az olyan aktív tanulásra alapozó módszertanok elterjedésének, mint amilyen a projekt alapú tanulás, vagy a kutatómódszer. A legújabb amerikai vizsgálatok szerint azonban az aktív tanulás széleskörű bevezetése nem oldotta meg a problémát. Volt, ahol javult az oktatás hatékonysága és a fizikához való vi-

szony, volt, ahol nem. A tovább folyó vizsgálódások egyik iránya az emberi megismerésnek a kognitív pszichológia által feltárt törvényeit (CLT – Cognitive Load Theory) próbálja alkalmazni az oktatás során. A másik irány a gyerekek személyiségének a fizika tanulásával való kapcsolatát kutatja.

A huszadik század végén azonban a változás újabb hulláma érkezett: az információs kommunikációs eszközök, a számítógépek majd mobiltelefonok, táblagépek gyors elterjedése. A kezdeti optimizmussal ellentétben a korszerű oktatástechnikai eszközök használata sem oldotta meg a fizikatanítás problémáját. A digitális forradalom azonban megváltoztatja a gyerekeket, akik a mindentudó kutyuk első számú használói. A digitális beemléltetés tanítása új pedagógiai és módszertani kihívásokat jelent.

Röviden összefoglalva, úgy tűnik, a fizika tantárgy jövője attól függ, hogy módszertana képes-e beépíteni a kognitív pszichológia eredményeit, és képes-e előremutatón válaszolni a digitális kor kihívásaira. Ez a könyv ebben szeretne segíteni a bevezetésben ismertetett témák kifejtésével, gyakorlati tanácsokkal és a 2012-es Nemzeti Alaptanterv által körvonalazott fizika tananyag ismertetésével.

Helyzetelemzés, 2014

1.1. A fizika helyzete jelentősen romlott

1989 előtt egy átlagos gimnáziumban az 1–4 évfolyamokon rendre heti 2–2–3–2 óraszámokban tanulták a diákok a fizikát. Általános iskolában a hatodik osztályban lépett be a tantárgy és heti két órában folyt az oktatás a felső tagozaton. A fizika az orvosi egyetemi felvételi egyik választható tárgya volt a kémia mellett. Ebben az időben az egyetemre készülő diákok központi írásbeli felvételi dolgozatot írtak, amit a megcélzott intézményben megszervezett szóbeli vizsga követett. A felsőoktatásba a középiskoláról a diákok nagyjából 5%-a került be. Egy átlagos matematika–fizika tanár szakos évfolyam a Debreceni Egyetemen úgy 60 főből állt ekkor.

Az elmúlt évtizedekben bekövetkező tantervi reformok során a fizika óraszámja összességében a felére csökkent, ma 2–2–2 vagy 1,5–1,5–1,5 általában a középiskolákban, míg az általános iskolában csak a hetedik osztályban kezdődik a fizika tanulása. Önmagában ez a tény is leértékeli a fizika szerepét a többi tantárgyhoz képest. A fizika nem is volt és most sem kötelező tantárgy az érettségiben, ami tovább rontja iskolai tekintélyét. A fizika tantárnak bizony gyakran keresnie kell a diákok kegyeit, hogy annak ellenére, hogy nem kötelező, foglalkozzanak a tantárggyal. Sok függhet az osztályfőnök hozzáállásán. Ha ő sem támogatja a fizika tanárát, a helyzet tovább romlik. Bizony gyakran számolnak be diákok arról, hogy a fizika órán nem tanultak semmit, vagy valamelyik érettségi tárgyra készültek inkább.

Az egymást követő Nemzeti Alaptantervek tanulmányozása révén bárki meggyőződhet arról, hogy a megtanítandó anyag ugyanakkor érdemben nem csökken. Talán ide kívánczok, hogy a tanárok által tartott heti órák száma 18-ról 24–26-ra, azaz jelentősen nőtt. Az óraszám növekedése nagyjából 100-al több diákot, félezerrel több dolgozatot jelent egy félévben.

Korunk fizikatanárának tehát lényegében ugyanazt az anyagot, feleannyi idő alatt, harmadával több diáknak kellene megtanítani egy alapvetően nehéz tantárgy esetében – amely ugyanakkor kevés szerepet tölt be a diákok többségének jövőjében – és persze ugyanolyan jól, mint 40 éve. Általában nem is sikerül.

1.2. Nem lesznek fizikatanárok

Nyilvánvaló, hogy ez az egyik oka annak, hogy az elmúlt években a tanárképzésben részt vevő hallgatók száma lecsökkent. Volt olyan év, amikor 1–2 fizika tanár szakos hallgató végzett az egész országban! Hasonló, bár nem ilyen súlyos helyzet alakult ki a huszadik század végére az egész világon. A természettudományos, műszaki szakokon tanuló diákok száma a modern világban aggasztóan csökkenni kezdett. A bevezetett intézkedések hatására az USA-ban és az Egyesült Királyságban a fizikát tanulók száma az utóbbi években már növekedésnek indult, hasonlóan a többi természettudományos és műszaki szak esetében is. A debreceni egyetemen 2013/14-ben összesen 4 fizika tanár szakos hallgató vett részt tanítási gyakorlaton, két nappalis és két levelezős. Ez a szám kicsit nagyobb lesz most, amikor a kétciklusú képzést újra az 5 éves tanárképzés váltja fel. A fizika tanárok számának állandóságához azonban országosan évente több száz új fizikatanárra lenne szükség. Rohamosan nő a fizika tanítását vállalni kényszerülő nem fizika szakos tanárok száma, akik idővel levelező képzésen fejleszthetik fizikatudásukat. Hasonló lesz a helyzet, mint Angliában vagy az USA-ban, ahol a fizikát tanítók jelentős része nem fizika szakos. Érdekes, hogy Angliában ez nem is törvényben előírt követelmény.

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 csökkenése két további okra vezethető vissza. Az 1989-es rendszerváltás előtt az egyes foglalkozások jövedelmezősége között nem volt nagy különbség. Nagyjából ugyanannyit keresett a bankár, az orvos, a tanár, a közgazdász vagy jogász. A rendszerváltás után hamar kiderült, hogy ez a helyzet gyökeresen megváltozik. A tanári fizetés Magyarországon európai összehasonlításban is nagyon alacsony lett, de a több foglalkozáshoz képest is. Az életpálya modell bevezetése javított a helyzeten és reményeink szerint hozzájárul majd a tanári pálya népszerűségének növekedéséhez. Ennek jeleit most, a 2015-ben már lezárult felvételi eljárás adatait, valamint az alkalmassági elbírálás során nyert tapasztalatokat vizsgálva véljük felfedezni hosszú évek után először.

A másik ok a fizika tantárgy népszerűtlensége. Az óraszámcsökkenés egyrészt lerombolta a tantárgy tekintélyét az érettségi tárgyakkal összevetve, másrészt a csökkentett óraszámban nem lehetett megtanítani az előírt

tananyagot. A legtöbb diák számára a fizika értelmetlen, elvont, absztrakt ismeretek halmazává vált.

1.3. A diákok tudása nem megfelelő

„... a fizika tanítása problémákkal birkózik. A problémák abból adódnak, hogy a középfokú oktatásban egyre több, szerény képességű tanuló jelenik meg, másrészt a fizika tananyag megtanítására fordítható idő a 80-as évekhez képest praktikusán a felére csökkent. Milyen fizikát és hogyan kellene tanítani azoknak a gyerekeknek, akiknek túlnyomó többsége a későbbiekben nem fog ezzel a tudománnyal foglalkozni és a tantárgy belépésének időpontjában matematikai és szövegértési nehézségekkel is küzd? Szinte mindenki érzi a változás szükségességét, ám abban megoszlanak a vélemények, hogy lényegében ugyanazt kell-e tanítani csak máshogyan, vagy szükséges a tananyag lényegi átformálása is.” (Egri 2013)

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 (kissé sarkítva) épelméjűsége is megkérdőjelezhető. Nem arról van szó, hogy nem tudja a gyorsulás definícióját, hanem 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.

Az idézett cikkben említett magyarázat szerint, ezek a diákok hozzászokhattak ahhoz, hogy néhány szakmai zsargon említése révén hozhatják a tőlük elvárt teljesítményt. Ezeket a varázsszavakat, fordulatokat bele-
szövik a mondatokba, ugyanakkor semmiféle igény nincs bennük mondanójuk tartalmával kapcsolatban. Azért nem érzik, a logikai bukfeneket, a félbe maradt állításokat, mert nem képesek 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 törekvésről? 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?

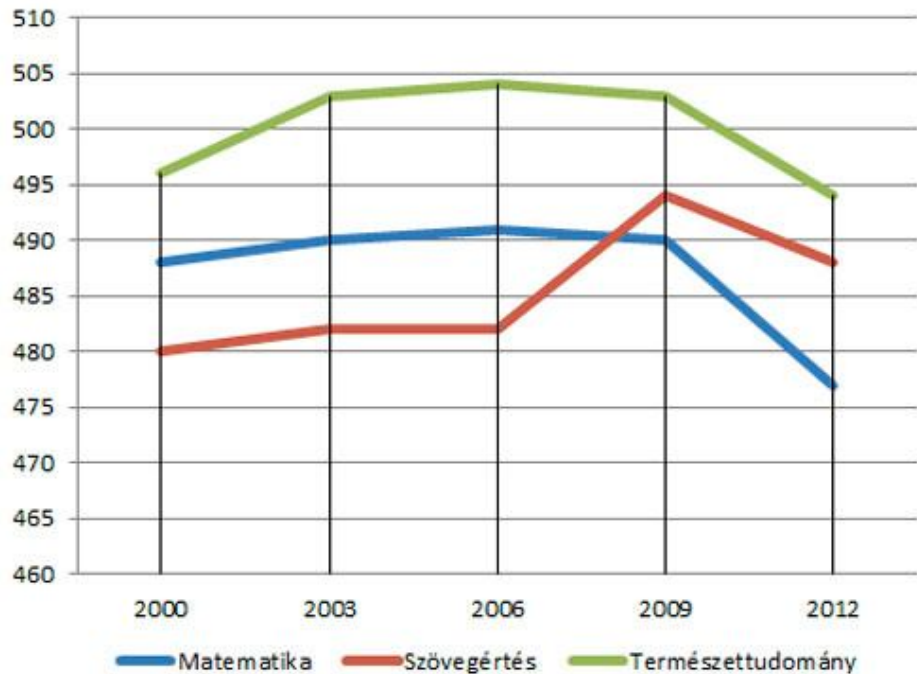
A magyar diákok fizikatudásával kapcsolatos egyik leggyakrabban idézett adat az OECD tagországokban és az úgynevezett partnerországokban három évente végzett PISA felmérés eredménye. Fontos megjegyezni, hogy a PISA felmérés nem fizikatudást mér, nem is valamilyen tananyag ismeretét kéri számon, hanem természettudományos szövegek olvasása kapcsán megnyilvánuló, a hétköznapi életben elengedhetetlen képességek meglétét.

A 2009-es PISA felmérés eredményei kapcsán még ezt írhattuk: a legutolsó, feldolgozott eredmény a 2009-es felmérésé, amelyben a természettudomány szerepelt, de nem volt kiemelt terület. E szerint a 34 OECD tagország között Magyarország a 13–21. helyen áll, a résztvevő összes, 65 országot figyelembe véve ez a helyezési szám 19–27. Egy csoportban vagyunk többek között Lengyelországgal, Belgiummal, Csehországgal. Ezen az eredményen a többi tagországgal összevetve nem látszik kiugró lemaradás. A felmérés szerint a magyar tanulók zöme az 1–6 képességszintek között a 2–3 szinteken van. A 2. szinten lévők:

„Megfelelő természettudományi ismeretekkel rendelkeznek ahhoz, hogy ismerős helyzetekre lehetséges magyarázatokkal szolgáljanak, vagy egyszerű vizsgálatok alapján következtetéseket vonjanak le. Képesek közvetlenül érvelni valamint a tudományos és mérnöki eredmények szó szerinti értelmezésére.”

A legutolsó, feldolgozott eredmény a 2012-es mérésé.

„A 2012-es PISA-felmérés eredményei szerint valamennyi vizsgált területen romlott a magyar iskolások teljesítménye. Tanulóink matematikából, szövegértésből és természettudományos ismeretekből sem érik el az OECD-országok átlagát. A kreatív problémamegoldás is komoly kihívás elé állítja őket. E tekintetben a kutatásban részt vevő országok 44-es listáján hazánk a 33. helyet foglalja el, és ezzel a helyezéssel a régióban csak Bulgáriát és Montenegrót utasítja maga mögé. 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 – toronymagasán vezették a vonatkozó statisztikákat. A vezető helyet azonban nem sikerült sokáig megőrizni: a '90-es években diákjaink teljesítménye már csak a középmezőnyhöz volt elegendő.” (Index 2014)



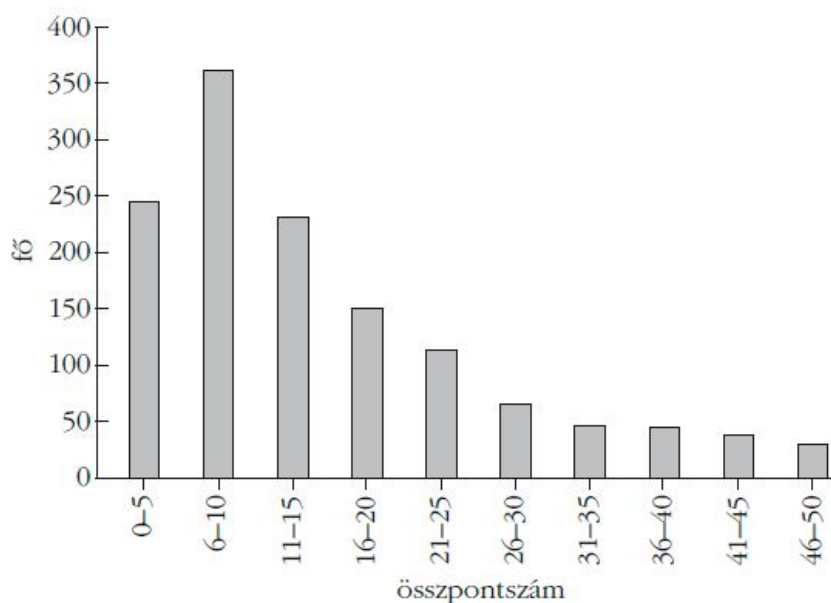
1. ábra

Az ábrát az Index 2014 forrásból emeltük ki

„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” – idézi a hivatkozott írás Csapó Benő szavait.

A sajtóban megjelenő értékelés lehet, túl borúlátó, azonban korábbi, országosan belüli mérések is mutattak már hasonlóan rossz eredményt.

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

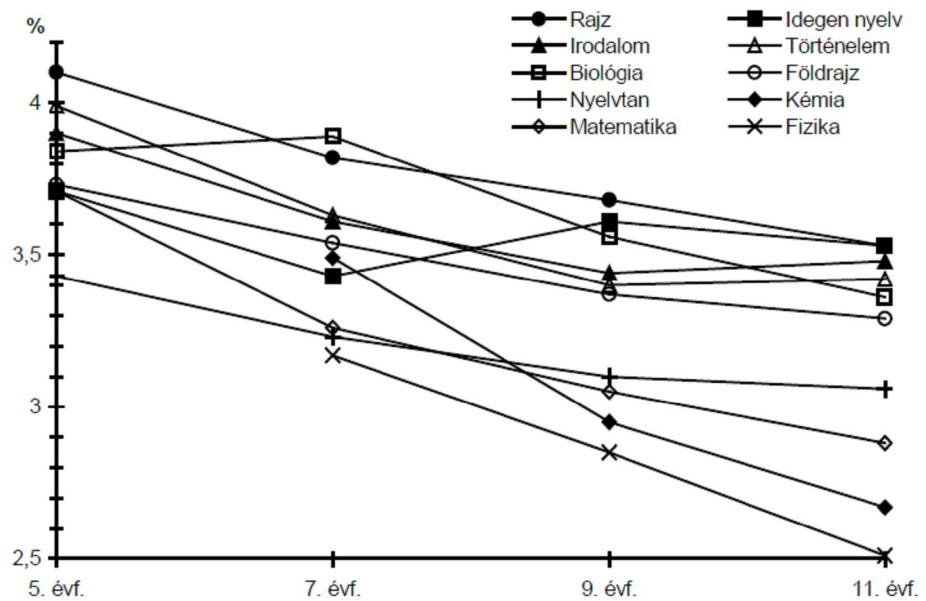
2. ábra

Kiemelve (Radnóti 2009)-ből

Mivel a helyzet azóta sem változott, az egyetemek 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.

1.4. A diákok nem szeretik a fizika tantárgyat

A tantárgyakkal, közöttük a fizikával kapcsolatos attitűdöt Csapó Benő vizsgálta részletesen (Csapó 2000). Az egész országban végzett felmérés során tanulók a Mennyire szereted a következő tárgyat? – kérdésre válaszoltak 1-től 5-ig terjedő skálán, amely a nagyon nem szeretem (1) és a nagyon szeretem (5) szélsőségek között adott alkalmat a fizika iránti vonzalom kifejezésére.



1. ábra

A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök az iskolai évek függvényében

3. ábra

Kiemelve a hivatkozott cikkből

A cikkből kiemelt ábra mutatja az eredményt. A fizika egyértelműen és az idősebbeknél egyre növekvő mértékben leszakadva a többitől a legkevésbé kedvelt tantárgy. Ez a tény amelyet azóta több hasonló felmérés is megerősített (Csíkos 2012) egyéb okok mellett nyilván szerepet játszik abban, hogy a fizikatanári 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.”

1.5. A lehetséges módszertani problémák

Ugyanezt a problémát feszegeti cikkében Máth János nemrégiben megjelent cikkében (Máth 2014). 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.”

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? És még:

„A játékban a résztvevők hatottak a tárgyra, illetve egymásra. Ha két test (tárgy) hat egymásra, kölcsönhatásba kerülnek. A kölcsönhatás során a személyek, tárgyak nem maradnak eredeti állapotukban. A folyamatban változás történik.

Az események csak meghatározott időrendben követhetik egymást. A kölcsönhatásban résztvevők megváltoztatják egymás állapotát. Ezt a változtató képességet jellemző mennyiséget energiának nevezzük.”

Mi indokolja a kísérletet az energia definíciójának megtanítására 3. osztályban? Ebben az életkorban megtapasztalni, megfigyelni kell, nagyon konkrét, kézzel fogható dolgokat. Talán éppen ezek, az adott életkorban értelmetlen mondatok köszönnek vissza az egyetemi dolgozatokban.

Szeretnék egy másik tanulságos példát is idézni a definíciók (meghatározások) bevezetésével kapcsolatban. Az egyik dolgozatban megkérdeztem a tanulóktól mi az olvadáspont. Kaptak a felkészüléshez megfelelő szöveget mégis gyakran adták a következő választ: Az olvadáspont a testnek az a pontja, ahol elkezd megolvadni.

Ezen a ponton szeretném megfogalmazni: a tudományos meghatározások használata, a jelenségek széles körét leíró matematikai összefüggések táblára írása csak látszólag oldja meg a kevés idő és sok tananyag kreálta problémát. A diákok többsége a rendelkezésre álló idő alatt nem fogja fel a definíciók és képletek értelmét. Számukra az elvont formalizmus használata a tudás végét jelenti és nem a kezdetét.

Newton, Einstein, Faraday még tisztában volt azzal, hogy a fizikai gondolatok, gondolkodás lényegét nem a képletek jelentik. Gyakran mély gondolataikat nagyon kevés képlet leírásával, vagy képlet leírása nélkül is megpróbálták elmagyarázni könyveikben.

A képlet leírása általában két dolgot jelent: A diákok egy része számára az anyag értelmetlenné válik. Nem a fizikai gondolat, hanem az elvont formalizmus. Másrészt a gondolatok felfogása helyett a képlet bemagolására kezdenek összpontosítani.

Egy definíció csak akkor értelmes az elme számára, ha tapasztalatokat foglal össze. A szilárd anyagot melegítve azt tapasztaljuk, hogy egy bizonyos hőmérsékleten elkezdődik az olvadás. Tovább már nem nő a hőmérséklet. Ugyanabból az anyagból egy másik darabot melegítve ugyanazon a hőmérsékleten kezd el megolvadni. Ez a hőmérséklet minden anyag saját jellemzője. Érdemes tehát nevet adni neki: olvadáspontnak hívjuk. Ha az olvadáspont elnevezés mögött nincs ott a sok tapasztalat, amit az anyagok melegítésével kapcsolatban szereztünk nincs értelme a definíciónak sem. A definíció szükségességének belátásához, jelentésének megérzéséhez vezető úton a kisdíákot végig kell vezetni! Ahogyan a fizikai mennyiségek és képletek esetében is ez a helyzet.

1.6. A fizikai tudásbázis hierarchiája

A fizikai tudásbázis elemei egyfajta piramist alkotnak, aminek alján a fizikai tudás hétköznapi tapasztalatra épülő alapelemei foglalnak helyet, majd az egymásra épülő szintek fokozatosan vezetnek a világot leíró absztrakt modellek, képletek és axiomatikus elméletek megértése felé.

A tudáselemek legalsó szintjét a képletben szereplő fizikai mennyiségek jelentik. A diagnosztikus kérdésekre adott válaszok elemzése során gyakran megfigyelhető hogy a diákok gondolkodásában nem alakult ki a fizikai mennyiség fogalma, a tankönyvi szövegben előforduló mennyiségeket a köznyelvi szavak sajátos használataként értik csak és nem a világ valamely tulajdonságát objektíven, mérhető módon kifejező fizikai mennyiségként.

A második szint annak felismerése, hogy milyen fizikai mennyiségek kapcsolódnak össze a képletben, azaz mitől függ egy bizonyos fizikai mennyiség értéke. A test gyorsulása a tömegétől és a rá ható erőtől függ, nem függ a test hőmérsékletétől vagy alakjától például. De igen – hangzik az ellenvetés a diákok részéről. Az, hogy az elejtett test gyorsulása mekkora igenis függ például a test alakjától. Igen, de a test alakja a közegellenállási erő nagyságát változtatja, így jelenik meg a képletben. Minden sebességváltoztató hatásához erő tartozik a mechanikában. Hasonlóan sokan állítják, hogy a kétszer olyan tömegű testre az ugyanolyan mértékben megnyújtott ugyanolyan erős rugó kétszer akkora erőt fejt ki. Pedig a rugóerő képletében nem szerepel a rugóhoz kapcsolt test tömege, csak a megnyúlás és a rugó erősségét kifejező állandó.

A harmadik szint a mennyiségek közötti minőségi kapcsolat felismerése. A jobban megnyújtott rugó nagyobb erőt fejt ki. A nagyobb tömegű testnek ugyanaz az erő kisebb gyorsulást okoz.

A negyedik szint az egyenes és fordított arányosság átlátása, ami a legtöbb középiskolában előforduló képlet alapja. A test gyorsulása és a rá ható erő egymással egyenesen arányos, kétszer akkora erő kétszer akkora gyorsulást okoz. A kondenzátor fegyverzetére vitt töltés és a kondenzátor feszültsége egymással egyenesen arányos.

A képlet akkor ölt igazán alakot, akkor lesz belőle formula, amikor az arányosság az arányossági tényező segítségével egyenlőséggé nemesül. $F=ma$. A formula a mérlegelv szerint azonban tetszőlegesen átrendezhető, és ez alkalmat ad az alapját képező arányosság elfelejtésére. Három betűt (ami a képlet) egyszerűbb megjegyezni, mint egy mondatot. Így látszik aztán igazolhatónak az, hogy a kondenzátor lemezeire vitt kétszer akkora töltés hatására a kapacitása duplájára nő. Hiszen $Q=CU$ a tanult képlet, ebből helyes átrendezéssel $C=Q/U$, márpedig ha a töltés kétszeres, akkor bizony a tört értéke is az lesz – hangzik a „tudományos” érvelés. Szerencsére azt – hétköznapi tapasztalataikkal való szöges ellentéte miatt – kevésbé hiszik el a diákok, hogy a test tömege kétszeresére nő, ha kétszer akkora erő hat rá. Azt viszont gyakran gondolják, hogy az erőt „úgy kell” kiszámolni, hogy a gyorsulást szorozzuk a tömeggel. Nem a helyes megértésen alapuló gondolat ez sem.

További nehézséget jelent, amikor a képlet vektorok közötti kapcsolatot fejez ki. Nehézség a megértés számára, amikor nem maga a fizikai mennyiség, hanem annak megváltozása szerepel a képletben. Sokan nem tesznek különbséget a között, hogy a sebesség, vagy a sebesség megváltozása arányos-e az eltelt idővel. Az $F=ma$ képletet tovább építve jutunk el a változó tömegű testekre is érvényes általános formulához: $\Delta I=F\Delta t$, azaz a test lendületének a megváltozása arányos a rá ható erővel és azzal az idővel, ameddig az erő hatott. Ez a képlet is átrendezhető az $F=\Delta I/\Delta t$ alakba, ami már szinte közelít a fizikusok által használt $F=dI/dt$ alakhoz. Ez az egyenlet párkölcsönhatás esetén az erő definíciója, tehát nem bizonyítandó állítás. Ha a test több kölcsönhatásban vesz részt, akkor lesz belőle bizonyítandó tétel azzal a kiegészítéssel, hogy a képlet bal oldalán szereplő F az egyes kölcsönhatásokra a definíció alapján kiszámolt erők vektori összege.

A felületesen dolgozó diák gyakran a képlet megtanulását a formula megjegyzésével tekinti lerendezettnek, ez gyakran csak 3 betű megtanulását jelenti: $F=ma$, $Q=CU$, $U=RI$. Pedig ez a három betű, mint láttuk csak a jéghegy csúcsa és téves értelmezése sok félreértéshez vezethet.

A képletekhez kapcsolható tudás szerkezetének a képleten túlmutató elemei is vannak. Ilyenek a képlet alapján való számolás, a képlet alapján a természetben és a technikai környezetben tapasztaltak értelmezése, a képlet alkalmazása a valóság absztrakt modellezésében, stb.

A tudás szerkezetének ilyen (és még árnyaltabb) elemzése nem újdonság. Az ún. „tudástér elmélet” (Doignon 1999) éppen azt vizsgálja, hogy az egyes tudás elemek milyen előfeltétel kapcsolatban vannak, és hogy az adott feladat rossz megoldása mögött milyen tudás elemek hiánya húzódik meg.

Mindezek ellenére, az elektromos mezővel ismerkedő gyermek fűzetébe gyakran csak ennyi kerül: „Az elektromos állapotban levő testeket elektromos mező veszi körbe.” Ezt a mondatot kell megtanulni. Vajon mennyi idő és tapasztalat vezetheti el a kisgyermeket a fizika mező fogalmának kialakulásához?

Talán a fenti tapasztalatok is befolyásolták a törvényalkotókat, amikor a 2012-es Nemzeti Alaptantervben új, a hétköznapokban bennünket körülvevő tartalmakkal egészítették ki a fizika tananyagot. Az úgynevezett A-típusú kerettanterv megjelenésével pedig lényegében új oktatási paradigma jelent és testesült meg – többé-kevésbé – az A típusú tankönyvekben.

1.7. Két oktatási paradigma

„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 címei: A Nap, Energia átalakító 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 fo-

galma, 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 fizikatanítás hagyományos paradigmája szerint a fizika tantárgy keretében a fizika tudományát kell tanítani. A középiskolai tankönyvek lényegében az egyetemi tananyag felépítését és logikáját követik. Mechanika, hidrosztatika, áramló közegek, rezgések, hőtan, elektrosztatika, elektromos áram, mágnesség, elektromágneses jelenségek, atomfizika, atommagok, csillagászat fejezetcímek sorjáznak. A mechanikán belül: tömegpontok, pontrendszerek, mereven mozgó test, kinematika, dinamika. Az a jobb, ami tudományosabb. *„A fizikatanár lényegében fizikus, aki labor helyett a tanteremben dolgozik.”* Az utóbbi kijelentés 2014-ben, az angliai Institute of Physics (IOP) szervezet vezetője szájából hangzott el. Nem véletlenül. Anglia a hagyományos paradigmát megtestesítő Nuffield-program hazája.

„Térjünk most vissza ahhoz a kérdéshez, hogy reformok során mi is történt tartalmilag. Az óraszám csökkenése mellett ugyanis, a tananyag is elkezdett változni, mégpedig úgy, hogy absztraktabbá vált. Ennek előképe a Nuffield-program volt, amelyet az Egyesült Királyságban a hatvanas években próbáltak ki. Ez a tudományos utánpótlás szempontjából nagyon szimpatikus megközelítés, mert egy olyan program, amely szeretne mindenkiből egy kis tudóst csinálni. Ez vonzó lehet az olyan beállítottságú emberek számára, mint én, de ez messze nem jelenti azt, hogy a közoktatásban is működőképes. A tananyag nagyobb intellektuális erőfeszítést kíván, sőt az absztraktság miatt az is kevésbé triviális, hogy hogyan lehet egyáltalán összekötni a kísérletekkel (amikre persze úgyszincs idő, hiszen elő kell készíteni azokat, sőt alkalmasint eszközök sincsenek). Tendenciaként megállapítható, hogy a kísérletek voltak az első áldozatai ennek az egész folyamatnak. Ennek szomorú bizonyítéka, hogy nagyon kevés iskola maradt a kilencvenes évek második felére, ahol rendszeres tanulói kísérletezés folyik. (Arról, hogy a kísérletek elhalásának mi a következménye, külön lehetne egy teljes konferenciát tartani. Mostanában egyes kognitív pszichológusok arról cikkeznek, hogy a világ a megaelbutulás irányába tart, mert a gyermekek életéből kimarad a manualitás. Ezzel elkanyarodunk attól, ami belénk (mint ahogy általában a főemlősökbe) genetikailag programozva van, hogy tudniillik manuálisan tanulunk. Amit a gyerek nem tud megfogni, azt sosem tanulja meg rendesen, tehát azoknak a gye-

rekeknek, akik minden tapasztalatukat számítógépekkel szerzik, nem lesz olyan tudásalapjuk, amire építeni lehet.)” – fogalmazta meg előadásában Szabó Gábor.

Angliában azóta meghaladták a Nuffield programot és az aktív tanulásra épülő módszertanokat vezettek be.

Az A-típusú kerettantervben testet öltő új paradigma szerint a középiskolai fizikaoktatás célja a gyerekek nyitottságának, érdeklődésének megőrzése. A fizikai ismereteket elsősorban a hétköznapi életben való előfordulásuk kapcsán kell tanítani, alkalmassá téve a diákokat a tudomány és technika vívmányainak értő és biztonságos használatára. Ne hajtson be a kanyarba túl nagy sebességgel, ne legyen netfüggő, ne higgyen el kritika nélkül minden, a TV-ben és az interneten talált állítást, ne menjen délben a tűző napra. A hasznos, leíró és akár ismeretterjesztő jellegű tananyagokat támasztják alá a tudományos ismeretek, annyi amennyit a gyermek még befogadni, a tanár értelmesen megtanítani képes. Az A-típusú tananyag megtanulása egyébként ugyanúgy erőfeszítést és fegyelmet követel a diáktól, mint a hagyományos tananyag elsajátítása.

Az egyik 10-es A típusú könyv előszava sokat elárul a szerzők gondolkodásáról:

„Az emberiség számára létfontosságú, hogy megismerje a környezetét. Ha jobban ismeri és érti a körülötte lévő, állandóan változó, néha barátságos ám néha fenyegető arcát mutató világot tovább és kényelmesebben tud élni. Érvényes ez a kijelentés minden egyes emberre is. Ha felismerjük a párákat, meleg időben gyorsan támadó zivatar előjeleit időben biztonságos menedéket találunk. Ha ismerjük az elektromos áram tulajdonságait, tudjuk, hogyan működnek elektromos berendezéseink felismerhetjük a meghibásodott berendezést, elkerülhetjük a balesetet. A villámok természetének ismerete segíthet a villámcsapás elkerülésében. Ha megfelelő akkumulátort vásárolunk, és azt megfelelően használjuk, elektromos berendezésünk élettartama meghosszabbodik. A hang természetéről szerzett ismeretek segítségével jobb minőségben hallhatjuk kedvenc muzsikáinkat, vagy szebben szólaltathatjuk meg a hangszereket; a hullámok természetének ismeretével biztonságosabban fürdőzhetünk a tengerparton. Sorolhatnánk még a sok ehhez hasonló példát, amelyek, ahogyan az előzőek is ennek a könyvnek a lapjairól valók. A veszélyhelyzetek elkerülésére való törekvés mellett talán a szépség iránti vágy az emberi megismerés másik mozgató-

rugója. Milyen gyönyörű a csendes balatoni víztükör, amikor felkel a Nap! Ki ne tapadna a repülő ablakához, amikor a gép a magasba emelkedik, ki ne fürkészné a távoli falvak apró házait a hegytetőről. Földi világunk egyensúlyát azonban sok, nagyon erőteljes hatás fenyegeti. A globális felmelegedés, melynek egyik előidézője a meggondolatlan emberi tevékenység, vagy a tengerrengések energiáját a lakott partokra zúdító szökőárak, amelyek alig észrevehető, néhány cm-magas hullámként tesznek meg nagy sebességgel sok száz kilométert a mély tengerekben, hogy aztán a sekély parton 20–30 m-es vízfallá magasodjanak. A könyvben található fizikai ismeretek segítségével az olvasó pontosabb képet kaphat a bennünket körülvevő világ természeti jelenségeiről, a technikai eszközök működésének alapjairól. A víz tulajdonságairól, az áramlásokról, hullámokról, az elektromos és mágneses kölcsönhatásokról, Földünk globális környezeti problémáiról. Azt gondoljuk, hogy ezek olyan fontos ismeretek, amelyeket minden felnövekvő embernek meg kell tanulnia, most már talán nem is kell megindokolni, hogy miért. A tankönyvet a benne található szövegek és képek figyelmes tanulmányozásával, a gyakorlati jellegű és a megértést elmélyítő feladatok megoldásával olyanok is sikerrel forgathatják, akik kevésbé igazodnak el a matematikai formulák és képletek világában. Titkon reméljük, közülük sokan éppen most kapnak majd kedvet a fizika tudományos nyelvezetének megértéséhez, és tanáruk támogatásával, a szükséges koncentráció és erőfeszítés segítségével a tankönyv biztosította alapok birtokában sikeresek is lesznek törekvésükben. Ahogyan a fizika alapvető törvényeit feltáró sok korábban élt és ma is dolgozó kutató és mérnök.”
(Ádám 2015)

A kétféle oktatása paradigma együttes jelenléte a jelen egyik legizgalmasabb kérdése a fizika oktatásában. Az A-típusú kerettantervet az iskolák 10%-a választotta (2013-as adat), a többiek a hagyományos, B szerkezetben tanulnak. Vannak, akik attól tartanak, hogy az A-típus a kisebb ellenállás elve miatt hamarosan elsöpri a hagyományos rendszert és ezzel a tudományos gondolkodás visszaszorulása erősödik majd meg. Az idézett előszó utal a két rendszer közötti átjárhatóságra is. A megfelelő tanárok keze alatt dolgozó tehetséges diákok többletmunka révén juthatnak el A-ból B-be.

Tegyük hozzá: a kutatások szerint az iskola hatékonysága sokkal inkább emberi tényezőktől függ – például a tanuló közérzete, a tanári mun-

ka minősége, a diákokkal szembeni elvárások – mint olyan költségekkel kifejezhető mutatóktól, amilyen a tanár-diák arány, a tanár képzettsége, a gyakorlatban eltöltött idő, a fizetés (Hanushek 1981, 1986). Sok-sok pályaalakalmassági beszélgetés tanulsága, hogy a fizikatanári pályára lépő diákokat szinte 90%-ban valamelyik tanárunk emberi, szakmai példája, órái ragadták magukkal. Tehát az alkalmazott oktatási paradigma nem az egyedüli fontos tényező.

1.8. Mi teszi a fizikát nehezzé a diákok szerint?

Egy felmérés során (Ornek 2008) 1400 egyetemistától kérdezték ezt meg, majd a válaszok elemzése után a kérdéseket finomítva újabb négyszáz hallgatót vontak be a vizsgálatba. A kérdés az egyetemi alapozó kurzusra vonatkozott, nem a középiskolás anyagra. Tekintettel arra, hogy az elmúlt évek honi gyakorlata során lényegében az egyetemi tananyag középiskolára adaptált változatát próbálták tanítani az egyetemisták vélekedése számunkra is érdekes lehet. A diákok esszéiből a nehézségek 3 csoportját különítették el. A diákok által okozottak, a kurzus felépítése, tematikája által okozottak és magában a fizikában rejlő nehézségek csoportjait. A diákok oldaláról a fő probléma az érdeklődés és motiváció hiánya volt, mögötte a kevés, nem elegendő tanulás következett, majd az évközi feladatok mellőzése. A kurzus felépítése kapcsán a feladatok nehézségére panaszkodtak, de ami nekünk érdekes az a fizika belső természetéből fakadó nehézségek csoportja. 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?

1.9. Mitől vonzó a fizika?

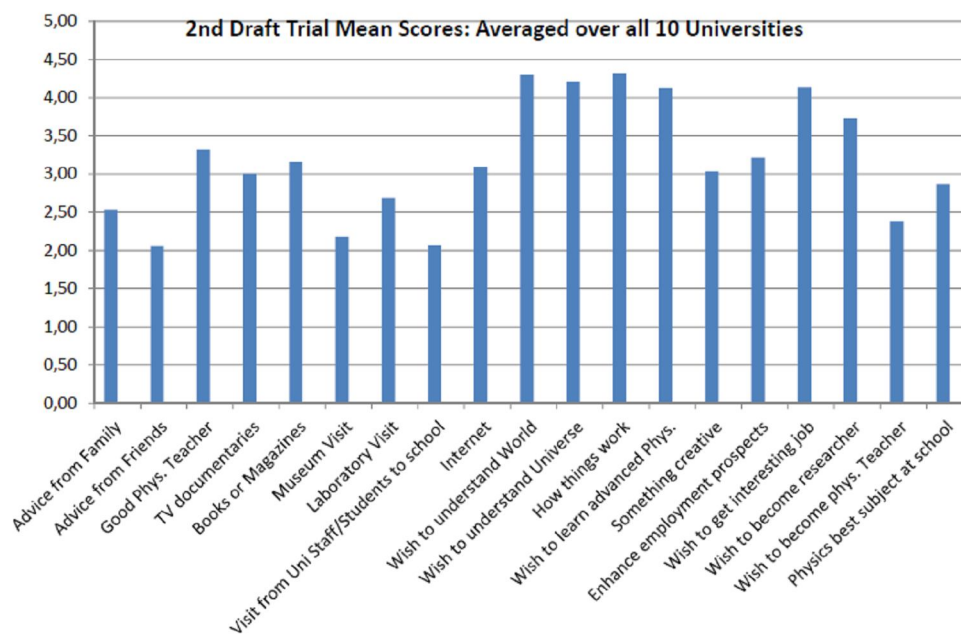
Egy nemzetközi felmérés során (Gareth 2014) azt vizsgálták, hogy milyen tényezők tették vonzóvá a fizikát a valamilyen fizika szakon tanuló európai egyetemisták számára. A felmérés során 18 európai városban osztották ki a kérdőíveket, amelyeket végül 457 egyetemista töltött

ki. A kérdőíven szereplő kérdéseket előzetes felmérések, interjúk, és kis mintán való tesztelés után válogatták ki. A kérdések egy része teszt jellegű volt, de nyitott formában is rákérdeztek a fizikához való vonzalom eredetére.

A fizika szak választását elősegítő külső tényezők között szerepeltek: A család vagy a szülők támogatása, a barátok, osztálytársak tanácsa, a jó és ösztönző fizikatanár, a Tv műsorok, könyvek és magazinok, múzeumi látogatás, tudományos laboratórium meglátogatása, egyetemi beiskolázási program az iskolában, internet, weblapok, youtube. A felsorolt tényezők szerepét 0–5 pont között kellett megadni, akárcsak a belső tényezők esetében, melyek a következők voltak: a körülöttem lévő világ megértése, a világegyetem megértése, a dolgok működésének megértése, felsőbb fizikatanulmányok, valamilyen kreatív tevékenységben való részvétel, a leendő karrier lehetősége, érdekes munka, a fizikus vagy fizikatanári hivatás, a fizika tantárgy szeretete. Két további kérdés is szerepelt a lapon: a nemre kérdeztek rá illetve arra, hogy a résztvevő hány éves korában kezdett érdeklődni a fizika iránt. Az átlagos eredményeket vizsgálva érdemes kiemelni az öt, a többiektől elkülönülő 4–4,5 átlagú tényezőt: A belső késztetés a külvilág és az univerzum megértésére, a dolgok működésének megértése, a későbbi komoly fizika tanulmányok megalapozása és az érdekes munka lehetősége.

Összefoglalva: az emberi kíváncsiság, vagy az ismeretlentől való félelem. Ez a legősibb hajtóereje mindenféle kutatásnak. A barátok tanácsa, a középiskolában tartott beiskolázási előadások, a múzeumi látogatás szerepelnek a sor végén. Érdemes hangsúlyozni, hogy a felmérés a fizikát választók között folyt, és eredmények nem terjeszthetők ki a teljes népességre. Nem tudhatjuk, hogy mivel lehetne a fizika tanulmányok felé irányítani azokat, akik jelenleg nem folytatnak ilyen tanulmányokat. Esetükben talán a több fizetés lehetne nagyobb motivációs tényező. Azt is érdemes lenne megvizsgálni, hogy mi a helyzet más szakokon. Mi irányít a pálya felé egy orvost, egy jogászt, közgazdászt?

A felmérés szerint a belső késztetés általában erősebb a diákokban, mint a kedvező munkakilátások. A fizikát szinte mindenki 14 éves kora körül szerette meg, legalább is erre emlékszik.



4. ábra

A fizika választását segítő tényezők
Az ábra kiemelve Gareth Jones prezentációjából

Irodalom

- Ádám, P. & Egri, S. & Elblinger, F. & Honyek, Gy. & Horányi, G. & Simon, P. (2015): Fizika 10. „A” kerettanterv szerint (megjelenés alatt).
- Csapó Benő (2000): *A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései*, Magyar Pedagógia 100, 3, 343–366. old.
- Csíkos Csaba (2012): *Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével*. Iskolakultúra 13.
- Doignon, J. & Falmagne, J. (1999): *Knowledge Spaces*. Springer-Verlag, Berlin.
- Egri Sándor & Máth János (2013): *Fizikatanítás: Mit, Hogyan, Kinek?* Fizikai Szemle, 7–8, 244–247.

- Funda Ornek & William R. Robinson & Mark P. Haugan (2008): *What makes physics difficult?* International Journal of Environmental & Science Education 3, 1: 30–34.
- Hanushek, E. A. (1981): *Throwing money at schools*. Journal of Policy Analyses and Management, 1: 19–41.
- Hanushek, E. A. (1986): *The Economics of Schooling. Production and Efficiency in Public Schools*. Journal of Economic Literature 24, 3: 1141–1177.
- Index (2014): http://index.hu/tudomany/2014/04/23/csapnivalo_a_magyar_pisa-bizonyitvany/ letöltve 2014. november
- Jones, Gareth (2014. augusztus): *Progress Report on HOPE WGI: Physics Student Questionnaire on Inspirational Factors*, 1st. HOPE Annual Forum, Helsinki.
<http://www.hope-network-annual-forum2014.eu/scientific-programme/> letöltés ideje: 2014 október
- Máth János (2014): *A természettudományos oktatás válsága*. MATEHETSZ, Géniusz füzetek 11.
- Radnóti Katalin & Pipek János (2009): *A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban*. Fizikai Szemle 2009/3.
- Szabó Gábor (2000): *Természettudomány a közoktatásban*. Plenáris előadás.

Hogyan tanulunk?

A fizikatanítás módszertanának lehetséges tudományos megalapozásában és megújításában fontos szerepet kell játszania az emberről szóló tudományoknak, hiszen az embert tanítjuk. Az elmúlt évtizedekben a kognitív pszichológia segítségével egyre pontosabb kép alakult ki arról, ahogyan az emberi megismerés végbemegy.

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%) 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 somnásan: semmit nem tud és 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 tanuld 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.

A vázolt problémák inspirálták arra a kutatókat, hogy felülvizsgálják a fizika oktatásának hagyományos gyakorlatát az emberi tudásról és megismerési folyamatról nyert legújabb tudományos eredmények tükrében.

2.1. Honnan tudjuk, mi jár a diákok fejében?

A diákok tudásának feltérképezése az oktatáskutatás egyik fontos eleme. Ha például tudni szeretnénk, hogy egy oktatási tevékenység milyen változást okozott a diákok tudásában fel kell azt mérnünk, lehetőleg a tanítás előtt és után is. Hogy ezt milyen módon tesszük, az nagyban függ a körülményektől. Hány diákról, mennyi idő alatt, milyen teremben és eszközökkel végezzük az adatgyűjtést. Az egyik legegyszerűbb mód az interjú, amikor elbeszélgetünk a diákkal. Érdekes előre eldönteni, hogy mit fogunk kérdezni és merre tereljük a beszélgetést. Az interjúkat végighallgatva azonosíthatjuk az azokban előforduló tipikus elemeket. A nyílt kérdés lehetőséget ad a gondolatok szabad kifejtésére, hosszabb, rövidebb esszé írására. Elemzése az interjúéhoz hasonló.

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 (más szóval 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 leesek 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 tesztkérdések használata során a diákoknak a megadott lehetőségek közül kell kiválasztaniuk a helyeset vagy helytelent. Képet kaphatunk a diákok tudásáról akkor is, ha feladatok megoldására kérjük őket. A dolgozat, kérdőív lehet papír alapú, vagy számítógépen, az interneten megjelenített, amelynek kiértékelése a megírás pillanatában meg is történik. A számítógépen írt dolgozatok mind gyakoribbak, nagy előnyük, hogy a javítás és statisztikai elemzés a dolgozat befejezését követően szinte azonnal elkészül.

Az oktatáskutatás mellett a kérdőívek és tesztek az oktatási folyamat fontos részét is alkotják. Ekkor nem kutatásról, hanem számonkérésről beszélünk. A számonkérés nem csak a tanárnak nyújt információkat, hanem a diáknak is fontos visszajelzés arról, mit tesz jól és min kell változ-

tatnia. Szükség esetén a kapott elégtelen osztályzat „büntetés” is, vagy ahhoz vezet. Kényszerintézkedés, amellyel a tanár nyomást gyakorol a szép szóból nem értő diákra kellemetlen helyzetbe hozva őt. Ezzel az eszközzel azonban gyakran visszaélnék. 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, megszegyenítése). 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 izgalmasabb része azonban 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. 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. A tudásszerkezet feltárásához a fizikai tudás egymást átfedő elemeire kell rákérdezni, inkább diagnosztikus és nem reprodukzív jellegű kérdésekkel.

A diagnosztikus kérdés nem válaszolható meg pusztán tanulással, hanem csak a megértett ismeretek alkalmazásával. Az ilyen kérdések megalkotásához egy kicsit formabontó módon kell gondolkozni, valami szokatlan, váratlan elemnek kell a feladatban megjelennie. Például: egy testre $5N$ és $2N$ nagyságú erő hat. Mekkora lehet a gyorsulása, ha a tömege $1kg$?

Ha a diák valóban elsajátította a dinamika alaptörvényét és azt, hogy az erőknek iránya is van, megérti, hogy mi a jelentősége a „lehet” szónak a feladat megfogalmazásában.

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. A feltett kérdés érthető-e egyáltalán, esetleg félre érthető, rosszul megfogalmazott vagy félrevezető. A pszichológiai gyakorlatban 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, oszlopdiagramon ábrázolhatjuk az eredmények eloszlását, hisztogramját. Az eloszlás vizsgálatával megállapítható, hogy a tanulócsoporthoz meglévő különbségek az oktatás folyamán hogyan változtak.

Gyakorlati segítség: Ha valóban tudni szeretnénk, hogy a diákok értenek is valamit abból a szövegből, amit visszamondanak, diagnosztikus kérdéseket kell feltennünk. Ezeket érdemes előre átgondolni, amikor az órára készülünk. Például: Az inga lengésidejével kapcsolatosan érdeklődünk a diáktól: Ha egy ingát jobban, vagy kevésbé jobban térítsz ki, más lesz-e a lengésidő? Megváltozik-e a lengésidő, ha nehezebb testet használsz az inga nehezeke gyanánt? Vagy: Két vasgolyót engedünk el ugyanolyan magasról, az egyik 2 kg tömegű, a másik 1 kg tömegű. Melyikre hat nagyobb gravitációs erő? Melyik gyorsul jobban? Melyik ér le hamarabb? A levegő hatásától tekintsünk el.

2.2. A fizikai tudás

Az emberi tudást megjelenítő modellek általában valamilyen tudáselemeket és a köztük lévő kapcsolatokat tételeznek fel. Egyfajta hálózatot látunk magunk előtt, gráfot, melynek levelei a tudáselemek, élei a köztük lévő kapcsolatok. Hasonló ez, mint 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. A hálózat valójában csomópontok és közöttük húzott élek együttese. Ha az éleket 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 hisztogramot kapunk. Lesz egy leggyakoribb vagy átlagos élszám. Ezzel jellemezhető is az ilyen, úgynevezett Rényi-Erdős féle hálózat. Az internet azonban nem így épül fel. Az új csomópont nagyobb valószínűséggel csatlakozik már több meglévő éllel (kapcsolattal) rendelkező csomóponthoz. 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 (Barabási 2012).

A szakértői tudás valószínűleg skálafüggetlen hálózattal modellezhető, aminek hatékony működését kevésbé zavarja egy-egy tudáselem véletlen elfelejtése. Itt érdemes megjegyezni azt is, hogy az emberi tudás szerkezetéhez hasonló médium a honlapok nyelve, a html vagy htmx kód. A levelek az oldalak, a linkek az oldalak közötti kapcsolatok. Html nyelven könnyű a tananyagot olyan formában tárolni, ahogyan az akár a memóriában is elhelyezkedik.

A fizikával kapcsolatos tudáselemek többféleképpen 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 (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.

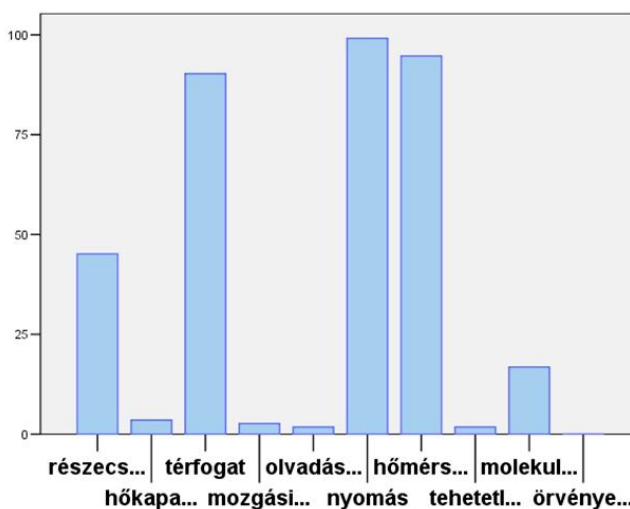
2.2.1. A tudástér elmélet

A tudástér elmélet (KST – Knowledge Space Theory) a tudás szerveződése leírásának egyik másik módja (Tóth 2007). 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. 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 számú elemi probléma esetén az elvileg lehetséges válaszállapotok száma 2^n , ami magában foglalja azt, hogy a tanuló egyetlen kérdésre sem válaszol jól 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 tudáselemtől nyíl mutat a magasabb szinten álló A tudáselem felé, ha B előfeltétele A-nak. Illusztráljuk a fentieket egy konkrét példával (Egri 2013).

A 2012-ben végzet vizsgálat során a szerzők közel száz egyetemi hallgató gáztörvénnyel kapcsolatos tudását vizsgálták statisztikai módszerekkel és a tudástér-elmélet segítségével is. A dolgozat egymást átfedő kérdései tekinthetők tudáselemeknek.

1. feladat (kiválasztás-tudáselem)

Válassza ki aláhúzással azokat a mennyiségeket, amik a gáztörvényben (ideális gázok állapotegyenlete) szerepelnek: részecskeszám, hőkapacitás, térfogat, mozgási energia, olvadáshő, nyomás, hőmérséklet, tehetetlenség, molekulaméret, örvényerősség



5. ábra

A gáztörvényben szereplő mennyiségek bejelölésének gyakorisága

A következő szinten a gáztörvényben rejlő páronkénti összefüggésekre kérdeztek rá. A feladat és az eredmények alább olvashatók.

2. feladat (állítások)

Egészítse ki az alábbi, egy adott állandó mennyiségű gázra vonatkozó állításokat úgy, hogy igazak legyenek!

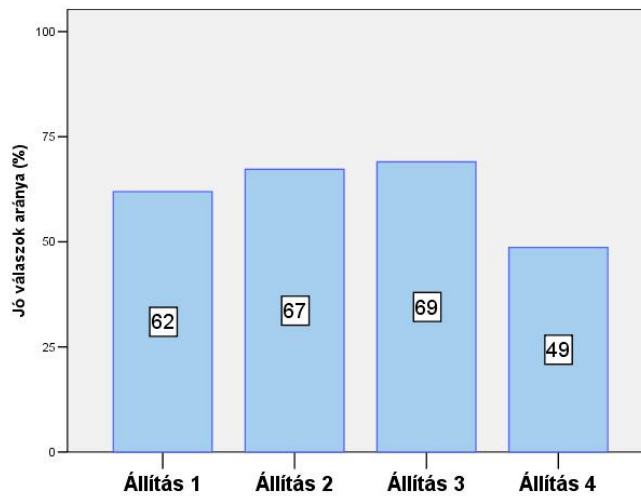
A tartályba zárt gáz hőmérsékletét megkétszerezve a nyomása

Az állandó hőmérsékletű gázt fele akkora térfogatra összenyomva a nyomása

Az állandó nyomású gáz hőmérsékletét megháromszorozva a nyomása

Az állandó hőmérsékletű gáz nyomását felére csökkentve a térfogata

A harmadik mondatot hibásan adták meg, ezért a válaszhoz csupán némi figyelem és józan ész kellett. A válaszok együttes eloszlását látens osztályelemzéssel vizsgálva azt találták, hogy amíg a többi feladat megoldásához hasonló kompetencia kellett, addig a harmadik feladat egészen másról szól, ezért ezt kihagyták a további elemzésből.

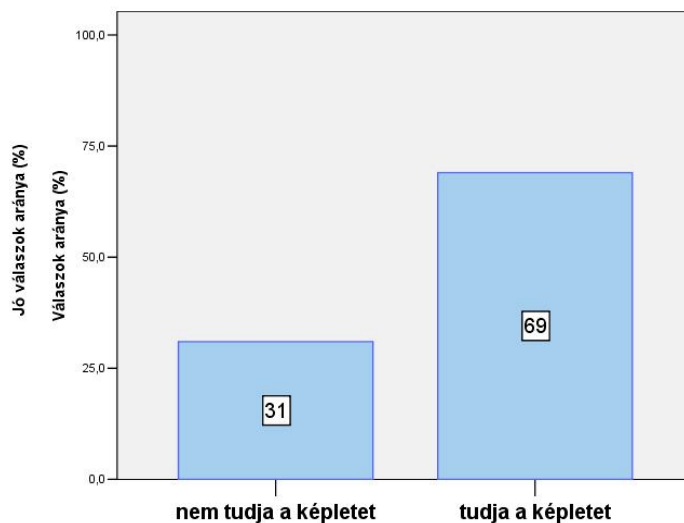


6. ábra

Az állítások sikeres befejezésének aránya

3. feladat (gáztörvény)

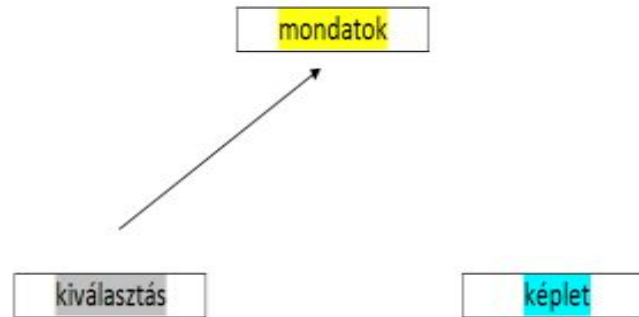
Add meg a gáztörvény formulát (képlet, betűk jelentése és a formula leírása szavakkal is)!

**7. ábra**

A gáztörvény ismerete

Egy hagyományosan felépített dolgozatban a tudás minél nagyobb területeire próbálnak rákérdezni. Látszólag nincs sok értelme a gáztörvény ismeretét, és a gáztörvényben szereplő mennyiségek kiválasztását is feladatul adni, hiszen azt gondoljuk, aki ismeri a gáztörvényt az ki is tudja választani a benne szereplő mennyiségeket. Hogy ez nem feltétlenül van így, azt jelzi, hogy a tanulók az oktatás során máshogy rendezték el magukban az ismereteket, mint amit reméltünk és szerettünk volna.

A három feladatot tekintve 2^3 válasz állapot lehetséges. A dolgozat javítása során össze kell számolni, hányan oldották meg mind a három feladatot, hányan voltak, akik tudták a képletet, de semmi mást nem, vagy hányan választották ki a jól a fizikai mennyiségeket a képlet tudása és a mondatok befejezése nélkül.



8. ábra

A vizsgálat során feltárt tudásszerkezet Hasse-diagrammja

A fentiek alapján kirajzolódó tudásszerkezet Hasse – diagramját megfigyelve látható, hogy a képlet – tudáselem elszigetelődik a másik kettőtől a tanulócsoport jellemző tudásszerkezetében, ami arra utal, hogy a képlet ismeret nem része az alkalmazható tudásnak.

A fizikát ismerő tanár és fizikus számára a táblára felírt képlet jelenti a fizika lényegét, hiszen ők matematikai ismereteik és a formulában szereplő fizikai mennyiségekkel kapcsolatos tudásuk révén képesek a képletben rejlő ismeretek kibontására, levezetésére, alkalmazására. A tankönyvi szövegekben gyakran a képletek felírása jelenti a tudás végső formába öntését, a számonkérés sokszor a képletek segítségével elvégezhető feladatokra korlátozódik. A diákok a puszkáikra képleteket írnak fel, a könyvekhez képletgyűjtemény készül. A gáztörvénnyel kapcsolatos vizsgálat azt mutatja, hogy a diákok jelentős hányada (50%) úgy tudja a képlet formáját, hogy nincs tisztában annak jelentésével. Azt gondolják, hogy a gáztörvényt megtanulni a képlet memorizálását jelenti. A szokásos iskolai számonkérés – az úgynevezett típusfeladatok begyakoroltatására gondolkok – tovább erősíti a már kialakult rossz beidegződést. A végeredményt az egyetemre bekerült diákok dolgozatainak javítása során gyakran látjuk: a diákok jelentős részének a középiskolai fizikaanyaggal kapcsolatos tudása gyakorlatilag nulla (Radnóti, 2006). Vannak, akik az általános iskolai tanulmányaikat megelőzően kialakult naiv sémákban gondolkodnak.

Az oktatás során figyelembe kell venni azt, hogy a diákok csak megfelelő tapasztalatok birtokában képesek megalkotni egy fizikai mennyiség

definitív sémáját, csak megfelelő előzetes ismeretek birtokában képesek átlátni egy képlet jelentését. A képlet megtanulását előzze a benne szereplő fizikai mennyiségek jelentésének helyes átlátása. Ez alapuljon sok tevékenységen, megfigyelésen, mérési tapasztalaton, amelyek megszerzése kezdődjön már a kisgyermek korban. A sebesség definíciójának megfogalmazása és értelme nem tárul fel a fizikai tanulmányok elején és nem adható át egy bekezdésnyi szöveg húsz perc alatt történő megtanulásával. A sebességfogalom értelme, haszna sok-sok mozgás megfigyelése, sok-sok elemi tapasztalat átélése után bontakozik ki, a definíció pedig a megismerési folyamat egyik csúcsa, kikristályosodott eredménye, és nem a kezdete. Ehhez hasonlóan a képlet jelentésének átlátáshoz a benne szereplő mennyiségek jelentésének megismerésén, a köztük lévő egyszerűbb kapcsolatok megtapasztalásán, a mi-mitől függ típusú kérdések átlátásán keresztül vezet csak út. Amikor a tanár felírja a táblára a képletet gyakran hiszi azt, hogy diákjai ugyanúgy látják annak jelentését, mint ő maga. Számára a képlet saját tudásának valóban a lényege lehet, egy olyan hegycsúcs, amiről körbetekintve belátja a fizikában rejlő szépségeket. Az oktatás során a diákokat azonban csak lépésről lépésre lehet felvezetni erre a csúcsra.

Gyakorlati segítség: Egy nehezebb fizikai mennyiség bevezetése, vagy törvény megfogalmazása soha ne tartson rövid ideig! A sebesség fogalom kialakításához több hétre is szükség lehet. A jelenlegi tanmenetek ezt általában nem veszik figyelembe, az egyik óra 2. felében bevezetik a gyorsulást, a következő órán már számolási feladatot oldanak meg, azután talán már dolgozatot is írnak.

Más kutatók szerint a fizika tudása kapcsán megkülönböztethetünk informatív jellegű úgynevezett fogalmi sémákat és olyanokat, amelyek egy eljárás lépéseit rögzítik. (Sherin 2000). Ugyancsak Sherin interjúkra alapozott vizsgálatai szerint a diákok úgynevezett szimbolikus formákon keresztül értik meg a fizika egyenleteit és alkotnak új, a saját gondolataikat leíró egyenleteket. A szimbolikus formák használata nem az egyenletek automatikus manipulálását jelenti, mivel minden szimbolikus forma egy-egy fogalmi sémához kapcsolódik. Az ellentétes hatás fogalmi sémájához a $\Delta - \Delta$ szimbolikus forma társul, amiben a háromszög-jel tetszőleges tudáselem helyett állhat. Az együttes hatások szimbolikus formája: $\Delta + \Delta + \Delta + \dots$

A kognitív pszichológia felismerései szerint a diákok hétköznapi tapasztalataikat megmagyarázó naiv sémákat építenek fel magukban (előzetes tudás). Az előzetes tudás erősen befolyásolja, hogy a diákok mennyire képesek befogadni az új ismereteket. Di Sessa szerint (Di Sessa 1993) a diákok úgynevezett elemi sémákat használnak a megismerés során. Ilyen elemi séma például az, hogy ami távolabb van, annak a hatása gyengébb.

2.3. Az emberi agy és a megismerés

A tudományos vizsgálatok révén egyre többet tudunk arról, hogyan tanulunk. Neisser 1984-ben írt könyvében publikálta, hogy az úgynevezett sémák szerepe alapvető az emberi megismerésben.

„Az újszülöttek fogékonysága valójában abban áll, hogy teljes nyitottsággal fordulnak a világ felé, érzékszerveik néhány egyszerű sémát leszámítva, előzetes sémák (másként mondva szűrők, szemüvegek, mintázatok, előítéletek, stb...) nélkül fogadják be a külvilág ingereit. (Tehát nem elvont fogalmak befogadására állnak készen.) Az elméjük ezen inger zuhatag „letapogatásával”, tipizálásával alakítja ki azokat az árnyaltabb sémákat, melyek segítségével már könnyebben, gyorsabban érzékelik az ehhez hasonló későbbi ingereket. Eleinte például az eldobott tárgyakat is könnyen szem elől tévesztik, amíg a röppálya sémája nem alakult ki bennük.

A külvilág és a sémák folyamatos kölcsönhatásban vannak: a külvilágot a már kialakult sémáink szemüvegén át nézzük, azt érzékeljük könnyen, amire már van sémánk. Ugyanakkor a külvilág ingerei folyamatosan módosítják, árnyalják is a meglévő sémáinkat. Az új ingerekkel való találkozás során elménk először a meglévő sémák között keres hasonlót, és ha nem talál ilyet, akkor új séma építésébe kezd. E működési módot sejt szinten teljesen egzakt módon is kimutatták. Az idegsejt minden bejövő inger mintázatot a szerint minősít, hogy találkozott-e már hasonlóval. Ha igen, akkor ezt a már meglévő mintázatot gazdagítja az új inger, míg ellenkező esetben egy új mintázat kerül letárolásra.” (Máth 2014)

A sémák felépítésén túl az emberi megismerés pszichológiai és ideg-élettani vizsgálatokkal alátámasztott struktúrája is feltárult az elmúlt években (Cognitive Load Theory), ami a következő módon foglalható össze:

Az érzékszerveket érő ingerek elsődlegesen az érzékszervi memóriába kerülnek, ahol nagyon rövid ideig tárolódnak. Az érzékszervi memória közvetlen, és a tudatos működés által lényegében nem ellenőrzött kapcsolatban van az amygdalával, ahol az érzékszervi benyomásokhoz tartozó érzelmek aktiválódnak (Berentés 2010). A figyelem hatására az érzékszervi benyomások a munkamemóriába kerülnek. A munkamemória a tudatnak az a tartománya, ahol a gondolkodási folyamat zajlik. A kutatók megmutatták, hogy a munkamemóriában tárolható elemek száma nem túl nagy, tíz alatti. Az érzékszervi benyomások sémákká szerveződve a homloklebenyben található hosszú távú memóriában tárolódnak. A sémába szerveződés előnyös a tárolás és az előhívás szempontjából, hiszen a séma aktivizálásakor szinte egyszerre válik a tudat számára elérhetővé a sémán belüli összes további tartalom. Amikor egy érzékszervi benyomás a munkamemóriába kerül, a tudat megkeresi és előhívja a hosszú távú memóriából a benyomás feldolgozásához szükséges sémát. A sémában található tartalmak közötti szoros kapcsolat (bejáratott idegpályák) teszi azt lehetővé, hogy a sémában tárolt összes tudás elérhető legyen, amikor a séma előhívásra kerül. A tanulás, a bevésés fáradtságos folyamata során éppen ezeket a kapcsolatokat építjük fel és erősítjük meg. A megértés élményét pedig akkor éljük át, amikor az elemek és kapcsolataik egységes, egymást támogató rendszerét jól felépített sémaként eltároljuk a hosszú távú memóriában.

A tanításra nézve mindez azt jelenti, hogy a túl sok, feldolgozatlan információt a diák nem tudja kezelni, a munkamemória túlterhelődik és a megismerési folyamat hatékonysága csökken.

A tudományos megismerés hagyományos modelljei (Svedruzic 2008) történetileg a megismerési folyamat az előbb leírt formában való feltárása előtt alakultak ki.

A racionalisták általános érvényű igazságokból, a dedukció módszerével következtetve jutnak igaz ismeretekhez. E szerint az elképzelés szerint az emberi elme alapigazságok és következtetési módszerek birtokában levezetéssel jut új ismeretekhez.

Az empirikus felfogás szerint a megismerés alapját az egyéni tapasztalatok jelentik. Ezekből általánosítással, indukciónak révén lehet eljutni az általános érvényű igazságokhoz. Egyéni tapasztalatok alatt nem az esetleges, az érzékelés esendő voltával terhelt, hanem tervezett, ellenőrzött megfigyelések révén nyert tapasztalatok értendők.

Ezen az elméleti talajon alakult ki a természettudományok tanításának hagyományos módszertana, amely során a tanár kísérleteket mutat be és a kísérleti tapasztalatok birtokában kerül sor az új ismeretek megfogalmazására. A módszer az indukció és a dedukció volt, előbbi az alapkísérletek elvégzését tette szükségessé, utóbbihoz elengedhetetlen volt a megfelelő matematikai tudás birtoklása. A tanuló lényegében passzív tanúja volt a folyamatnak, még akkor is, ha néha a tanár kérdezett. Nem volt befolyása arra, hogy milyen kísérletet kell elvégezni, milyen kérdésekre milyen válaszok születnek.

Az 1980-as években kezdődő konstruktivista gondolkodásban a diák a teljes oktatási folyamat részesévé válik. Aktívan közreműködik a kísérlet előkészítésében, a kérdések megfogalmazásában, az adatok gyűjtésében, rendszerezésében, ábrázolásában, a következtetések levonásában, hipotézisek megfogalmazásában. Mindez a tapasztalatok szerint hatékonyabb oktatást jelent. A tevékenység közben a diákok pontosabb képet kapnak a tudományos ismeretekről és tudományban használatos fogalmi rendszerekről.

A megismerési folyamat során új sémák alakulnak ki, illetve a tapasztalatoknak megfelelően sor kerülhet a korábbi sémák átalakítására. Az átalakítás során a sémák elemei és a köztük lévő kapcsolatok is változhatnak. A valóságról alkotott mentális kép lényeges megváltozását fogalmi váltásnak nevezik (Vosniadou 1996).

Gyakorlati segítség: Érdemes elbeszélgetni a gyerekekkel mielőtt egy új jelenség fizikai megmagyarázásához kezdünk arról, hogy mit is gondolnak róla. Ez a beszélgetés kicsit olyan, mint egy sakkjátszma. A tapasztalt tanár tudja, merre érdemes terelni az interjú fonalát. A tanulóknak szinte mindenről van valamilyen saját elképzelésük. Ha a tanár ezzel tisztában van, könnyebben megtalálja, hogy hova kapcsolja az új ismereteket. Szaknyelven talán lehorgonyzásnak lehet nevezni azt, amikor a friss tudáselemet megpróbáljuk a már létező rendszerbe illeszteni (Hammer 2000).

Ha sikerül a kapcsolódási pontot megtalálni hamarabb létrejön a fogalmi váltás.

– Elgondolkodtál már azon, mi történik amikor mobiltelefonálsz? Hogyan hallja meg az üzeneted a másik ember?

- Hát a műholdak révén.
- És a műholdra hogy jut el?
- Nem tudom. Nem gondolkodtam róla.

(Ok, gondoljuk, majd most fogjuk megtanítani az elektromágneses hullámokat)

- Az én beszédem hogy jut el hozzád? Mi viszi el?
- A levegő.
- Hogyan?
- Hullámszó.

(A hang viszont megvan, tehát ide horgonyozzuk majd az elektromágneses hullám fogalmát.)

- Mi hullámszó a hangban? Víz?
- Nem, levegő?
- A műholdra visszatérve, ott mi viheti az információt?
- Hullámok?
- Milyen hullámok?
- Rádióhullámok?
- Mi hullámszó bennük?
- ??
- A világűrben van a műhold?
- Igen.
- Akkor levegő nem lehet. De mégis, mi hullámszó?

A diák saját elképzeléseit örömmel ismerjük meg, mint azt az előzetes tudásanyagot, amire alapozhatunk.

Károlyházy (2007) professzor gondolatait idézzük:

„Ismert kísérlet (az anyag részecskékből álló tétel bevezetése): hosszú kémcsőbe vizet öntünk, utána óvatosan alkoholt rétegezzük rá. Megjelöljük a folyadék felszínét, majd a két komponenst összerázzuk. A felszín lejjebb száll. Tanár: na, mit figyeltünk meg? Az egyik gyerek, boldogan: Kevesebb lett. Ha a tanár lecsap rá: Nahát, ezt ne mondjuk, tudod jól, hogy az anyag megmarad – a gyerek elveszti a hitét, hogy a jelenségekre érdemes figyelni (úgyis mindig rossz, amit mondok), a fizika nem az ő ügye lesz többé.”

A fogalmi váltás egyik jellemző példája a mozgással és Newton első törvényével kapcsolatos. Kezdetben hétköznapi tapasztalataink alapján azt gondoljuk, hogy a mozgás fenntartásához erőre van szükség. Hiszen amit elengedünk, az előbb utóbb megáll. Ha megkérjük a diákokat, hogy

rajzolják be a repülő köre ható erőket, a gravitációs erő mellett gyakran szerepeltetnek egy olyan erőt, ami a sebesség irányába mutat. Ez a mozgató erő, ami miatt a kő parabola pályán halad. Mi fejtí ki ezt az erőt? – kérdezem. Hát mi fejtettük ki, amikor eldobtuk és még most is hat – hangzik a válasz. Az iskolai tanulmányok alapján alakul ki (az esetek egy részében) az elképzelés, hogy nem a mozgás fenntartásához van szükség erőre, hanem a sebesség megváltoztatásához. Ez a Newton első törvényének megfelelő gondolkodásmód. Hasonlóan él bennünk kezdetben az elképzelés, hogy az elektromos áramban elektronok vándorolnak lassan a fogyasztón át. Mindennapi tapasztalat az, hogy a kapcsoló felkapcsolásakor azonnal kigyullad az izzó, akár egy nagyon messzi házban is. Milyen sebességgel haladnak akkor az elektronok? A vezetékben nem haladhatnak túl nagy sebességgel. Az áram gyors terjedését ekkor a dominó-hatással magyarázzuk. Az áramforrás meglöki az első elektront, az elektronok tovább lökdösik egymást, így a hatás, az áramforrás energiája hamar a fogyasztóhoz ér, annak ellenére, hogy az elektronok nem vándorolnak gyorsan. Csak később alakul ki a tudományosan helyesebb felfogás a vezeték mentén a fény sebességével kiépülő elektromágneses mezőről.

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. Online: barabasilab.com
- Beatty, Ian D. & William J. Gerace (2002): Measuring and Modeling Physics Students' Conceptual Knowledge Structures Through Term Association Times, Mass Physics Education Research Group, Massachusetts.
- Berentés Éva (2012): Az érett személyiség. Budapest, Pro Personal Kiadó.
- Di Sessa, A. A. (1993): Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*. 10/2–3: 105–225.
- Egri Sándor & Máth János (2013): Fizikatanítás: Mit, Hogyan, Kinek? *Fizikai Szemle*. 7–8: 244–247.
- Gordon, Thomas (1996): T. E. T. Teachers Effectiveness Training. Budapest, Gondolat. 123.

-
- Hammer, D. (2000): Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement*, 68/S1: S52–S59.
- Károlyházi Frigyes (2007): Az öcskös felesége. *Fizikai Szemle* 11: 367.
- Máth János (2014): A természettudományos oktatás válsága, *Géniusztűz* 12.
- Neisser, U. (1984): *Megismerés és valóság*. Budapest, Gondolat kiadó.
- Sherin, Bruce L. (2006): How Students Understand Physics Equations, *Cognition and Instruction*. 19/4: 479–541.
- Svedruzic, A. (2008): Demonstration in teaching physics, *Metodika*, 2: 442–450.
- Sweller, John & Jeroen J. G. van Merriënboer & Fred G. W. C. Paas, (1998): Cognitive Architecture and Instructional Design, *Educational Psychology Review*, Vol. 10, No. 3.
- Tóth, Zoltán (2007): *Chemistry Education Research and Practice*, 8/4 376–389.
- Vosniadou, Stella (1994): Capturing and modelling the process of conceptual change, *Learning and Instruction*, Vol. 4, 45–69.

3. FEJEZET

Az aktív tanulás

Mindenki tud tanítani, aki érti a szakmáját. Miben különbözik egy tanár egy fizikustól? – kérdezik gyakran tőlünk és akaratlanul is válaszok fogalmazódnak meg. Valószínűleg igaz – sok példát láthattunk már rá –, hogy ha valaki ért valamihez, tudását át is tudja adni. Képes arra, hogy figyelembe vegye a hallgatóság előzetes ismereteit, gondolkodási képességét és elvezesse őket az általa is bejárt úton a megismerés és a megértés felé. A szakértői tudás birtokában lévő képes alkalmazkodni, érvelni, magyarázni, példákat alkotni, szemléltetni, kiemelni a lényegét. A minden elemében átgondolt, tégláról téglára felépített épületet akár elemeire szedi, és kicsit máshogy újraalkotja a tábla előtt. Biztosan úgy van, hogy általában képesek vagyunk másokat tanítani – úgy és arra, amire minket is tanítottak annak idején.

A tanári feladat ennél többet kíván. Előfordulhat, hogy a tanár más környezetben fog tanítani, mint ahol ő tanult. A vidéki iskolában felnőtt diák nagyvárosi gimnáziumban lesz tanár, vagy fordítva. Esetleg angolul fog tanítani, valahol Európában. Lehet, hogy más módszereket kell használnia, mint ahogyan őt tanították. Nagyon valószínű, hogy más oktatástechnikai eszközökkel és sok szempontból más gyerekekkel fog találkozni pályája során. Csak gondoljunk az elmúlt 40 év változásaira!

Feladata pedig nem csak az, hogy saját tudásának esszenciáját közvetítse. Fel kell ébresztenie a diákokban saját képességeiket. Nem égnie kell – tüzet kell gyújtania. Vezetőnek és tanácsadónak is lennie kell – olyan ismeretek megszerzése során is, amelyekkel talán ő maga sem rendelkezik. Iskolatípustól függő súllyal ugyan, de mindenképpen: nevelnie is kell.

Gyakran kérdezzük hallgatóktól államvizsgán: Azon kívül, hogy a tábla előtt állva elmagyarázza az anyagot a diákoknak, meg tudná-e más módszerrel is tanítani mondjuk az Ohm törvényt? Tegyük fel, hogy nincs tábla, kréta. Dolgozaton és feleltetésen, példamegoldáson kívül lát-e más módot az értékelésre? Gyakran tanácstalanok lesznek. Néha úgy vélik, nincs is másra szükség.

Az oktatás során alkalmazott módszer tükrözi azt a társadalmi környezetet, amiben az oktatási folyamat megvalósul. A rendszerváltás óta ez a társadalmi környezet jelentősen megváltozott, és tovább változik.

Ma kiemelten fontos a nemzetközi összehasonlításban is versenyképes ismeretek elsajátítása, ugyanakkor elengedhetetlen a személyiségfejlesztés, a személyiség individuális területeinek fejlesztése is. Reális énkép, magabiztosság, önállóság, sikerorientáció, megfelelő konfliktuskezelési képesség, önérvényesítő magatartás, jó együttműködési készség azok a személyiségjegyek, amelyek fontosak a személyes boldoguláshoz. A hagyományos oktatási módszerek alkalmazásának újragondolására azért is van szükség, mert bár kiemelkedő szakmai tudáshoz juttatták a diákokat, gyengék a boldoguláshoz ma szükséges tulajdonságok kialakításában. A hagyományos iskolával kapcsolatos közismert tény, hogy a kiemelkedő iskolai eredmény (mindenből jeles) általában nem járt együtt sikeres életúttal, azaz az iskolai eredményesség és a társadalmi eredményesség között nem volt pozitív korreláció (Berentés 2012).

A módszerek változásának szükségességét vetíti előre a technikai környezet megváltozása is.

„Az ember tanulási képessége az elmúlt évszázadokban lényegében változatlan maradt. Mindenki rendelkezik a fajra jellemző veleszületett tanulási képességekkel. Az a mód azonban, ahogyan egy társadalom tagjai az élethez fontos tudást és képességet utódaiknak átadják a körülmények függvényében változik. Egyes módszerek előtérbe kerülnek, mások háttérbe szorulnak. Változnak a tanulók is, hiszen változik a technikai, társadalmi környezet, amelyben felnőnek. A mai gyerekek egészen máshogy kommunikálnak az internet közösségi oldalain, más audiovizuális eszközöket és máshogy használnak, mint akár húsz évvel ezelőtti társaik.” (Chrappán 2011).

A megjelenő új trendeket az alábbiak szerint lehetne összefoglalni Ferenczi Gyula és Fodor László tanulmánya alapján:

„A nevelés embereszményét nem vallási vagy ideológiai dogmák határozzák meg, hanem a társadalom elvárásai. Az oktatás feladata az általános és szakműveltség megalapozása, a tanulók alkalmassá tétele tudásuk bővítésére és megújítására. A tanulás az információk megszerzésében és megértésében való aktív részvételt igényel a tanulóktól és nem egyoldalú, befogadó folyamat. Az oktatás tanulócentrikus, a tanár nem elsősorban

mint szaktekintély van jelen, hanem mint az oktatás szervezője, irányítója, a diákok segítője. A figyelem, a hangsúly a diákok tevékenységén van, ezt támogatják a rugalmasan alkalmazott oktatási módszerek.” (Ferenczi 1994).

A szakirodalmat tanulmányozva az oktatási módszerek sokaságát fedezhetjük fel. Az egyik legelterjedtebb az úgynevezett tábla-kréta módszer, amikor a tanár a táblánál állva elmagyarázza a gyerekeknek az anyagot. Azok ülve hallgatják és jegyzetelnek. Addig is csendben vannak. Egy másik, a kérdve kifejtő módszer során a tanár kérdésekkel vezeti a diákokat a probléma megoldása felé. A hagyományos tanítás fontos eleme a tanári demonstrációs kísérlet bemutatása és megbeszélése. A lehetséges módszerek tárháza azonban ennél jóval bővebb. Az ember lényegében tanulásra teremt.

A tanulás legősibb módja a próbálgatáson és azonnali visszajelzésen (jutalmazás, büntetés) alapul. A fontos dolgok egy részét úgy tanuljuk meg, ha megcsináljuk őket. Ez a cselekvés révén megvalósuló tanulás alapgondolata. A cselekvés során gyakran valamilyen célt tűzünk ki, vagy feladatot kell megoldanunk. Néha kérdések megválaszolásán keresztül jutunk el a kívánt tudás megszerzéséhez. Könnyen tanulunk bizonyos helyzetekben, a tanulásra alkalmas környezet lehet egy iskolai labor is. Fontos készségeket sajátíthatunk el szerepek játszása közben is. Ismeretes a tanulás konstruktivista felfogása, ami szerint a legjobban akkor tanulunk, ha aktívan részt veszünk a tanulási folyamatban, az elképzelések kialakításában, kipróbálásában. A nyelvtanulásban jelent meg először az elképzelés, hogy több érzékszervet egyszerre használjunk tanulás közben. Erre az ötletre épül a világhírű Kodály módszer is, a hangokat kézmozdulatokkal kötik össze a zenetanulás során. Tény, hogy a tanulási stílus érzékszervekhez is köthető.

Sokan felismerik, hogy minden ember más és más módon tanul könnyebben. Van, aki a hallott szöveget tanulja könnyebben, van, aki az írott anyagokban ismeri ki magát jobban, mások a képek között tájékozódnak jól.



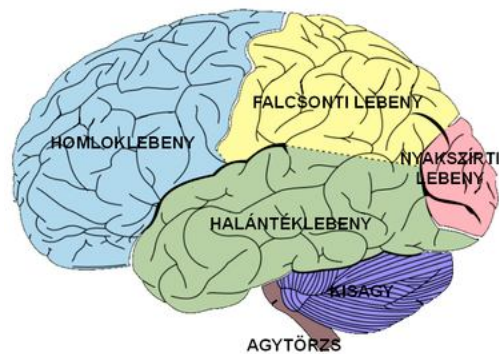
8. ábra: A tanulási stílusok (Owerview of learning styles 2010)

Vannak, akik könnyebben jegyzik meg azokat az anyagokat, amelyek részei között szoros logikai kapcsolat van, mások inkább a lazán kapcsolódó szerkezetű tananyagot fogadják be.

A vizuális típus (Visual) könnyen jegyzi meg a képeket, ábrákat, jól tájékozódik a térben. Jobban átlátja a magyarázó ábrákat, grafikonokat. Az agy működését láthatóvá tevő képalkotó módszerek révén bebizonyították, hogy a vizuális képességek a nyakszirtlebény működésével, a térbeli tájékozódás a falcsonti lebény és a nyakszirtlebény működésével kapcsolatosak.

A hangok és a zene tanulásában tehetségesek (Aural – Auditory and musical) képességei a halántéklebényhez, a zenei tehetség különösen a jobb halántéklebényhez kapcsolható.

A verbális típus (Verbal) szavakban gondolkodik és szavakat ért meg könnyen, akár írásban, akár beszéd során. Ilyenkor a halánték és homloklebény, különösen a bal agyféltekében működik intenzíven.



9. ábra: Az agy felépítése (Wikipédia)

A fizikai típus (Physical) a kéz használata, tapintás, mozgás segítségével tanul, ilyenkor a kisagy és a homloklebeny hátsó része működik aktívan.

A logikai típus rendszerekben, kapcsolatokban gondolkozik, a falcsonti lebeny, különösen a bal oldali irányítja a logikus gondolkodást.

A szociális típusú (Social) tanuló társaságban szeret tanulni. Az érzelmek, hangulatok kifejezéséhez például a limbikus rendszer kifinomult működése szükséges, ami az érzelmek, hangulatok kifejezésével, az agresszióval kapcsolatos fontos része az idegrendszernek.

A szociális típus ellentéte a magányos (Solitary) típus. (Owerview of learning styles 2010)

Az, hogy ki miben sikeres (matematika, zene, sport) elárulja, hogy milyen az agyműködése, milyen a domináns tanulási stílusa. A fenti hét stílus általában keverten jelenik meg az emberekben, de vannak, akikre egy-egy nagyon jellemző. A sikeres tanuláshoz érdemes figyelembe venni, hogy mire melyik tanulási stílus jellemző. Ennek használata gyors sikerhez vezethet, bár az agyműködés kiegyensúlyozása miatt ugyanúgy hasznos lehet a gyengébb képességek fejlesztése is.

A tanulás egy módja, amikor kapcsolatot teremtünk a feladat megoldásának részlépéseit megvalósítani képes önálló alkalmazások, eszközök között. A tanulás egy másik formája során személyes vezetőnk van, akitől a eltanuljuk a szükséges ismereteket és készségeket. A felfedezésre épülő tanulás ötlete az, hogy jobban megjegyezzük és megértünk egy olyan törvényszerűséget, amit mi magunk ismerünk fel.

„Oktatási módszereknek azon eljárások, tevékenységek, szervezési módok, technikák tudatosan tervezett és alkalmazott összességét nevezzük, amelyek segítségével a kitűzött oktatási cél megvalósul. A kifejezés a görög/latin methodosz/metódus szóból származik, amely a célhoz vezető utat jelenti.” (Pedagógiai Lexikon, 1997)

3.1. Az aktív tanulás

Paul Ottelini, az Intel egyik vezetője szerint: A fejlett globális gazdaságnak olyan fiatalokra van szüksége, akik képesek az információk, adatok elemzésére, másokkal való együttműködésre és saját gondolataik kifejtése közben a modern technológia alkalmazására. Ennek fényében nem

meglepő, hogy az Intel és a globális gazdaság más szereplői is támogatják a tanulói aktivitásra, együttműködésre építő oktatási módszertanok elterjedését. Három ilyen tanulási módszer a projekt alapú tanulás, a probléma-alapú tanulás és a kutatómódszer. A három módszer nagyon hasonlít, és mind a háromban fontos szerep jut a diákok egymással és a tanárral való együttműködésének, kooperációjának.

Vegyünk egy egyszerű példát. Matematika órán a diákok a valószínűség számításával foglalkoznak. A tanár a táblánál állva elmagyarázza a tananyagot, néha kérdez. Megold néhány mintafeladatot. Majd kérdéseket tesz fel, hogy ellenőrizze, megértették-e, amit mondott. Végül a diákok egyszerű számolási feladatokat oldanak meg. A tanár a padsorok között járva figyeli a diákok munkáját és szükség esetén segít.

A projekt alapú módszertan használata esetén a következő történhet: A diákok a tanárral közösen megfogalmazzák egy célt. Társasjátékot szeretnének tervezni. Olyat, amit dobókockával kell játszani és a játékosok egyenlő eséllyel nyerhetnek vagy veszíthetnek. Miközben terveznek, majd dolgoznak, megpróbálnak válaszolni a felmerülő kérdésekre. Mi a valószínűsége egy bizonyos esemény bekövetkeztének? Meg kell tervezniük a pályát, kitalálni a játékszabályokat és megmutatni, hogy a játék igazságos. Ehhez új ismeretekre van szükségük, amit az internetről, könyvekből, vagy akár a tanár segítségével gyűjtenek össze. Amikor elkészült a játék, megmutatják egymásnak és beszámolnak a fejlesztés főbb lépéseiről, miért lett olyan a játék, amilyen. A projekt célja tehát valaminek a létrehozása, és az azzal kapcsolatos ismeretek összegyűjtése, alkalmazása.

A probléma alapú tanulás során is hasonló utat járnak be a diákok, de közben egy, a hétköznapi életben felmerült probléma megoldását keresik.

A kutatómódszer középpontjában adatok gyűjtése, rendszerezése, elemzése áll, miközben a diákok egy pontosan megfogalmazott és őket valóban érdeklő kérdésre keresik a választ.

Általában azt szokták mondani, hogy a tanulói aktivitásra alapuló módszereket a maguk teljességében nem lehet követni a magyar közoktatási környezetben. A rendelkezésre álló idő alatt, a rendelkezésre álló eszközökkel, az előírt tananyag figyelembevételével általában ez nem megoldható. De – ebben is egyetértés mutatkozik – a tanulói aktivitás növelése, az erre alapuló módszertanok részleges alkalmazása hasznos lehet, hiszen ha a diák nem passzív befogadó, netán passzív vagy aktív ellenálló a ta-

nítás folyamatában, hanem társ, segítő, akit a saját belső erői is hajtanak előre, akkor sokkal hatékonyabb az oktatás.

Az egyre fejlődő informatikai eszközök használatával a tanulói aktivitásra alapuló módszereket mind könnyebb alkalmazni egy-egy tanítási órán, amint azt az alábbi példák is mutatják.

3.2. A kutatómódszer

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 (Wieman, 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 dolog 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 tananyag-nak. 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 kritikusként 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 gondolod, 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.

A kutatómódszer segítségével szervezett tanítás során először egy olyan kérdést teszünk fel, ami érdekli a gyerekeket, elég konkrét, tartalmaz 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 tapasztalat birtokában állíthatom, hogy 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 kutatási folyamat célja nem maga a végeredmény, hanem a diákok személyiségében bekövetkező változások – az eredmények másokkal való megbeszélése közben akaratlanul is nyitottá válhat egy kezdetben zárkózott tanuló – és a fejlődő képességek. A szakirodalomban közölt eredmények azt mutatják, hogy a számítógépes szimulációval támogatott, kutatómódszerrel épülő tanítás során javul a gondolkodási képesség. Egy vizsgálat során feltárták a résztvevőknek a Hold fázisaival kapcsolatos fogalmait. A résztvevők tudatában voltak annak, hogy a holdsarló alakja változik, de nem tudták pontosan, milyen alakok hogyan követik egymást és nem tudták megmagyarázni a jelenséget. Többen úgy gondolták, a Földnek a Holdra vetülő árnyéka a helyes magyarázat. Ezt követően a diákokat három csoportra osztották. Az egyik csoport kizárólag számítógépes szimulációt használva megfigyelte a holdfázisokat és rendszerezte az adatokat. A Hold látszó alakjának megfigyelése mellett megmérték a Hold és Nap szögtávolságát is, továbbá azt az irányt, amerre a Holdat látták. Hasonló táblázatot készített a valódi megfigyeléseket végző csoport és azok a gyerekek is, akik megfigyeléseket is végeztek és szimulációt is használtak. A 9 hetes megfigyelést követő értékelés után a résztvevők nagyjából 95%-a már helyesen reprodukálta a holdsarló alakját, az alakok megjelenésének sorrendjét és megértette a látvány kialakulásának valódi okát. A legjobban a tényleges megfigyelésen részt vevők teljesítettek (Trundle és Bell 2010). Az ehhez hasonló vizsgálatok azt mutatják, hogy a számítógépes szimulációk megfelelő irányítás mellett tényleges támogatást adhatnak a diákok fogalmainak pontosításához, a fogalmi váltás létrejöttéhez.

Gyakorlati segítség: Amikor a tanítási órán elkezdődik a tanári monológ, a diákok egy része képtelen azt figyelemmel követni, ha rákérdezzük azt sem tudja, mit mondtunk az előbb. A tevékenységbe azonban az ilyen diákok is bevonhatóak, akár az is megengedhető, hogy munkájukat önállóan, saját képességeik figyelembe vételével szervezzék meg.

3.3. Kutatás interaktív szimuláció használatával

Mindenki hallott a repülés szimulátorokról. Aki repülőgépet szeretne vezetni, a számítógép előtt ülve ismeri meg a műszerfalat, gyakorolja be az alapvető manőverek végrehajtását. Bár egy jó szimulátor drága, még mindig sokkal jobb, ha a pilótajelölt a szimulált repülés során töri össze a gépet, mint a valóságban.

A jó fizikai szimuláció mögött az adott fizikai jelenség, problémát leíró fizikai modell áll. Ha például a szimuláció az ágyúból kilőtt golyóbis mozgását szimulálja, akkor a szimuláció alapját egy olyan számítógépes program jelenti, amely a kezdőfeltételek megadása (kilövés szöge, sebessége) után numerikusan megoldja a golyóbis mozgását leíró differenciálegyenletet és a megoldást, a mozgás pályáját megjeleníti a képernyőn.

A szimulációt a diák előzetes tanulás nélkül képes használni, különböző szögeket és kezdeti sebességeket állíthat be. Esetleg egy gomb segítségével figyelembe veheti a nyugodt levegő, vagy akár az ellenszél hatását is. Ez csak egy új tagot jelent a mozgásegyenlet numerikus megoldása során, amit nem nehéz leprogramozni. Olyan kísérletet is végezhet, amit a valóságban biztosan nem. Elviheti ágyúját a Holdra, csak a gravitációs tégerősség-paramétert kell csökkentenie.

Valószínű, hogy egy egyszerű ágyú szimulátor nincs beprogramozva bonyolultabb hatások figyelembevételére. Ilyen lehet például a golyóbis forgása. Egy bonyolultabb szimuláció jelenlegi tudásunk határáig is elmehet, és a kísérletező új tudományos eredményt érhet el a program használatával. A ma dolgozó fizikusok egy része a téma specialistái által megírt szimulációkat használva tanulmányozhat atomfizikai folyamatokat, anélkül, hogy ő maga egyszer is kiszámolná a többelektronos atom Schrödinger-egyenletét. Valóban féltetni kellene a fizikát a tanórai szimulációk használatától?

Igen, ha a szimulációt az egyébként ténylegesen elvégezhető kísérlet helyett használják! A szimulációk interaktív, a kutatás során történő használata, vagy máshogy nem elvégezhető kísérletek szimulációja ugyanakkor segítheti a fizikatanárt.

A tanóra elején a tanár felveti a problémát, megfogalmaz egy kérdést, ami szerencsés esetben a hétköznapiakhoz 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 közösösen beszél meg a kérdést, javaslatokat tesznek és a javaslatok közül megpróbálják közösösen kiválasztani a helyeset.

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

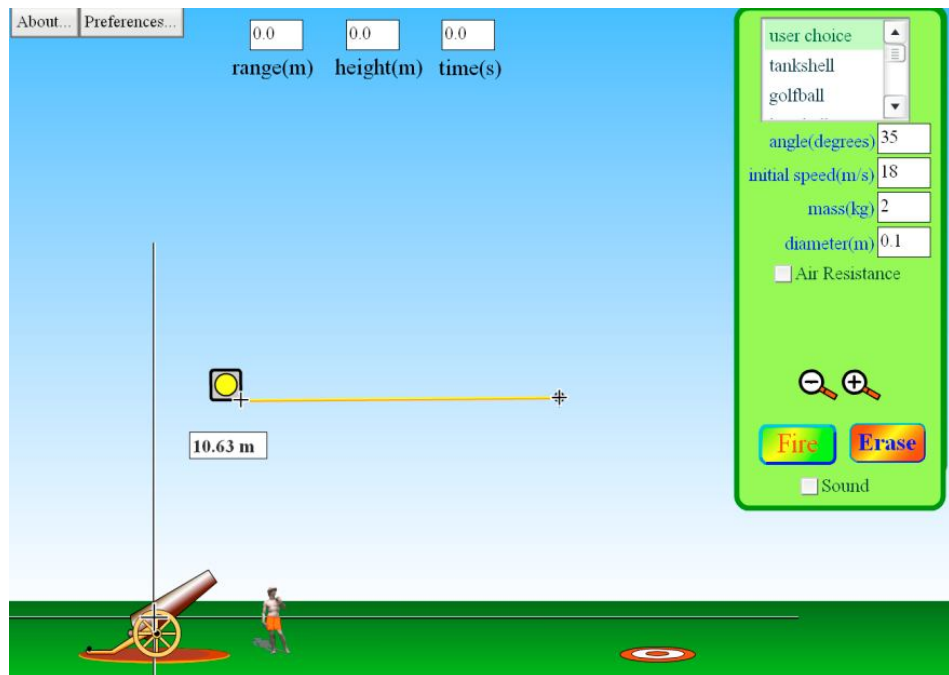
A tanár a diskusziós részben a fizikai fogalmak használatára, a kölcsönhatások felismerésére ösztönözheti diákjait. Mivel van repülése során kölcsönhatásban a labda?

A következő lépésben a tanár bemutatja a szimulációt, 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.

10. ábra

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. Érdeemes körülnézni, szimuláció, fizika kulcsszavakra keresve. A néhány angol szó érdemben nem zavarja a program használatát. A kezelőfelület használata néhány próbálkozás révén hamar megtanulható.

A Phet-szimulációk egy része, így az ebben a tanulmányban szereplők magyar változatban is megtalálhatóak: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/hu>.

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 diszkusszió az alábbi kérdés körül:

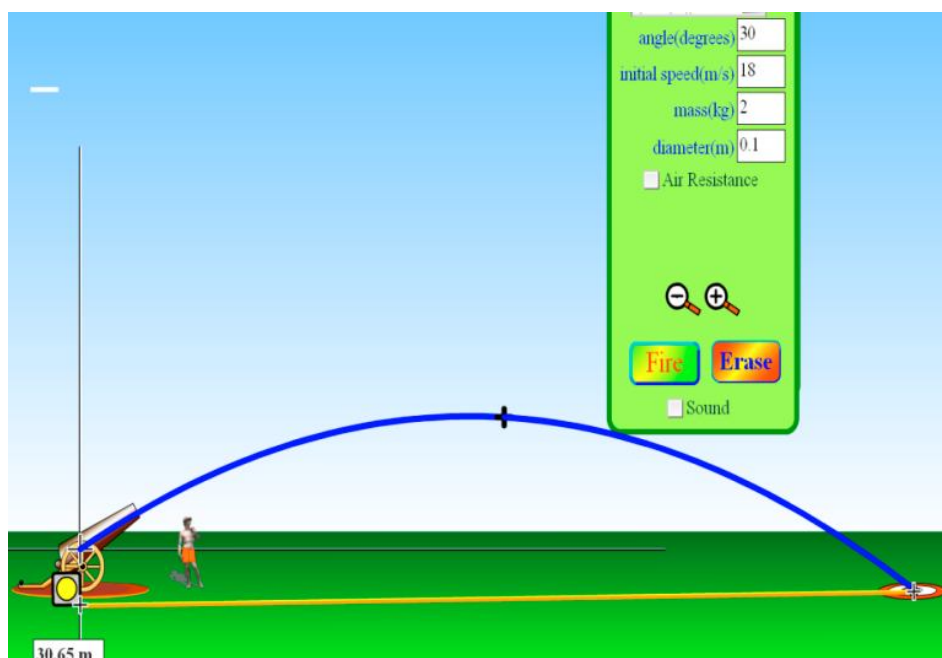
Hányszor milyen beállítások mellett kell löni a kérdés megválaszolásához? Elég véletlenszerűen próbálkozni, vagy valaki sejtja a megoldást és csak azt kell igazolni? Vagy nézzünk végig minden szöveget? – de azt nem is lehet!

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 fokenként: 5-85 fok között.

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



11. ábra

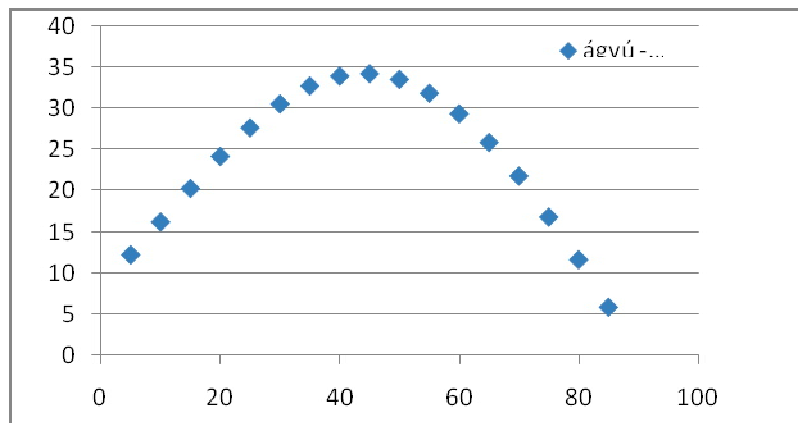
Egy végrehajtott kísérlet. 30 fokos szög mellett 30.6 m-re repült a lövedék

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

α (°)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
x (m)	12,2	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

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 játékkora 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.



12. ábra

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 diskusszió 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 enged 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 eleji 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 m/s²-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.

Gyakorlati segítség: Az értékelés egy lehetséges módja, hogy szóbeli felelt során megkérjük a diákot a kutatási folyamat elmondására, vagy írásbeli dolgozat során a leírására. Aki valóban részt vett benne, az emlékezni fog a saját tevékenységére. Akik nem voltak benne, azok jóval kevésbé tudják felidézni, hogy mit csináltak mások. Nem a kutatás végeredményét kell tehát felmondani, hanem a folyamatban való részvétel, a sajátélmény megléte a fontos.

3.4. A tanulói aktivitás fokozása projekt segítségével

Manapság már a hétköznapi szóhasználatban is megjelenik a projekt kifejezés. „Ne haragudj, sietek, több projektben is benne vagyok”, vagy „projekt-ütemezés”-ről beszélnek. Ha fizikát szeretnénk tanítani projekt segítségével, akkor először végig kell gondolni, hogy a tervezett projekt az előírt tananyag melyik részét fedi le, továbbá milyen képességeket fejleszt. A projektfeladatnak, illetve a projekt során megfogalmazott kérdéseknek egyszerre kell a tananyaghoz és a hétköznapi gyakorlatához is kapcsolódnia.

Kitűzhető projekt-feladatnak egy olyan berendezés készítése, ami a nap energiája segítségével melegít fel mondjuk egy liter vizet. Annál jobb, minél gyorsabban, minél melegebbre.

A projekt tervezése során három kérdéskört kell átgondolni:

Az első a feldolgozott tananyag és kapcsolata a hétköznapi gyakorlat. Át kell gondolni, a tananyag melyik részére van szükség a feladat megoldásához. Ismerni kell a hőmérséklet fogalmát, mérését, azt, hogy a részecskék rendezetlen mozgásának kinetikus energiájával van kapcsolatban. Ismerni kell a folyadékok és szilárd testek fajhőjével kapcsolatos tudnivalókat, egyes anyagokat könnyebb, másokat nehezebb felmelegíteni. Ismerni kell a hőterjedés formáit, a hőszigetelést és a hőátadást, rendelkezni kell az elektromágneses sugárzással kapcsolatos ismeretekkel: napsugárzás, üvegházhatás. Jó, ha ismerik a tanulók a fény koncentráálásának lehetőségeit tükrökkel, lencsével, a fény sugármodelljét, a geometriai optika alapjait. Látható, hogy a projektfeladat kapcsán a tananyag számos kulcsfontosságú részével lehet foglalkozni.

Manapság fontos kérdés az energiatakarékosság, illetve a környezetbarát energiaforrások ismerete, felhasználása. A napsugárzással működő vízmelegítő elkészítése közben a diákok megérthetik a környezetbarát energiaforrások felhasználásának előnyeit, szélesíthetik ezzel a nagyon is időszerű problémakörrel kapcsolatos ismereteiket egészen a társadalmi viták és a legújabb tudományos felfedezések szintjéig. A projektfeladat időszerűsége és a hétköznaphoz való kapcsolódása vitathatatlan.

A második a megválaszolandó kérdések összegyűjtése.

A projekt mederben tartásához célszerű néhány kérdést megfogalmazni, amelyek megválaszolására szükség lesz. A kérdések egy része inkább átfogó és gondolatébresztő, kicsit költői kérdés, ami rávilágít a projektfeladattal kapcsolatos szélesebb összefüggésekre kicsit provokatív:

Reális lehetőség-e az, hogy az emberiség energiaszükségletének nagyobbik részét környezetbarát energiaforrásokból fedezze? Valóban környezetbarát-e a napsugárzást felhasználó vízmelegítő, ha egyáltalán nem környezetbarát műanyagot használnak fel a készítéséhez?

Az iránymutató kérdések másik csoportja konkrét ismeretekre, tényekre kérdez rá, vagy közvetlen ok-okozati kapcsolatot kutat.

Mekkora a homorú gömbtükör fókusz távolsága? Milyen a jó tükröző felület? Mennyi energia kell egy liter víz egy fokkal való felmelegítésé-

hez? Milyen kapcsolatban van hőcsere sebessége és az érintkező anyagok felülete között? Miért melegszik gyorsabban a fekete felület, mint a fehér?

A harmadik átgondolandó kérdéskör az elvégzendő feladatok és a tanulók előre haladásának nyomon követése

Érdemes előre átgondolni, hogy a tanulóknak milyen feladatokat kell elvégezniük a projekt során. Ha ezekről készül egy lista, egyfajta „haladási napló”, akkor a diák maga is nyomon tudja követni, hogy hogyan áll a projekt. Az elvégzett feladatok ellenőrzését menet közben kell elvégezni, hogy az esetleges hiányosságokra időben fény derüljön és halmozódásuk ne rontsa a projekt eredményességét.

Készítsen jegyzetet a projekt megoldásához szükséges alapvető fizikai ismeretekről. (bemutatni a tanárnak, feleletválasztós teszt kitöltése). Keressen az interneten napsugárzással kapcsolatos vízmelegítőről szóló terveket, kérdezzen meg felnőtteket, hogy a nyaralójukban hogyan melegítettek vizet a kerti zuhanyban. (megbeszélés a csapattagokkal, a tervek bemutatása egymásnak).

Saját tervek elkészítése, ötletbörze, megvalósíthatóság-vizsgálat. (megbeszélés a csapattagokkal, a legjobb terv megvitatása a tanárral). Anyagbeszerzés, a tervekkel kapcsolatos kísérletek elvégzése, kisméretű modellek megépítése, tájékozódó mérések, működik-e az elképzelés? (ténylegesen dolgozni kell: vágás, ragasztás, festés stb.). A végső változat megépítése. A működéssel kapcsolatos mérés, az adatok értékelése. Az eszköz és az adatok bemutatása (számítógépes prezentációt kell készíteni, be kell tudni mutatni a többieknek, válaszolni kell tudni a többiek kérdéseire).

A projekt megoldása során olyan képességek fejlődnek, amelyek nagyban fogják a diákokat segíteni karrierjük során: céltudatos gondolkodás, mérési adatok értékelésének képessége, az infokommunikációs technológia használata ismeretszerzésre és prezentációra, együttműködés másokkal.

A „napsugárzással működő vízmelegítő” projekt vázlata, minek kell történnie pontról pontra:

1. A projekt tervének a bemutatása, megbeszélése a gyerekekkel. Érdeklie őket a téma? (Ha nem, más projektfeladatra van szükség).
2. Ötletbörze, a projekt során a diákok javaslatait messzemenően figyelembe kell venni!
3. A diákokkal szembeni elvárások tisztázása: mit kell csinálniuk, hogyan kerül majd sor az ellenőrzésre?

4. Hagyományos demonstrációs kísérletek a hőszigeteléssel kapcsolatban, frontális tanítás: alapvető optikai fogalmak, a melegítéssel és a hőmérséklettel kapcsolatos alapvető tudnivalók, az elektromágneses sugárzás és az általa szállított energia. Hagyományos teszt zárja le.
5. A diákok elektronikus környezetben kutatnak, hogyan lehetne vízmelegítőt csinálni. Egymással kommunikálnak, chat, email.
6. A diákok szakértőkkel beszélnek, mérnökökkel, napenergia-erőműbe látogatnak, a valóságban vagy az interneten.
7. A saját tervek elkészítése, kísérletek a saját elképzelésekkel kapcsolatban. (Kézzel rajzolt vázlatok mutatják a saját tervet, be kell mutatni egymásnak és a tanárnak)
8. Csoportmunkában elkészítik a berendezést és bemutatják
9. Nagyon inspirálja a diákokat, ha munkájukat nagyobb közönségnek is megmutathatják mondjuk egy minikonferencián tartandó kiselőadás vagy egy kiállításon való részvétel.

A projekt több tanítási órán át tart. Kézenfekvő a kisebb csoportban, szakkörön vagy fakultáción való megvalósítás, de lehet 30 fős osztályban is. Ekkor 5–6 fős munkacsoportok dolgozhatnak párhuzamosan, esetleg versenyben: Kinek a berendezése fogja hamarabb és jobban felmelegíteni az összes vizet?

A vízmelegítő készítése összetett és nagy projekt. Célszerű kisebb feladatokkal kezdeni, és a gyerekeket lassan bevezetni a projektmunka rejtelmeibe. A projektfeladat kitalálása és megtervezése a tanár feladata.

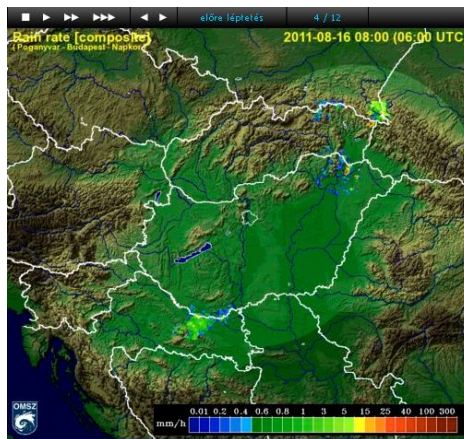
3.5. A tanulói aktivitás fokozásának további lehetőségei

Az interneten nagyon sok tudományos igényű mérési eredmény hozzáférhető. Ezek segítségével akkor is végezhető érdekes és hasznos kutatás, ha nincs lehetőség sem szimulációra, sem igazi projektfeladat elvégzésére. A met.hu oldalon például a meteorológia radar által készített képeket is közlik. A meteorológia radar által használt mikrohullámok visszaverődnek az esőcseppekről. Ezért a radar alkalmas a heves esőzések megjelölésére. A radarképen piros szín jelzi az akár jégesőt is jelentő aktív zivatar, a zöldes, fehéres árnyalat pedig a kisebb esőket. A képeket viszonylag sűrűn készítik, 15 percenként. A feladat kézenfekvő: Előre meg kell mondani, mikor éri el az iskolát a zivatar.

Ehhez a képeket egymásra kell másolni. Meg kell becsülni a piros színű zivatargóc haladásának irányát és sebességének nagyságát. A sebesség ismeretében előre lehet jelezni, hogy eléri-e az iskola körzetét és mikor?

A feladat megoldása során lehetőség nyílik a kinematika alapfogalmainak tisztázására: vonatkoztatási rendszer, koordináta-rendszer, hely, elmozdulás, sebesség, pálya, pillanatnyi sebesség

Természetesen érdemes egy erős front zivatargócairól készített felvételeket előre előkészíteni és nem online megoldani a feladatot. Nem valószínű, hogy a fizikaórán éppen zivatar közeleg az iskola felé. Ha a képeket nem lehetne rögtön menteni, van mód arra, hogy hozzájuk férjünk. Windows operációs rendszert használva, a képernyő tartalma a vágólapra másolható (ctrl + print screen gomb) a képernyőről készített kép betölthető bármilyen képszerkesztő programba (például az ingyenesen használható freeware licenzű GIMP program), az elemzés ezek után elvégezhető.



13. ábra

Zivatarokról készült radarfelvétel. A góccok az ország északkeleti csücskében láthatóak

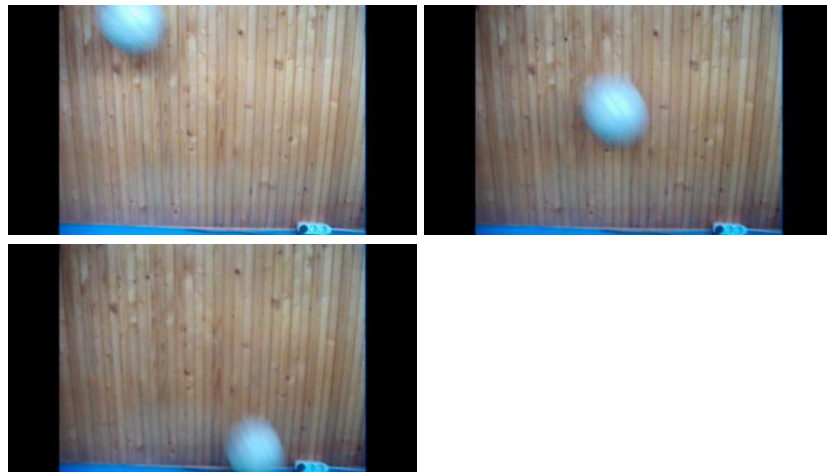
A felvételeken Miskolc környékén figyelhetők meg zivatarok. A zivatar fél óra alatt jelentős távolságot tett meg keleti irányba, az országhatár felé, sőt át is lépte azt. A sebesség megállapításához először az ország tényleges méreteinek ismeretében a térkép léptékét kell megállapítani. Utána ki lehet nyomtatni egy képet, és arra vonalzóval átrajzolni a zivatar egy-

mást követő helyzeteit. Ezután a sebességvektor nagysága és iránya könnyen meghatározható. De ha egy diák ismeri a képszerkesztő programokat, akkor elektronikusan is egyetlen képre másolhatja a zivatart.

A radarkép csak egy lehetőség a sok közül. Ingyenes és bárki hozzájuthat a sok időjárás-kutató állomás adataihoz, vagy az űrtávcsövek által készített képekhez, vagy a tengerben úszó mérőbóják pozícióihoz.

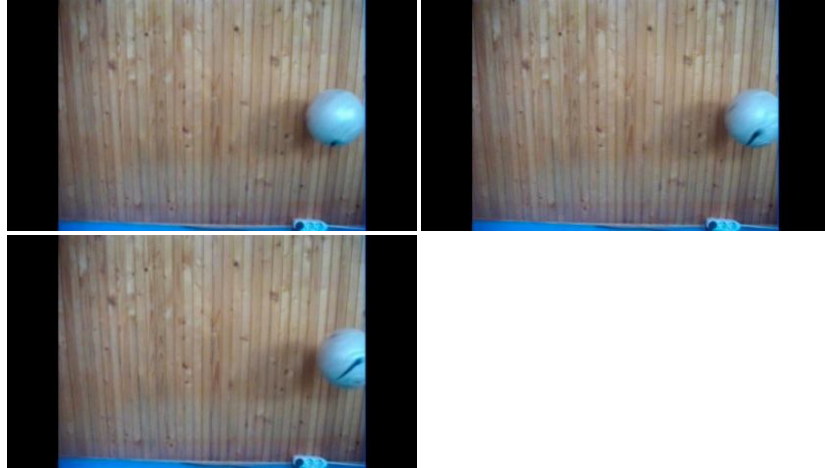
3.5.1. Videóanalízis fényképsorozat kiértékelésével

Egy egyszerű fényképezőgéppel, mobiltelefonnal érdemes felvenni valamilyen nem túl gyors mozgást, például ahogyan az eldobott labda visszapattan a talajról. A felvételt megfelelő editor programmal meg lehet nézni, ki lehet kockázni. A bemutatott képek készítéséhez egyszerű FUJI digitális fényképezőgépet és a VideoPad editor ingyenes változatát használtam. A képsorozat előállítására 10 percet vett igénybe. A felvételek első ránézésre is sok mindent elárulnak a mozgásról.



14. ábra

A képek a Föld felé eső labda mozgását mutatják. A vonatkoztatási test lehet a kép jobb alsó sarkában levő elosztó, a lambéria csíkjai testesítik meg a vonatkoztatási rendszert. A valójában függőleges lambériák jól megfigyelhető torzulása a használt fényképezőgép optikájának torzításából fakad. Látható, hogy a torzítás a kép közepén a legkisebb. A labda egyre nagyobb sebességgel mozog a talaj felé, képe egyre jobban elkenődik.



15. ábra

A képek a talajról visszapattant labda mozgásának egy részletét mutatják. A pattanás után a sebesség jóval kisebb, a labda képe élesebb. A fekete mintázatot követve megfigyelhető a labda forgása is. Kicsit jobban megnézve az egymás utáni felvételeket megszámolható, hogy a labda a hány lambéria-csíkkal mozdult el vízszintesen két felvétel között. Ez nagyjából egynek adódik, aminek változatlan volta arra utal, hogy a repülő labdára nem hatott számottevő vízszintes erő.

Gyakorlati segítség: A felvételek kiértékelését megkönnyíti, ha az időmérés pontosítása miatt egy digitális, tizedmásodperceket is mutató számlapját is lefotózzuk, valamint ha a mozgás hátere egy négyzetrácsos lepedő, vagy alkalmas mintázatú fal, ahol könnyű meghatározni a távolságokat.

3.6. A probléma alapú tanulás

Egy új oktatási módszer megjelenése általában egy régi válsághoz kapcsolódik. A régi módszerek válságának egyik fő oka, hogy az emberiség által birtokolt tudás mennyisége rohamosan növekszik. A tudományágak gyorsan fejlődnek, új területek jelennek meg, mint a fizikában például a számítógépes szimulációk szakterülete. Gyakran elmosódnak a tudományhatárok. Mindez a tudomány művelésében is új trendek kialakulásához vezet. Manapság a tudomány sokkal inkább együttműködés kérdése, mint korábban. Egyetlen ember nem képes birtokolni a lényeges

tudományos felfedezéshez szükséges ismereteket, a felismerések mögött kutatócsoportok állnak. Az iskolák, a tananyagok nem követik a gyors változásokat, így gyakran előfordul, hogy a diák hétköznapijaiban olyan tudományos eredmények, új anyagok, technikai eszközök játszanak mindennapos és fontos szerepet, amelyekről az iskolában még csak nem is hall. Az érettségi anyag megáll a huszadik század elején az akkor modernnek nevezett fizikánál.

A probléma alapú tanulás az amerikai orvoscsoportokban született 30 évvel ezelőtt. Az egyre gyarapodó elméleti és gyakorlati ismeretanyagot a hagyományos módon elméleti kurzusok majd az azokat követő kórházi gyakorlatok segítségével próbálták átadni a hallgatóknak. Mindez a tananyag növekedésével egy ponton túl nyilvánvalóan lehetetlen volt. Ugyanakkor a diákok kimerültek a kórházi gyakorlatuk során és komoly nehézséget jelentett számukra az elméleti órákon tanultak összekapcsolása a gyakorlattal. A megoldást a hagyományos orvos-beteg interjúk megfigyelése jelentette. Ilyenkor az orvos a beteg egy konkrét problémáját próbálja megoldani, miközben saját és a számítógépekben tárolt ismeretekre támaszkodik. Elegendően sok találkozás a betegségekkel, betegekkel szakértői tudás kialakulását eredményezi. A hosszú éve praktizáló háziorvosok így tudnak sok beteget biztonságosan és gyorsan ellátni, vagy a megfelelő helyre továbbküldeni. Az ehhez a tevékenységhez hasonló probléma alapú tanulási módszer gyorsan terjedt el más iskolatípusokba is.

Sikeres megvalósításához néhány feltételnek teljesülnie kell. A tanulóknak elkötelezettnek kell lenniük és motiváltak, felelősséget kell érezniük a saját tanulásukkal kapcsolatban. A megoldandó problémának rosszul strukturálnak kell lennie. Egy probléma megoldása akkor nehéz és érdekes, inspiráló, ha nehezen megfogható maga a feladat. A probléma strukturálása, körüljárása, konkrét megfogalmazása már szinte félmegoldása. A kicsit homályos, nem teljesen precíz kérdések alkalmasabbak a probléma megoldó gondolkodás megindítására. A kutatás során természetes folyamat a részismeretek összekapcsolása, integrálása. Ez a különböző tantárgyak, tudományterületek közötti kapcsolatokat jelent. Ugyanilyen fontos a kapcsolat a kutatást végző csoport tagjai között is.

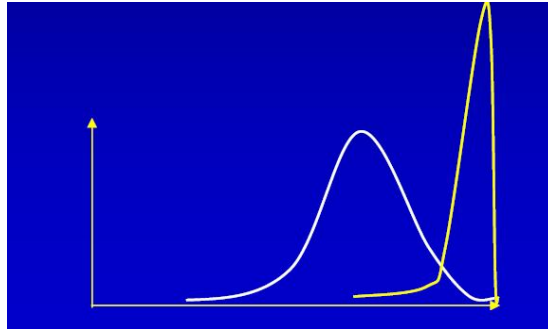
A PBL alkalmazása során az oktatóknak meg kell arról bizonyosodnia, hogy az információk szabadon és gyorsan áramlanak a tanulók között. A diákok persze végezhetnek egyéni kutatást, de az eredmények csoportszinten meg kell beszélni. A tanultakat össze kell foglalni a folyamat vé-

gén. Nagyon fontos, hogy a diákok értékeljék önmagukat és társaik tevékenységét is, a kutatás eredménye a valós világban hasznosítható tudásnak kell lennie. A diákok előre haladását vizsgán kell felmérni, és probléma lapú tanulásról akkor beszélhetünk, ha a kurzus erre alapszik, és nem egy hagyományos kurzus felfrissítéséről, kiegészítéséről van szó.

3.7. Carl Wieman eredményei

Nem csak az iskolában tanulunk. A hétköznapi élet számos feladatának elvégzését – kisebb nagyobb bevásárlás, ügyintézés, vonatjegyvásárlás – a szülői példa és útmutatás alapján valódi élethelyzetekben tanulják meg a gyermekek. A mozgást, járást, a kommunikáció alapjait velünk született, az elmélyült figyelemre és az utánzásra, próbálgatásra alapuló tanulási stratégiával igen fiatalon tanuljuk meg mindannyian. A nagyobb gyermekek önállóan olvasva, az internetet böngészve, interaktív játékokat játszva tanulnak. Melyek a sikeres tanulás fontos tényezői? A kérdés megválaszolása több tudományterület eredményeinek együttes áttekintését igényli. A kutatások ma is folynak az agy működésével, a megismerés pszichológiájával kapcsolatban.

Az alábbiakban az amerikai Brit Columbia egyetemén Carl Wieman vezetésével folyó kutatás néhány – a tanulás megtervezésében jól hasznosítható – eredménye következik (Wieman 2008). Wieman és kutatócsoportja azt a célt tűzte ki, hogy a legújabb pedagógiai és módszertani ismeretek felhasználásával megalkossa, megtalálja a természettudományok oktatásának bizonyítottan hatékony módját az egyetemeken. Az oktatás hatékonyságának méréséhez érdemes a dolgozatok megfelelő összeállítása és a pontszámok figyelmes értékelése. Jó, ha diagnosztikus kérdéseket is felteszünk, tanulságos lehet a tudásszerkezet egy részének feltárása a fizikai tudásbázis hierarchiájának eltérő szintjeiről, de ugyanazzal a témakörrel kapcsolatban választott feladatokkal. Az eredmények birtokában ábrázolhatjuk a csoportba járó tanulók pontszám szerinti eloszlását. Az eloszlás változása jó képet ad a csoport haladásáról.



16. ábra

A kép két tanulócsoport eredményét mutatja be. A vízszintes tengelyen a számonkérésen elért lehetséges eredményeket (pontok), a függőleges tengelyen az adott eredményt elért tanulók számát ábrázolták

A bal oldali görbe tanulócsoportját egy átlagosan képzett tanár oktatta, míg a jobb oldali görbéhez tartozó csoportot úgynevezett szakértő-tanár. Ez utóbbi esetben egyrészt mérhetően hatékonyabb volt a tanítás, másrészt csökkent a diákok közötti különbség is. Mik azok a tudományosan is igazolt tények, amivel minden oktatónak tisztában lennie?

1. A megfelelő motiváció a hatékony tanulás alapja. Mutassuk meg a diákoknak, hogy a tananyag érdekes, megfelelő erőfeszítéssel elsajátítható és hasznos. Megtérül a tanulásba befektetett energia.
2. A tanítás nem pusztán információk szétosztása, a tanulás intenzív mentális tevékenység és nem csupán a tananyag megjegyzését jelenti. A tanár inkább edző és nem a tudás forrása. Inkább kérdez, mintsem tényeket közöl.
3. A rendszeres, gyakori és részletes visszajelzés a diákok felé előre haladásukról nagyon fontos.
4. A tanulókat meg kell tanítani tanulni, el kell nekik magyarázni miről ismerik fel, hogy megtanultak valamit.
5. A tanulók ismerjék meg az alkalmazott tanítási módszert.
6. Az oktató legyen tisztában a diákok gondolkodásmódjával.
7. A tények mellett azt is meg kell mutatni, hogyan szerveződik alkalmazható ismeretté a megszerzett tudás.
8. A hatékony tanítás mindenki által megtanulható, izgalmas kihívás.

Wieman a tanárokat arra biztatja, hogy inkább kérdezzenek a diákoktól, mert ez fenntartja érdeklődésüket és segít nekik abban, hogy saját energiáikat mozgósítsák. A Wieman által javasolt módszertan a kutatómódszer. Ennek sikeres, osztálytermi alkalmazásához hozták létre a cwsei.edu honlapot illetve alkották meg a honlapon található interaktív szimulációkat. Természetesen a tanítási környezet átírhatja a fent alapelveket, vagy más szabályok követését teheti szükségessé.

Irodalom

- Berentés Éva (2012): Az érett személyiség. Pro Personal Kiadó, Budapest.
- Chrappán Magdolna (2011): A természettudományok tanításának elméleti alapjai. Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok. Debrecen.
- Ferenczi Gyula & Fodor László (1994): Comeniustól a reformpedagógiáig. A klasszikus oktatáselmélet és a rendszerszemléletű didaktika alapjai. Iskolakultúra, 4: 7–11.
- 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.
- Overview of learning styles (2010): www.learning-styles-online.com/overview/ letöltés: 2010.09.03
- Savery, John R. (2006): Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 1/1: 3. Online: 2006.5.22.
- Trundle, K. C. & Bell, R. L. (2010): The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. Computers and Education, 54: 1078–1088
- Wieman, C. (2008): What all instructors should know about learning. http://www.cwsei.ubc.ca/Files/Wieman_talk_Mar2008.pdf, letöltés: 2010.08.3.

A digitális forradalom

A 2000-es évek környékén Magyarországot is elérte a változáshullám, amit digitális forradalom néven nevezhetünk. A digitális forradalom lényege az infokommunikációs technológia eszközeinek elterjedése. Az emberek beleértve a gyerekeket is tömegesen használják a mobilkommunikációs eszközöket – mobiltelefont, tabletet, természetesen az internetet, az olyan közösségi oldalakat, mint a facebook vagy google+. 2014 tavaszán korlátozott példányban már megvásárolható volt a google szemüvegbe épített számítógépe, aminek alkalmazásait hanggal lehet irányítani és aminek képe közvetlenül a szem elé vetítve jelenik meg. A szemüveg lehetővé teszi azt, hogy a felhasználó azonnal megossa az általa látott képet a közösségi hálón, mintegy élő közvetítést adva saját életéről. A kutatók egy része úgy gondolja, hogy mindez olyan gyors és ugrásszerű változást okoz az emberek életében, amit joggal nevezhetünk szingularitásnak. A digitális szingularitás a hagyományos élet minőségi változását jelenti, amely gyökeresen új világot hoz létre. A digitális bennszülöttek a szingularitás utáni időben nevelkedett gyerekek, akiket már csecsemőkortól 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 (Gyarmathy 2012). Az 1980-as évekhez képest is, alapvetően megváltoztak tehát az iskolába járó gyerekek.

Mik a legfontosabb tünetek?

„A digitális környezetben nevelkedő gyerekeket rendkívül sok inger veszi körül. Idegrendszerük megtanulja ezeket feldolgozni (Gyarmathy, 2012). A figyelmi funkciók ennek megfelelően fejlődnek. Egy mai tanuló szokásos

munkamódja például a leckeírás esetén, hogy párhuzamosan a házi feladatot készítésével chat-tel, letöltött ezt-azt, ír néhány sms-t, válaszol néhány barátjának, és zenét hallgat.

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, sok esetben a digitális játékokon nőnek fel.

4.1. Hogyan változtak meg a diákok?

Prensky 10 pontban foglalja össze azt, hogy az új nemzedék mennyiben más, mint a szingularitás előtt születettek (Prensky 2010).

Az egyik a megnövekedett sebesség. A digitális játékok néhány ujjmozdulattal, villámgyorsan irányíthatóak. Az interneten való böngészés során egy kattintás is elegendő az új információs oldalak megjelenéséhez. Érdeemes átgondolni, hogy mennyi idő telt el korábban, amíg a gondolat megszületése után a könyvtáros kihozta a kért könyvet. A számítógépes környezetben ellenben a tevékenység szinte a gondolkodás sebességével történhet. Az ötlet, a gondolat azonnal megnyilvánulhat néhány megfelelő ujjmozdulat – rándulás, érintés – formájában.

A párhuzamosság megnyilvánulásait sokszor láthatjuk a hétköznapi életben. Az mp3 lejátszók lehetővé teszik a zenehallgatást, miközben közlekedünk, vagy akár előadást hallgatunk. Hasonló a helyzet a telefonálással is. A digitális bennszülöttek gyakran úgy hallgatják a tanár előadását, hogy közben a tabletjükön matatva hamarabb kapják meg a szükséges információt, mint ahogyan azt a tanár elmondja. Ha otthon tévénak és jön a reklám, már nyúlnak is a tablet után, hogy felmenjenek a facebookra és megosszák gondolataikat a barátaikkal, vagy folytassanak egy félbe-

gyott digitális játékot. Végül jellemzővé válik a párhuzamosság a napi cselekvések során.

Mindez kihat a gondolkodásra is. A hagyományos, algoritmikus, lépésről lépésre való információszerzés, feldolgozás és gondolkodás helyébe egy új stratégia lép, amit inkább jellemez a párhuzamosság és az információkhoz való szabad – tehát mindenféle sorrendiségtől független – hozzáférés. Kisiskolás korunkban tanultunk egy mondást: dolgozni csak pontosan, szépen, ahogyan a csillag megy az égen, úgy érdemes! Sokan úgy vélik, hogy a szingularitás utáni gyermekek nem lesznek képesek elegendően elmélyült, logikus gondolkodásra mivel a párhuzamossághoz és nagy sebességhez szoktak hozzá. Mások úgy gondolják, hogy a digitális környezetben is megőrizhető a soros és lépésről lépésre való gondolkodás és információkezelés, mert egyes élettevékenységek továbbra is ilyenek maradnak. Például a könyvolvasás. Új képesség erősödik viszont meg: az adatok aprólékos elemzése és rendszerezése helyett a bennük rejlő minták villámgyors átlátása.

A hagyományos világ gyermekei elsősorban olvastak. A szövegek megértését esetleg egy-egy kép, ábra, illusztráció segítette. A szöveg a gyermek képzeletében vált élővé, képpé. Az internetes világban ez jelenleg másképpen van. A honlapokon a képek jelentik a fő tartalomhordozó eszközt, és a képek magyarázására jelennek meg a rövidebb szövegek. A diákok általában meg sem kísérelik a hosszabb szövegek elolvasását, értelmezését. Kényelmetlennek érzik a lelassult tempót, nehéznek a gondolatok felfogását. A kutatások szerint is, akkor tudják befogadni a tartalmat, ha az képben jelenik meg és némi – néhány mondat, tehát azonnal átlátható – magyarázat tartozik hozzá. A képek gyakran szimbólumok, amelyek nyelvtől és technikai eszköztől függetlenül hasonló tartalmat hordoznak. Aki kiismeri magát egy androidos telefonon, az hamar belejön a tablet használatába is, hiszen az operációs rendszer ugyanazokat a szimbolikus képeket használja mind a két eszköz esetében. A vizsgákon a diákról a leginkább a képeket tudják felidézni a hallgatók, erre még akkor is képesek, ha egyébként a kép jelentéséről fogalmuk sincs.

Világos az is, hogy a szemüvegbe épített telefon használója – ha úgy akarja – soha nincs egyedül. A digitális bennszülöttek hozzászoknak ahhoz, hogy az internet révén szinte mindig elérik a társaikat. Villámgyorsan szerveznek találkozót, vagy reagálnak a csoporton belül támadt konfliktusokra. A kisebb gyerekek akár védtelenül is maradhatnak ebben a

világban, hiszen a jelenlét és gesztusok nélküli kommunikációban ott a félreértés számos lehetősége, amit csak tetéz, ha a társ hirtelen kilép, és a partner egyedül marad zavaros gondolataival. A kapcsolatok terén és általában is, a mobil kommunikációs eszközök a térbeli korlátok leomlásához vezettek.

A digitális játékok logikája az azonnali visszajelzés. Ha sikeresen végigmegy a játékos a pályán, azonnali jutalmat, megerősítést kap, ha hibázik, azonnal elbukik. Az ezeken a játékokon felnőtt gyermekek igénylik a tevékenység azonnali megerősítését, és nem jellemző rájuk a türelmes várakozás képessége, ami a hagyományos világ egyik sarokköve volt, gondoljunk csak „a türelem rózsát terem” – mondásra. A mai kor gyermekei nem állnak meg: ha elakadtak valahol, azonnal újra próbálkoznak, vagy új utat keresnek. Érzik, hogy sietniük kell, az idővesztés nem előnyös a játékban. Gazdag fantáziavilág jellemzi őket, amit az életszerű monitorokon futó TV-műsorok, játékok, a filmekben megjelenített sorozathősöket körülvevő kitalált világok képei színesítenek. Ha tehetik, egyszerűen elsüllyednek ezekben a világokban, figyelmen kívül hagyva a hétköznapi valóságot. Halt már úgy meg tinédzser, hogy a játék közben elfelejtett, vagy nem akart enni, inni, aludni. A szórakoztató ipar legcsábítóbb termékei a virtuális valóságok, illetve a virtuális valóságban zajló játékok. A virtuális valóság nagy felbontású térbeli képe a valóság illúzióját kelti, és reagál a játékos mozdulataira. Egyetlen kézmozdulattal teremthetők ebben a világban és az általam létre hozott tárgyak a fizika és a játék törvényeit követve életre kelnek.

Érthető, hogy a digitális bennszülöttek inkább játszanak, mint dolgoznak. Bár, a hagyományos, tehát a szingularitás előtti kor sikeres emberei is gyakran úgy fogalmaztak, hogy szerencsére a munkájuk egyben a hobbijuk, felnőttes játékuk is. Egyesek szerint a játékok logikája sokban követi a valós világ logikáját, és felkészülést jelenthet az életre, a versenyre, megtaníthat együttműködni.

A nevelők tapasztalatai szerint akkor veszélyes a játék, ha a szülőt próbálja pótolni. A szerető emberi gondoskodás helyett a gyereket odaültetik a játék elé, és ő azzal tényleg jól elvan, szavát sem hallani egész nap. Ez a veszélyes helyzet, amikor a gyermek rosszul fog kijönni a szülő és dadapótló szórakozásból. De ez nem a digitális korszak, vagy a játékok hibája. Egy kis konyhai főzőcske is ártalmas lehet megfelelő felügyelet és irányítás nélkül.

Az új nemzedék tagjai számára megszokott a technikai eszközök jelenléte és használata, szemben a hagyományos kor gyermekeivel, akik gyakran idegenkednek az újdonságoktól. Megfigyelték azt is, hogy a játékok és számítógépek használata megváltoztatja a felhasználók tulajdonságait, látszólag durvább és triviálisabb – egyértelműbb – a kommunikációjuk, hiszen olyan közegben kell félreértés nélkül kifejezni magukat, ahol hiányzik a személyes jelenlét. A tapasztalt vezetők tudják, hogy rázós dolgokat nem érdemes e-mailben, vagy skype-on megbeszélni, a személyes jelenlét biztonságosabbá teszi a kommunikációt, sok olyan csatornát megnyit, amit még a webkamerák sem.

Mindezek miatt a digitális bennszülöttek más módon ismerik meg a világot. Elsősorban unalmasnak látják a hagyományos módon működő iskolát. Ők nem ahhoz vannak szokva, hogy apránként, lépésről lépésre magyarázzák el nekik a dolgokat, az ilyen próbálkozásra képtelenek figyelni. Rögtön előkerül a zsebből a kütyü és kezdődik a pörgés, vibrálás, kattintás. A hagyományos korban születettek által működtetett iskolában az új nemzedék új képességei gyakran inkább akadályt jelentenek, mint előnyt.

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. Az agyunk folyamatosan változik, képes magát újraszervezni, szükség szerint új kapcsolatok alakulnak ki az agy korábban lazábban kapcsolódó részei között és ez az idegrostok számának növekedéséhez vezet. Az agy tehát alkalmazkodik az őt ért ingerekhez, fizikailag is.

„Az agy teljes gyermeki és felnőtt életünk folyamán folyamatosan újraszervezi magát; ezt a jelenséget technikailag neuroplaszticitásként ismerjük. Zenészek és zenével nem foglalkozók agyának MRI-vel (mágneses rezonanciavizsgálat) történt összehasonlítása kimutatta, hogy zenészek nyúltagyának mérete 5 százalékkal nagyobb; ez az intenzív zenei gyakorlatoknak tulajdonítható.” (Prensky 2001)

Ez azt jelenti, hogy a digitális bennszülöttek agya fizikailag is más lehet, mint a szingularitás előtt születetteké, hiszen eltérő ingerkörnyezetben nőttek fel. A kutatások szerint az agy plasztikus, de ugyanakkor konzervatív is.

„(...) 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.” (Prensky 2001)

5–10 héten át napi 100 percen át tartó nagy koncentrációval, odafigyeléssel végzett tevékenység következtében mutatták ki az agy átszerveződésének jeleit.

4.2. Játékosítás

Ezen tapasztalatok birtokában egyes kutatók arra a következtetésre jutottak (Prensky 2010), hogy a számítógépes játékok jelenthetik azt a kulcsot, ami kinyitja a jövő generáció számára a tudás palotájának ajtaját. A megfelelően tervezett játékok segítségével a tanulás korábban kipróbált módszereit észrevétlenül, élvezetes tevékenység közben lehet megvalósítani. A számítógépes játékokra alapozott tanulás azonban 2006-os első megjelenése óta nem oldotta meg a problémát, ám kétségtelenül a tanulás – tanítás egyik választható módjává vált. Különösen, ha ide soroljuk a számítógépes kvízzjátékokat (fizikusok.hu), gyakorló tesztek használatát, ami lehetővé teszi, hogy a diák önállóan, interaktívan gyakoroljanak. A tananyag digitális formában jelen van a világhálón (sulinet digitális tudásbázis).

A tanulás egyik módszere a gyakorlás (próbálgatás) és megerősítés elvén alapszik, így tanulunk hangszeren játszani. Ha rossz billentyűt ütünk le, a megszólaló rossz hang azonnal megmutatja, hogy eltévesztettük a dallamot. A számítógépes játék során a próbálgatás gyakori stratégia. Alapvető kognitív pszichológiai tény, hogy a leggyorsabban akkor tanulunk, ha magunk is cselekszünk. A játékok állandó tevékenységre készítik a diákot. Habár – jegyezzük meg – ez egy korlátozott aktivitás, ami néha csak egy két ujj és a szemgolyók mozgását igényli. A játék lehetőséget ad az interaktív tanulásra, a játékos döntéshelyzetbe kerül, célvezérelt tevékenységet végez vagy kérdéseket kell megoldania. A szerepjátékok a tanulást segítő környezetbe helyezik a tanulót, játékost. A megfelelően tervezett játék alkalmas lehet a konstruktivista tanulási modell megvalósítására is. Sajnos a mai gyerekek általában olyan játékokkal játszanak, amik csupán néhány tevékenység mechanikus ismételtetését kívánják és inkább pályakövetést kívánó ügyességi játékok. A játékos tanulás, vagy

gamification ennek ellenére esetenként működő lehetőség, akár számítógép nélkül is.

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.

A valószínűség számítás játékosítása történik a kártyajátékok egy részében, vagy a kockajátékok esetén. Az egyszerű kockajáték dobhatunk 5 kockával. 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 közelről 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 gázrészecskék 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 millió-

szor ismételhető. A játékosítás ilyen számítógépesítéséhez egyszerű programozói tudásra van szükség. Az ilyen számítógépesített játék valójában egyszerű szimuláció, melynek használata során a fizikusokhoz, kutatókhoz hasonló módon fedezheti fel a diák a világot.

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!

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 feketére tesztek (és a teljes pénzemet) taktika esetén. A számítógépes játékban 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 a játékszabályokat kell csak kialakítani.

Tapasztalatom szerint a diákok nehezen építik be a világképükbe 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 ha van az új energiának megfelelő energiájú állapot az atomban, de csak akkor lépnek. 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.

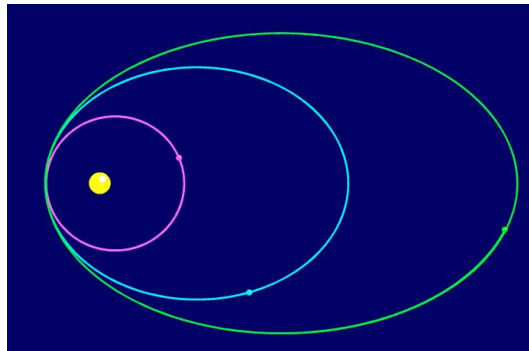
Az alábbiakban a fizikai OKTV egyik döntőjére kitalált eszközt ismertetem. A döntőben persze mérési feladatot kellett végezni, de az egyszerű mérőeszköz alkalmas a játékosításra is. Az OKTV döntőjében használt, az erőtér szemléltetésére alkalmas eszköz alapötlete a billiárdnak az a változata, amikor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

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

4.3. Szemléltetés szimuláció felhasználásával

Az interaktív szimulációk felhasználásának egyik módja, amikor a diákok kísérleteznek a szimuláció segítségével. A valódi, igazi eszközökkel a diákok által elvégzett kísérletnél nincs jobb, néha azonban nehézséget okoz a kísérlete elvégzése. Lehet, hogy nincs elegendő eszköz. Bizonyos kísérletek elvégzése iskolai körülmények között egyáltalán nem lehetséges. Az interaktív szimulációk látványos grafikájának köszönhető felhasználásuk másik lehetősége, a szemléltetés. Ilyenkor a tanár a számítógépen idézi elő a jelenséget, a megfelelő kezdeti paraméterek változtatásával beszédes ábrákat hozhat létre, amelyek jól segítik a diákok képzelő erejét.

Gyakorlati segítség: Tegyük fel, hogy a bolygómozgásokról szeretnék egy kifejező ábrát a tananyaghoz illeszteni. A google-kép keresés az egyik lehetőség. Megrajzolhatom én egy rajzolóprogrammal. Gyorsabb azonban, ha a megfelelő szimuláció használatával állítom elő az ábrát.



17. ábra

*Az ábra a <https://phet.colorado.edu/hu/simulation/my-solar-system> címen elérhető *Az én Naprendszerem* nevű szimulációval készült.*

Az ilyen ábrák elkészítése nagyon gyorsan megy, a szimuláció által generált képet a képernyő mentésével a vágólapra kell helyezni (print-

screen gomb) majd a vágólapról például a Gimp-programba beszúrva lehet a megfelelő részletet kiemelni, vagy szöveges magyarázatot hozzáfűzni.

4.3.1. A Rutherford-féle atommodell

A következő óraterv egy atomfizikai órán mutatja be a szimuláció felhasználását. A téma a Rutherford-féle szórás kísérlet, ami a szimuláció használata során válik igazán szemléletesé a diákok számára.

Az óra leírása:

Az órakezdetre a hiányzók számbavételével, beírásával telik. Utána a tanár ismétlő kérdésekkel mozgatja meg a diákokat. Ráirányítja figyelmüket az óra témájára és központi kérdésére: miből van a világ? Ebben a részben a gyerekeknek lehetőségük van elmondani a korábban tanultakat, illetve saját elképzeléseiket.

A válaszok illetve a diszkusszió során nagyjából a következő kép rajzolódik ki, erősödik meg a diákokban:

Démokritosz az ókori Görögországban azt gondolta, hogy az anyag oszthatatlan építőkövekből áll. Az atom görög szó, oszthatatlant jelent. A gáz atomjait nem látjuk, ezért azokat nagyon kicsinek gondolták a fizikusok. A ritka gázok viselkedését jól meg lehetett érteni, ha atomjaikat rugalmasan pattogó billiárdgolyónak képzelték el.

Thomson a katódsugárzás vizsgálata során megállapította, hogy a katódsugárzás kis tömegű és negatív töltésű részecskék, elektronok árama. Az atomban ezek szerint elektronoknak kell lenniük. Ugyanakkor pozitív töltésű része is van az atomnak, hiszen az anyagok általában elektromosan semlegesek. Mivel pozitív töltésű részecskéket Thomson nem tudott megfigyelni, feltételezte, hogy a pozitív töltés egy massa jellegű közegben oszlik el. Az általa elképzelt atom már nem billiárd golyó. A pozitív töltésű masszában, mint pudingban ülnek az elektronok, mint apró mazsolák.

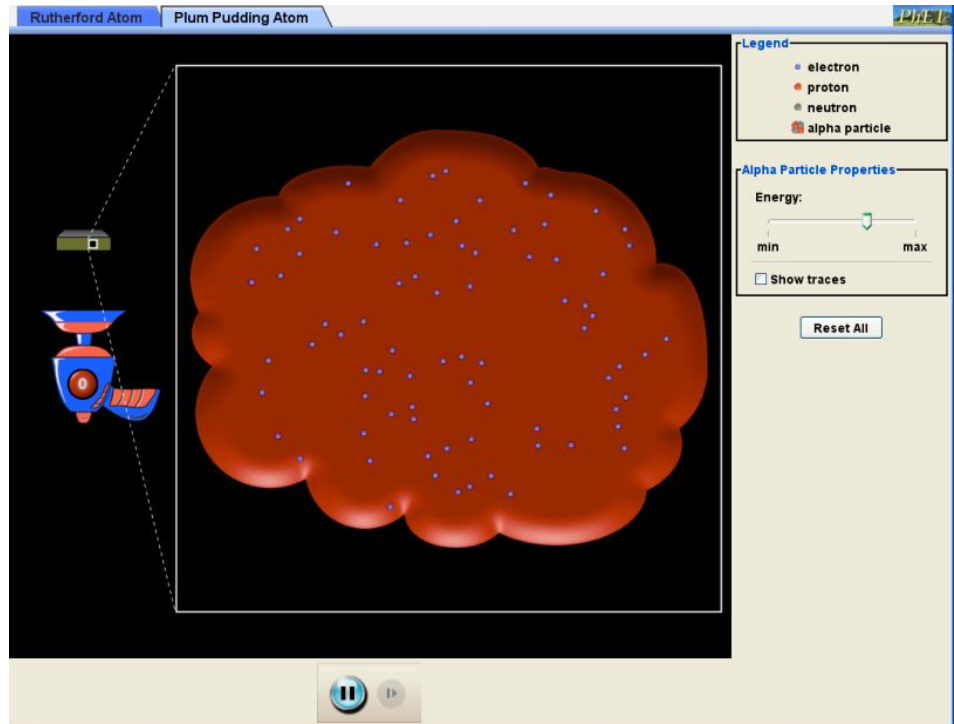
Mi történne, ha a Thomson atomot nagy tömegű és pozitív töltésű alfa részecskékkel bombáznánk?

A tanár válaszul elindítja a szimulációt és pár szóval bemutatja azt.

A hajszárító alakú eszköz alfa részecskéket bocsát ki egy szélesebb sugárban. A részecskék számsűrűségét lehet állítani. Kiválasztható, hogy a részecskék a Thomson féle atomot bombázzák.

A tanár elvégzi a szimulációt. A gyerekek nézik a kivetített képet és próbálják megérteni a történeteket:

Miért nem pattannak vissza az alfa részecskék?



1. kép

A szimuláció kezelőfelülete a Thomson-atommal

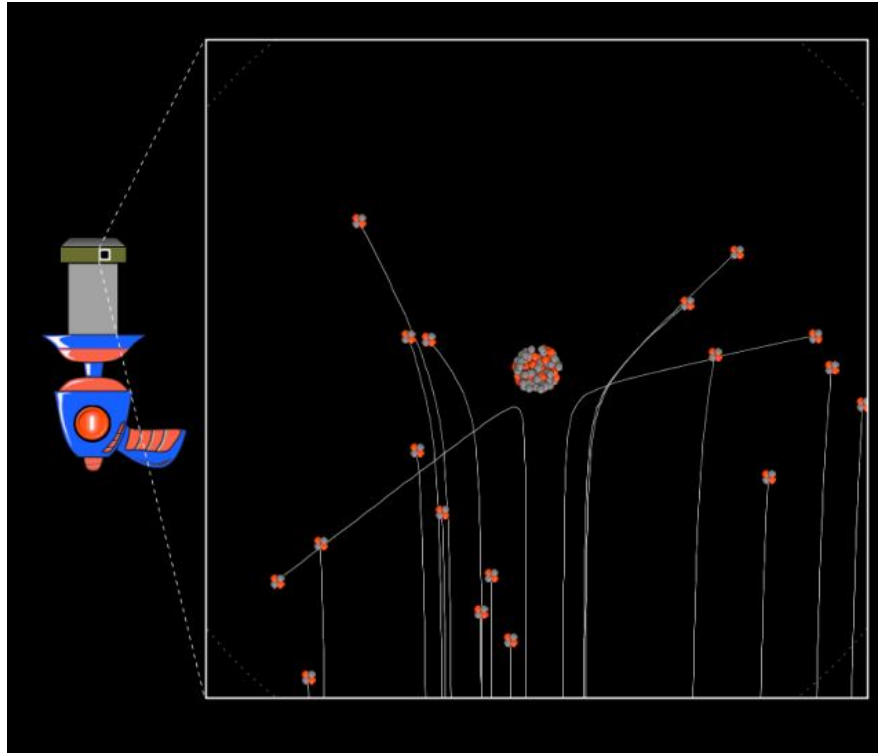
A kísérlet elvégzése idején még nem tudták pontosan, hogy milyen az atom, mik az alfa-részecskék, de sok kísérletet korábban elvégezve azt tapasztalták, hogy a nagyon vékony fémrétegen az alfa részecskék áthaladnak.

Miért nem változtatják meg az irányukat legalább? Ez utóbbi kérdésre a válasz: A Thomson atomban az atom tömege és töltése is nagyjából egyenletesen oszlik el, az atomon áthaladó alfa-részecskére minden irányból ugyanolyan erők hatnak, ezért pályája egyenes marad, nem térül el se jobbra, se balra.

Ez után a tanár ismerteti Rutherford atommodelljét. Az atom pozitív töltése és csaknem teljes tömege az atommagban összpontosul, ezt veszik

körül a jóval kisebb tömegű elektronok. Mi történne, ha az alfa részecskékkel a Rutherford-féle atomot bombáznánk?

A tanár a szimulációban ezúttal a Rutherford-atomot állítja be. Különböző atomokra is elvégezhető a kísérlet, a program az alfa részecskék pályáját is berajzolja.



2. kép

Az atommag eltéríti az alfa-részecskéket

Együtt vonják le a következtetést: Az alfa-részecskék egy része most is lényeges irányváltozás nélkül halad át az atomon. Ezek a magtól távolabb haladnak és érthető, hogy a kis tömegű elektronok között szinte eltérülés nélkül haladnak tovább. Az a néhány részecske, amelyik eltalálja a magot, jelentősen megváltoztatja haladási irányát.

Összefoglalva: A szóráskísérlet eredménye az egyenletes töltés és tömegeloszlású atom-modell helyett a nagy tömegű és pozitív töltésű, kis-méretű atommag létét igazolja.

Az óra végén lehetőség van tudománytörténeti vonatkozások megbeszélésére, az igazi kísérlettel kapcsolatos forrásanyagok tanulmányozására. Honnan származnak az alfa-részecskék, hogyan figyelték meg az eltérülést, mit gondolt Rutherford az általa tökéletesített atommodellről?

Ezen az órán a szimuláció, mint okos szemléltető eszköz szerepelt.

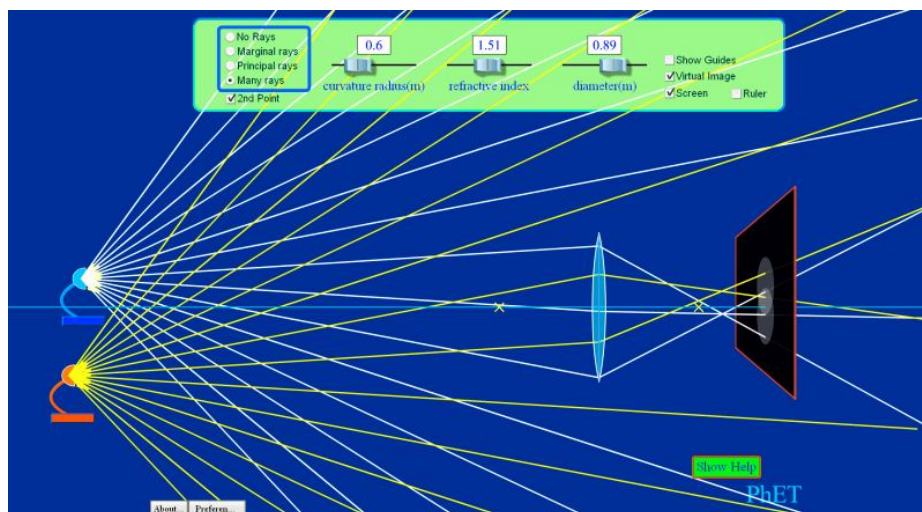
lépés	óra menete	cél	munka forma	felhasznált eszköz	idő (perc)
1.	Óraszervezés			Osztály-napló	4
2.	Ismétlő kérdések: Miből van a világ? Miért nem látjuk az atomokat? Miért gondolta Thomson azt, hogy az atomban elektronok vannak? Hogyan képzelte el Thomson az atomokat?	A tanulók figyelmének a témára terelése, bevonásuk az órába személyes megszólítással, érdeklődés felkeltése	frontális munka		15
3.	A Rutherford kísérlet elvégzése. Mi történe, ha a Thomson atomot nagy tömegű és pozitív töltésű alfa részecskékkel bombáznánk? Miért nem pattannak vissza az alfa részecskék? Mi történe, ha az alfa részecskékkel a Rutherford-féle atomot bombáznánk?	A tanulók figyelmesen nézik a kísérletet és megfogalmazzák amit látnak.	frontális demonstrációs kísérlet, párbeszéd a diákokkal	Számítógépes szimuláció, internetkapcsolat, projektor	20

4.	A következtetés levonása: Hogyan változott az atomról alkotott kép?	A tanulók leírják a füzetbe a lényeges következtetést: A szórás kísérlet eredménye az egyenletes töltés és tömegeloszlású atommodell helyett a nagy tömegű és pozitív töltésű, kisméretű atommag létét igazolja.	frontális munka		5
5.	A tanár prezentációt vetít néhány tudománytörténeti érdekességgel. (Rutherford képe, véleménye az atommodellről)	A diákok figyelnek.	frontális munka	Számítógép, projektor	1

4.3.2. Optikai szimuláció használata

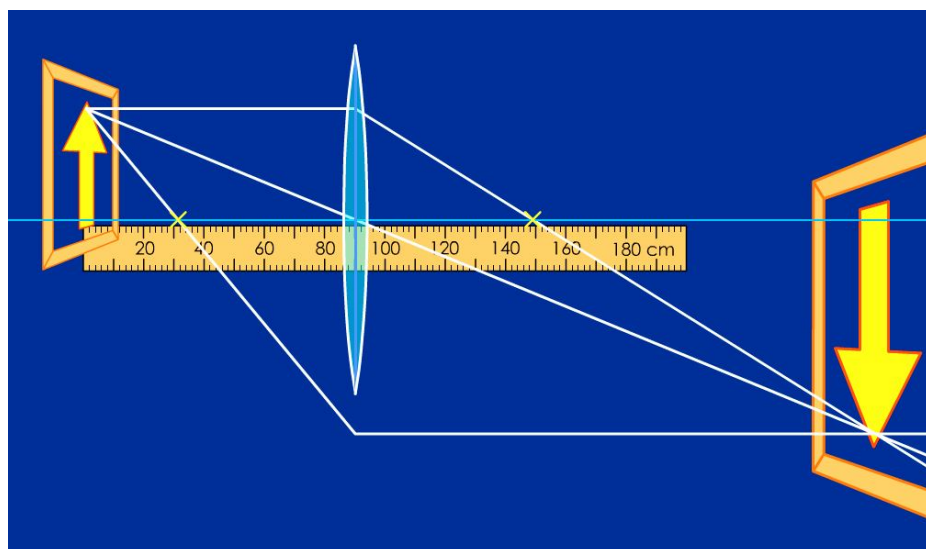
A „Phet” szimulációk között szerepel egy, a gyűjtőlencse tulajdonságait bemutató is.

Az alábbi példa mutatja, hogyan használható fel a tanítás során. Az óra kis átalakítással megtartható olyan teremben is, ahol csak a tanárnak van számítógépe. Ha csak néhány gép van, a diákok csoportban dolgozhatnak, ha van elegendő számú gép, lehetséges az egyéni munka is.



3. kép

Többféle fényforrást is be lehet állítani, változtatható a lencse gömbi sugara, törésmutatója, átmérője



4. kép

A szimuláció segítségével vizsgálható a gyűjtőlencse képalkotása, a nevezetes fénysugarak

Az óra menetének leírása:

Az óraszervezés után következhetnek az ismétlő kérdések a fény egyes vonalú terjedéséről, ami lehetővé teszi a fénysugárral való ábrázolását. Érdeemes megfogalmazni a fénytörésről, visszaverődésről tanultakat. Nem elsősorban a képleteket, hanem azok jelentését. A fény a sima felületről szabályosan verődik vissza, ha új, sűrűbb közegbe akkor általában megváltoztatja haladási irányát.

Ezt követően a tanár a rendelkezésére álló eszközökkel bemutatja a gyűjtőlencse alapvető tulajdonságát. A lencse a távolról, párhuzamosan érkező fénysugarakat fókuszálja. Majd számítógép és projektor segítségével megmutatja a szimulációt és arra kéri a diákokat, hogy mielőbb ismételjék meg a valódi kísérletet. Az, hogy a szimuláció a valódi kísérlet mellett szerepel és megismétli annak eredményét megerősíti a gyerekeket abban, hogy a szimuláció eredményét komolyan vegyék annak ellenére, hogy nem ismerik a működésének részleteit.

Ez után a tanár a képalkotás alapfogalmairól beszél. Elmondja az optikai leképezés során létrejött kép jellemzésére használatos fogalmakat. A kép lehet valódi és látszólagos, fordított, egyező állású, nagyított, kicsinyített. Ezután a diákok következnek, és önálló vagy csoportmunkában a tárgyat távolról közelítve a lencséhez megvizsgálják a gyűjtőlencse képalkotását. A tapasztaltakról a tanár segítségével készülhet az eredményeket összefoglaló áttekintő táblázat. Ez alapján kerülhet sor az eredmények összefoglalására. Az óra végén, de nem utolsó sorba kaphatnak helyet a gyűjtőlencsét használó optikai alkalmazások. Ilyenek a nagyító, a fényképezőgép, projektor. A gyerekek házi feladatként megfogalmazhatják, hogy melyik eszköz a gyűjtőlencse képalkotásának melyik esetét használja. Az óraterv azt is jól mutatja, hogy a frontális tanári munka, kiselőadás ugyanúgy jelen van az órán, mint az önálló kísérletezés.

lépés	óra menete	cél	munkaforma	felhasznált eszköz	idő (perc)
1.	Óraszervezés			Osztálynapló	2
2.	Ismétlő kérdések: Hogyan terjed a fény? Mi történik, ha a fény új közeghez ér?	A tanulók figyelmének a témára terelése, bevonásuk az órába személyes megszólítással, érdeklődés felkeltése	frontális munka		3

3.	A domború lencse fénygyűjtő tulajdonságának bemutatása, a fókuszpont megkeresése.	A tanulók figyelmen nézik a kísérletet és megfogalmazzák, amit látnak.	frontális demonstrációs kísérlet, párbeszéd a diákokkal		5
4.	A szimuláció bemutatása. A diákok derítsék fel a szimuláció működését, ismételjék meg a tanár által bemutatott kísérletet.	A diákok aktívan részt vesznek a kísérletezésben.	Önálló v. csoportos munka, a tanár szükség esetén differenciáltan segít, ellenőriz.	Több számítógép, tanári gép, projektor	10
5.	A tanár összefoglalja az optikai képalkotással kapcsolatos fontos ismereteket, az alkotott kép jellemzőit.	Az önálló munkához szükséges tárgyi tudás megalapozása	Frontális munka		5
6.	A tárgyat távolról közelítve a gyűjtőlencse képalkotásának vizsgálata a szimuláció használatával. A tanár javasolja, hogy milyen távolságokat érdemes választani.	A diákok aktívan részt vesznek a kísérletezésben.	Önálló vagy csoportos munka.	Több számítógép	15
7.	Összefoglalás, a tapasztaltak rögzítése. Utalás a fontos gyakorlati alkalmazásokra.	A diákok tanulásának segítése, az otthoni munka megkönnyítése.	Frontális munka		5

Gyakorlati segítség: A pedagógus életpálya modellben leírt kompetenciák nagy hangsúlyt fektetnek arra, hogy a tanár képes legyen a differenciált foglalkoztatás megvalósítására. A számítógéppel végzett önálló munka le-

hetővé teszi, hogy a diák a saját tempójában dolgozzon. Ha van otthon gépe, könnyen adhatunk neki személyre szóló, az érdeklődési körének, képzettségének és motivációjának megfelelő feladatot. A frontális tanári tevékenység során kevesebb esély van a differenciálásra, és a hátrányos helyzetű gyerekek órán gyakran visszahúzódnak. A számukra kiadott otthoni munka révén esélyt adunk a felzárkózásra, szinten maradásra.

4.4. Kísérletek a szingularitás után

A PC megjelenése és elterjedése után 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” márkánévvel 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. Olyan mérések elvégzésére nyílik lehetőség, amire 30–40 évvel ezelőtt nem is gondolhattunk. A mérés a fizika lényege. A fizikai mennyiségek a világ tulajdonságait teszik mérhetővé. Az objektív és megismételhető mérések teszik lehetővé, hogy meggyőződjünk a fizikai törvények igazságáról, vagy döntsünk arról, hogy melyik modell, elképzelés írja le jobban a valóságot. A mérés találkozás a természettel, a kísérlet során feltett kérdésre kapott válasz, aminek megértésére törekszünk. A mérés eredményéhez elengedhetetlenül hozzá tartozik a mérés pontosságának vagy más szóval a mérési hibának az ismerete.

A mérés általában 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 $U=RI$. Ez kissé sarkított megfogalmazás, de azért nem teljesen indokolatlan. Olvassuk csak el a tankönyve fejezetvégi összefoglalóit! Mit fognak tartalmazni?

Hát a képleteket, „vastagbetűs” törvényeket. A mérések során ezeket kell igazolni. Tehát mérjük meg a feszültséget: 12V, aztán az áramerősséget: 0,5mA. Na, gyerekek, mennyi az ellenállás? Az $R=U/I$ képlet alapján 2,4 kOhm „jön ki”, ami lám, rá is van írva az alkatrésze. Hasonlóan el szokták várni, hogy kijöjjön az $F=ma$ 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 mai nagy fizikai kísérletekben, például a CERN-ben megvalósuló részecskeütközések során, vagy az űrtávcsövek által megvalósított kutatásokban olyan nagy mennyiségű adat keletkezik, amelyek feldolgozása csak számítógépek, sőt az egész világra kiterjedő osztott számítógépes kapacitások (GRID), vagy szuperszámítógépek segítségével lehetséges. A mérés technika fejlődése, a szenzorok, szenzorhálózatok segítségével végzett számítógép vezérelte adatgyűjtés (adathalászat) eredményeit a mesterséges intelligenciát használó programok vizsgálják át, keresve a minket érdeklő összefüggéseket. A mérés, akár a számítógéppel vezérelt mérés megjelenése a tanítási órán ezért is indokolt.

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

4.4.1. Videó analízis

Közismert tény, hogy a mozgógép valójában gyors egymásutánban vetített állóképek sorozata. Az agy néhány tizedmásodpercig megőrzi a szem által látott képet, akkor is, ha az már eltűnt. Ezért látjuk a papagájt a megpörgetett érme hátoldalán levő karikába ülni. Az érme egyik oldalán egy karika van, a másikon egy papagáj. Az átmérője, mint tengely körül megpörgetett érmét oldalról nézve gyorsan váltakozva kerül a látható oldalra a karika és a papagáj. A gyorsan vetített állóképeket ezért látjuk összemosódva folyamatos mozgásként. Ehhez megfelelően felvett, a mozgás egymás utáni pillanatait ábrázoló képeket kell vetíteni.

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

Egy jelenlegi olcsóbb webkamera átlagosan 33 képkockát rögzít másodpercenként (33 frame/sec). Egy direkt gyors folyamatok felvételére való szupersebességű kamera ennél jóval többet. Az ilyen szupersebességgel felvett filmet lehet jól lassítva visszajátszani, mivel a sűrűn rögzített képkockák a lassabb visszajátszás mellett is megőrzik a mozgás folyamatosságának képzetét.

Az információs és 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 során először el kell végezni a kísérletet és kamerával rögzíteni. Ezt követően a megfelelő program segítségével az egymást követő képkockákon követni kell a vizsgált és a háttértől jól elkülöníthető pont, pontok mozgását. Ismerve a képkockák felvétele között eltelt időt a mozgó test koordinátái az idő függvényében meghatározhatók. Az ehhez szükséges programot lelkes szakértők akár a maguk számára is megírhatják. A Webcam magyar fejlesztés, az ingyenesen letölthető Tracker angol nyelvű. A videó analízishez kifejlesztett programok lehetővé teszik a vizsgált pontok helyének ábrázolását az idő függvényében. A koordináta idő függvényekből számolt sebesség és gyorsulás adatok is megjeleníthetők általában látványos, és szemléltetésre jól használható formában. Tracker tipp angolul tudóknak:

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

Néhány gyakorlati javaslat a videó analízishez:

- A jelenlegi olcsó webkamerák másodpercenként kb. 30 képet tudnak készíteni. Ezekkel csak lassú, szemmel is jól követhető mozgások elemezhetőek jól.
- Az egyes videóformátumok (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.
- A vizsgálandó pont jól üssön el a környezetétől végig a mozgás során.
- A mérési eredményt befolyásolja az optikai torzítás. A valóságban térben lezajló mozgást a kamera síkban jeleníti meg. Ha egy állandó

sebességgel közeledő repülő mozgását figyeljük, a horizont közelében lassabbnak látjuk a mozgást, mint a fejünk fölött. A videó analízis során érdemes a kamera látóterének a közepét használni, a mozgás ne legyen túl közel a kamerához!

Egy hengert vagy hengeres testet lassan elgurítva videó analízissel jól vizsgálható a henger alaplapjára vagy fedőlapjára festett pont körmozgása, illetve az alap és fedőlap középpontjának haladó mozgása.

4.4.2. Tablet, okostelefon

A jelenlegi eladási trendek alapján a tabletek egyre jobban elterjednek majd. A táblagépeket fizikai mérések végzésére is alkalmas érzékelőkkel, szenzorokkal szerelik fel. Eredetileg nem azért, hogy fizikai méréseket végezzenek, hanem a telefon szolgáltatásait szeretnék növelni. A képernyő elforgatása a gyorsulásmérő szenzor adatain alapszik. A fény szenzor segítségével automatikusan szabályozható a képernyő fényereje, a környezet fényességének függvényében, ez segíti a takarékos használatot. 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, okos telefonban megtalálható. A szenzor egy olyan kondenzátornak fogható fel, aminek egyik fegyverzete rugalmasan kapcsolódik a másikkhoz. Ha a szenzor gyorsul, változik a fegyverzetek közötti távolság, ami a kondenzátor töltöttsége esetén elektromos jelet hoz létre. A valódi szenzorok mellett virtuális szenzorok is használhatóak. Ezek a valódiak adataiból számolják ki például a telefon tényleges gyorsulásának az értékét. A valódi szenzor – működési elvéből adódóan – az asztalon nyugvó telefon gyorsulását $9,81 \text{ m/s}^2$ -nek mutatja a telefon síkjára merőleges, azaz függőleges irányban, azaz méri a mindig jelen levő gravitációs gyorsulást is. Az ugyancsak valódi giroszkóp segítségével vagy a mágneses szenzor révén a telefon helyzete megállapítható, és a gravitációs gyorsulást ki lehet vonni a mért adatokból. A telefon valódi gyorsulását a lineáris gyorsulás-szenzor, virtuális szenzor mutatja. A telefonokat a Java programozási nyelv egy nyelvjárása segítségével lehet programozni, a szenzornak egy objektum felel meg, aminek megfelelő változójában van a szenzor által mutatott érték. Egyes esetekben ezt az értéket a program automatikusan frissíti, ha változik, máskor a felhasználó

náló által előírt időpontban. Ha a telefon vízszintes helyzetben szabadon esik, a valódi szenzor által mutatott gyorsulás nulla.

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

Gyakorlati segítség: Ha a tabletnek van HDMI-kimenete (ez várhatóan mikro HDMI lesz) akkor egy HDMI kábel segítségével a kép könnyen megjeleníthető akár egy osztály számára is digitális TV-n. A teljesség igénye nélkül ingyenesen letölthető (Google Play) a földrengésjelző alkalmazás, a vízszintező alkalmazás, a sound meter, acceleration monitor, compass – a mágneses tér érzékelésére, fémdetektor-alkalmazás, szögmérő alkalmazás.

4.4.3. Amivel a kreatív tanárok kísérleteznek

Az NI (National Instruments) és hozzá hasonló cégek látván, hogy a műszaki pályákon továbbtanuló diákok száma és képzettsége csökken segítő programokat indítottak el. Az általuk megfogalmazott vélemény szerint a fizika és matematika óra lényegében elveszi a diákok kedvét a műszaki dolgoktól. Ha viszont a gyerekek játékos formában bütykölhetnek valamit, akkor nagy valószínűséggel nem lehet őket elriasztani a műszaki pályától, még ha az iskolai órákon esetleg lesznek is nehézségeik. Nem a mobiltelefon az egyetlen lehetőség a számítógéppel végzett mérések megvalósítására. A legrobotok egyszerű nyelven programozhatóak, és felszerelhető szenzorokkal, kamerával. A szenzorok által mért értékeket a program értelmezi és annak megfelelően irányítja a robot mozgását. Az egyik népszerű feladat egy csík nyomon követése a robot fény szenzorának segítségével, a másik a robot végigvezetése egy akadálypályán. A robotfoci során a tanulók által épített gépek futballoznak. Az NI pályázatok formájában juttat robotokat az iskolába, helyenként egész laborokat tart fent. A diákok legrobot versenyeken illetve futballtornákon nemzeti és nemzetközi találkozókra mérik össze tudásukat, jobban mondva robotjaik tudását. A programot elindító NI szakemberei szerint egyértelműen látszik, hogy az ilyen tevékenység a műszaki pálya felé orientálja a gyerekeket.

A legrobothoz bizonyos értelemben hasonló eszköz a MyDaQ mérőkártya. A bemenetere egyszerűen csatlakoztathatók analóg és digitális szenzorok. A szenzorok korunk mikroelektronikai fejlődésének és mé-

réstechnikájának termékei, lassan bevonulnak a tantermekbe is. Mindenki ismeri a fémek ellenállásának hőmérséklet függését, aminek kihasználásával a hőmérsékletet jelző szenzort lehet építeni. A fémek hőtágulását használja a bimetál kapcsoló, ami szintén egy hőszenzor. A félvezető ellenállások egy része gyorsan változtatja ellenállását, ha fény éri. A fotoellenállásokat fényszenzorokban használják. A szenzorok ma már gyakran digitális formában, binárisan kódolva küldik a kalibrált adatokat a megfelelő programmal velük kommunikáló számítógépnek vagy elektronikus vezérlőnek, mikrokontrollernek. A legokosabb szenzorok saját IP címmel rendelkeznek, az általuk mért adatok az interneten hozzáférhetőek. A MyDaQ nem csak a hozzá kapcsolt szenzorok jeleit fogadja. Alkalmas az analóg jelek digitalizálására, megfelelő programmal multiméter, oszcilloszkóp, spektrum-analizátor lehet. A mérőkártya a Labview programcsomag grafikus programnyelvével programozható, amivel lehetőség nyílik számítógéppel vezérelt mérések elvégzésére is. A Labview és általa vezérelt mérőeszközök is nagy lehetőséget nyújtanak az érdeklődő diákoknak.

Egy másik fejlesztés az Arduino mikrokontroller és a vele együtt kapható szenzorok, kiegészítők. Ezek segítségével, egyszerű programozói tudás birtokában könnyű robotot építeni vagy akár számítógéppel vezérelt mérőeszközt készíteni.

függnek. Típus szerint három nagy csoportba sorolhatók 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	mín. 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-

4.4.4. 3D – virtuális valóság

A 3D technika napjainkban vonul be a hétköznapi életbe. Egy nagyon távoli tárgyról lényegében párhuzamos fénysugarak jutnak a szemünkbe. A jobb és a bal szemünkkel 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.

Gyakorlati segítség: Húzzuk le a filctollról a kupakot, és próbáljuk egyik szemet 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, akár csak 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.

Az aktív, folyadékkristályok segítségével működő 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 valósághoz a 3D megjelenítésen kívül a rajzolóprogramra is szükség van. Ezzel a térben, egymáshoz képest megadott helyzetben gömböket, hengereket, kockákat, a szobrászeszközökkel szabálytalan alakzatot hozhatunk létre. Az alakzatokhoz fizikai tulajdonságok tartozhatnak, tömeg, átlátszóság, rugalmasság, felületi érdesség. A virtuális világ kísérletezője előbb létre hoz egy lejtőt, aztán egy golyót. A golyó legurul a lejtőn és centrálisan ütközik egy ugyanolyan álló golyóval. Ha kisebb golyót szeretnénk, csak rajzolunk egyet. Nincs szükség műhelyre,

boltra, amit megálmodunk azt a virtuális világban rögtön létrehozuk és használjuk. Minden kísérlet felvehető, visszajátszható, más nézőpontból is, másoknak bemutatható. A virtuális valóságban (virtual reality) létrehozott 3D tárgyak a valódi tárgyaknak megfelelően viselkednek, 3D nyomtatóval „életre kelthetőek”. Magyar rendszer a néhány százezer forintért (számítógéppel együtt) beszerezhető Leonar3Do. Olyan vetítő rendszer is létezik, aminek segítségével több százan tekinthetik meg a 3D előadást.

Tabletekhez használható a 3D-piramis kivetítő, ami a tabletre téve, a tablet fölött holgorammhoz hasonló, körbejárható 3D megjelenítést tesz lehetővé, szemüveg nélkül.

4.5. Konnektivizmus: a jövő

A digitális kor megváltozott gyermekei talán valóban új tanítási, tanulási módszer alkalmazását kívánják. De vajon az átadott tananyag változatlan maradhat?

Sokan érzik, hogy az iskolákban meg kell jelennie a legújabb kor felfedezéseinek, eredményeinek is. Különösen azért, mert a gyermek az ezekre épülő technikai eszközöket gyakran már napi rutinnal használja a hétköznapok során. Joggal várja el az iskolától, hogy magyarázzák el neki, hogyan működnek az automatikus berendezések, a mozgásérzékelős kapcsoló. Szükséges, hogy tudjon valamit az általa használt különleges tulajdonságú anyagokról (nanotechnológia), a környezetében levő berendezésekről. Ma már repülnek az első harci robotok (drónok), vásárolni is lehet egyszerűbb robotokat. A gépeket a kutatólaborokban gondolatokkal is tudjuk vezérelni, az olimpián van, aki múltábal fut a többiek között. Kell, hogy a robotika is bevonuljon az iskolákba. Az elektronika, mikroelektronika fejlődése egyre apróbb eszközök kifejlesztéséhez vezet, amelyeket szintén mindennap használunk, hajszálvékony, az internetre kapcsolódó monitorok jelennek meg, mindenkinek a zsebében ott lapul az érintőképernyő. A világot kommunikációs hálózatok szövik át, megváltoztatva az emberi társadalmat, nem egyszer lerombolva azokat a térbeli korlátokat, amit egy hagyományos közösséget összetartott. Migráció, globalizáció jellemzi a világunkat. A hálózatok elmélete manapság az egyik leginkább kutatott terület. A globalizáció áll a természeti, környezetvédelmi problémák egy részének háttérében. Újra kell azonban gondolni azt is, hogy a digitális multikulturális környezetben felnövő gyermek mit

tanuljon a társadalomról, morálról, etikáról. Az integráció lehet a holnap iskolájának az egyik kulcsszava.

Az utóbbi húsz évben a technológia fejlődése átszervezte az életmódunkat, azt ahogyan kommunikálunk és ahogyan tanulunk. A tanulásnak ma új elméletekre van szüksége, amelyek figyelembe veszik a legújabb idők változásait.

Az emberiség tudása a felmérések szerint jelenleg 18 hónap alatt duplázódik meg. A tanulók többsége olyan területen fog dolgozni, ami talán még nem is létezik akkor, amikor iskolába jár. A tanulás színtere egyre kevésbé az iskola. A felgyorsult világban nincsenek évtizedekig ismétlődő rutinok. Gyakran újra kell tanulnunk a dolgokat. A tanulás egy korszerű meghatározás szerint: Az emberi teljesítmény és teljesítő képesség változása, ami a tanuló tapasztalatain és a világgal való kölcsönhatásán alapszik.

Sokáig a személyes tapasztalatokat tekinthettük a tudás megbízható forrásának. De mivel napjainkban nem tapasztalhatunk meg minden fontos dolgot, ezért szükségünk van mások tapasztalataira is. Az én tudásom a barátaimban van – mondhatjuk.

A konnektivizmus szerint a tanulás egy strukturálatlan, gyorsan változó világban nem folyhat teljesen egyéni kontroll alatt. A tudás rajtunk kívül a kapcsolatrendszerünkben, vagy egy adatbázisban vagy a felhőben (az interneten) helyezkedik el. Jelenlegi tudásunk kiterjesztése a megfelelő kapcsolatok kiépítésén alapul. Ebben a világban nagyon fontos, hogy mérlegelni tudjuk egy információ relevanciáját.

A konnektivizmus Siemens által megfogalmazott elvei szerint:

- A tanulás és tudás abban áll, hogy választunk a különböző lehetőségek közül.
- A tanulás az a folyamat, ami során kapcsolatokat építünk ki különböző csomópontok, információforrások között (emberek, adatbázisok).
- A tudás nem csak emberi lehet.
- A befogadásra való képesség fontosabb, mint amit éppen tudunk.
- A kapcsolatok építése és fenntartás alapvetően fontos, hogy a tanulás folyamatos lehessen.
- A különböző területek, ötletek és koncepciók közötti kapcsolatok meglátása a legfontosabb képesség.
- A tudásnak mindig naprakészen frissnek kell lennie.

- A döntéshozatal maga a tanulási folyamat. A megtanulandó dolog kiválasztását, és az információ jelentését a folyton változó valóság szemüvegén át kell nézni. Ami ma jó válasz, az holnap lehet hogy rossz, a megváltozott információk tükrében (Siemens 2005).

A konnektivizmus elméletében nem meglepő módon az információ áramlása egy szerveződés fennmaradásának legfontosabb tényezője.

Most még nem tudni, a konnektivizmus valóban a 21. század tanulási elmélete lesz-e. Az azonban tagadhatatlan, hogy a szingularitás utáni sikeres élet sok elemét fedezhetjük fel a sorok között.

4.6. A jelen

Az IKT eszközök és az oktatási folyamat kölcsönhatása intenzíven kutatott terület. Számos publikáció jelent meg ezen a területen. A publikációkra erős divergencia jellemző. Folytak egy tantárgyon belüli, módszer-specifikus kutatások, egy-egy új kísérleti eszközzel kapcsolatban, tantárgy-specifikus kutatások, és magasabb oktatásszerveződési szinteket érintő kutatások. Történtek vizsgálatok az elemi iskola, a középiskola, illetve a felsőfokú oktatás, sőt, a tanárképzés területén is. T. Mooij szerint (Mooij, 2001) az ICT elterjedésének az oktatásban 5 szintje van. Az első szinten az iskolában a számítógép használata alkalomszerű és egymástól elszigetelt jelenség. A második szinten a számítógép használata már iskolai szintű kérdés. A harmadik szinten a számítógép használata az iskolában már koordinált módon folyik a technikai eszközök megosztása és tudatos tervezése mellett. A 4. szinten oktatás-módszertani innovációk folynak, az ötödik szinten egymással is összehangolt számítógépes oktatás folyik minden tárgyból és mindig.

A mai magyar iskolába még nem feltétlenül köszöntött be a digitális korszak. A családok életében a számítógép és mobiltelefon annál inkább. Az IKT – az információ kommunikációs technológia és az oktatás kölcsönhatása érdekes terület. Nem mondhatjuk el, hogy az IKT eszközök elterjedése feltétlenül kedvezően befolyásolja az iskolai oktatást. Elmondható azonban, hogy a diákok és a tanárok is egyre többet használják az IKT eszközöket az oktatás során is. A tanárok prezentációt készítenek, kvízkérdéseket állítanak össze, az interneten keresnek óratervet, tananyagot. Hangot, zenét, képet szerkesztenek és honlapot készítenek, tartanak fenn. A honlapon tananyagokat tesznek elérhetővé a diákok számára.

Használhatnak olyan oktatásszervező felületeket, mint az Ilias vagy a Moodle, írhatnak blogot, vagy készíthetnek e-learning anyagokat.

A diákok házi dolgozatot írnak, internetes forrásokat keresnek fel, kérdés-felelet gyakorlatokat végeznek, megosztanak a neten és számítógéppel szervezett projekteken vesznek részt. Egy taiwani vizsgálat során (Shihkuan Hsu 2011) 1-től 4-ig értékelték a résztvevők, hogy milyen gyakran használják a számítógépet egy bizonyos dologra. A 4 azt jelentette, hogy nagyon gyakran, az 1 pedig az, hogy sohasem. A felmérés során 3729 taiwani tanárt kérdeztek meg. A legtöbben oktatási segédanyagot vagy dolgozatfeladatokat készítenek számítógéppel (3,54). Utána következett az anyaggyűjtés az internet segítségével (3,34). Az órai prezentációk bemutatásának gyakorisága már valamivel kisebb (2,72), majd a tananyagok fejlesztése és megosztása akár saját honlapon keresztül tevékenység következik 2,45-ös átlaggal. A hangok szerkesztése lett az 5. leggyakoribb tevékenység, átlaga 2,31. A 2-es eredmény jelentése: előfordult már. A diákok esetében az interneten való tananyag keresése 2,6-el áll az első helyen, a szövegszerkesztővel való dolgozat (2,35) előtt. A gép tanulásra való használata következik oktatóprogrammal, vagy multimédia eszközzel 2,05-ös eredménnyel, majd egymás munkáinak megtekintése, megosztása az interneten. (1,99). A sort a multimédia anyagot használó projekt zárja 1, 84-el. Az eredményeket figyelve tanulságos, hogy mennyire nem használják a diákok a számítógépet tanulásra. Biztos vagyok benne, hogy a filmletöltés, a közösségi oldalak felkeresése Taiwanon is mindennapos tevékenységek, tehát 4-es eredményt értek volna el. Az idézett tanulmány szerzői korrelációs kapcsolatot is kerestek a tanárok és diákok számítógép-használata között. Csak gyenge korrelációt találtak, az egyik legerősebb kapcsolat az interneten való tananyagmegosztás tevékenységben volt ($r=0,4$).

Egy közelmúltban végzet magyar felmérés (Egri 2014, kézirat) során nagyjából 100 elsőéves debreceni egyetemistát kérdeztek meg arról, hogy milyen számítógéppel kapcsolatos tevékenységgel milyen gyakran találkoztak a tanulással kapcsolatban a középiskolai évek alatt. Az 1-es jelentette, hogy soha, a 2-es hogy előfordult, a 3-as hogy rendszeresen, de ritkán, a négyes hogy gyakran és az 5-ös hogy mindig megtörtént az adott tevékenység az adott tantárgyból. A válaszok alapján a leggyakoribb tevékenység az információk keresése volt otthon, az interneten (2,2). Utána következett a tanári prezentáció bemutatása tanítási órán (2,1), majd az

otthoni kommunikáció a tananyaggal kapcsolatban (1,8) és az órán lejátszott multimédia anyag megtekintése illetve prezentáció-készítés otthon. Nem meglepő módon a gyerekek gyakorlatilag soha nem végeznek számítógéppel irányított kísérletet, vagy soha nem használnak a tanítási órán interaktív oktatóprogramot. A tantárgyakra tekintve nagy különbségeket látunk. A tanárok leggyakrabban az informatika órán mutatnak be prezentációt, ez 3,6-ot jelent. A második helyen a fizika áll 2,2-vel, a természettudományos tárgyak közül a kémia a sereghajtó 1,7-el, illetve természetes módon a matematika. A matematika tanár soha nem mutat be prezentációt. A multimédia bemutatása angolból a legjellemzőbb 2,7-es átlaggal, az informatika 2,5 felett van, és a fizika a harmadik valamivel kettő fölötti átlaggal. Matematikából, kémiából és földrajzból az átlag nem emelkedik 1,5 fölé, azaz ilyen lényegében soha nem történik meg. A mért eredményeket könnyű értelmezni. Az iskolákban az informatika tanításához nélkülözhetetlen a számítógép, ezért itt mindig adott a lehetőség a prezentáció bemutatására, másrészt az informatika tanár digitális kompetenciája is megfelelő. Az informatika mellett általában a nyelvi óra az, amit csoportbontásban tanulnak a diákok, tehát gyakran az informatikateremben van az angolóra. A fizika kiemelkedő multimédiás eredményét a youtube-on fellelhető kísérleteknek tudhatjuk be. A felmérés során nem mutatkozott korreláció a diákok egyetemi fizika eredménye és a középiskolai számítógép használat között. A gyakori számítógép használók és a számítógépet az oktatásban sohasem használtak lényegében ugyanolyan dolgozatokat írtak. Ugyanezen felmérés előzetes értékelése mutatja azt is, hogy a középiskolákban leginkább a tábla-kréta módszerrel folyik az oktatás, szinte sohasem csoportmunkában, és ritka a diákok egymás közötti vitája is.

A számítógépek elterjedésével újra és újra találkozhatunk azzal a gondolattal, hogy az IKT eszközök kiterjedt iskolai használatával javul az oktatás hatékonysága. Többen valósítottak meg fizika és matematika kurzusokat számítógépes környezetben. A diákok interaktív szimulációkat, multimédiás tananyagokat használtak. A tapasztalatok szerint (Brekke 2010) az ilyen digitális környezetben dolgozó diákok elégedettebbek az órákkal, több időt töltenek tanulással, és ami a legfontosabb, jobban teljesítenek. Az ilyen kurzus megvalósulásához korszerű számítógépekre, jó internet kapcsolatra, és informatikus szakértők támogatására van szükség. Az sem magától értetődő igazság, hogy az interaktív szimulációk használata minden esetben kedvező. A tanárnak kell kitapasztalnia, melyek

azok a szimulációk, amelyeket be tud építeni oktatási gyakorlatába. A kutatók szerint nem biztos, hogy minden esetben be kell vonni a számítógépet az oktatásba. Ha a tanár idegenkedik a technológia használatától, nem mozog kényelmesen a számítógépes környezetben, vagy a technika nem működik megfelelően a számítógép oktatásban való felhasználása inkább árt, mint használ.

A tablet pedagógia (Fillmore 2008) lényege, hogy a fizika tanítása során minden diák egy tabletet használ. A tablet a palatábla elektronikus újjászületéseként szolgál. A tanár minden órához egy elektronikus munkafüzetet készít, amely a tablet révén minden gyerek kezében ott van. Nem kell tehát a tananyag leírásával foglalkozniuk, figyelmüket a tanárral való közös, alkotó tevékenység köti le. Saját elektronikus munkafüzetüket töltik ki, ahogyan előrehalad az óra. A program alkalmas arra, hogy szabadon is jegyzetelhessenek, ábrákkal, nyilakkal, kis rajzokkal egészíthessék ki a sablont. Az óra végére elkészül a vázlat, ami tartalmazza a tanár által elhelyezett törzsanyagot, ábrákat, grafikonokat, ugyanakkor a diákok saját megjegyzéseit, jegyzeteit is. Minden munkafüzet elmenthető, később lehet belőlük tanulni, ismételni, rendszerezni. A tanár a nagy, interaktív digitális táblára dolgozik, mintha az ő tabletjét mindenki látná. A tananyag érdekes képekkel, videókkal egészül ki, melyekhez a tablet és az internet kapcsolat révén mindenki hozzájut. A diákok az interaktív munkafüzet használatával lényegében munkamemóriájukat növelik meg, ami a mérések szerint jelentősen javítja az oktatás hatékonyságát.

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.
- Fillmore, Cheryl (2008): A smarter way to teach physics. *International Education Conference*, Brisbane.
- Egri Sándor (2014): Számítógéphasználat a középiskolában – ahogyan a diákok emlékeznek rá. (Kézirat.)
- Gyarmathy Éva & Kucsák Julianna (2012): A digitális bennszülöttek képességprofilja. *Iskolakultúra*, 9: 43–53.
- Mooij, Ton & Smeets, Ed (2001): Modelling and supporting ICT implementation in secondary schools, *Computers & Education*, 36: 265–281.

- 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
- Prensky, M. (2010): *Computer games and learning: digital games based learning*.
- Shihkuan, Hsu (2011): Who assigns the most ICT activities? Examining the relationship between teacher and student usage. *Computers & Education*, 56: 847–855.
- Siemens, G. (2005): *Connectivism: A learning theory for the digital age*. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*. Online: http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm

Ki mennyi fizikát tanuljon?

A címben feltett kérdésre sokféle válasz adható. A hagyományos szemlélet szerint minél korábban meg kell kezdeni a fizika tudománya által használt fogalmak kialakítását, a törvények megismerését azért, hogy a középfokú oktatás végére a diák kis tudósként hagyhassa el az iskolapadot. Ezen az úton mindenkit meg kell próbálni végigvezetni, ha kell biztatással, ha kell megfelelően alkalmazott szigorral; csak így, a széles mérítés révén emelkedhetnek ki azok a diákok, akik majd a jövő műszaki kultúrájának fenntartói, továbbfejlesztői lesznek. Más vélemények szerint az átlagembernek nem szükséges tudományos ismeretekre szert tennie, csak olyan mértékben, hogy értelmesen és célszerűen használhassa a környezetében levő technikai eszközöket. Csak a matematikából, fizikából tehetséges, ez irányban érdeklődő gyermekeket kell felkarolni és a tudomány palotájába bevezetni.

Mások szerint a fizika szó el se hangozzon egy átlagos középiskolában. Pszichológia óra sincs és jogot sem tanulnak a gyerekek, a pszichológia és a jogászképzés mégis kedvelt továbbtanulási irány. Elegendő lenne, ha a diákok ismernék a hétköznapi életben használt fizika mennyiségeket és tisztában lennének a főbb nagyságrendekkel. Például: mekkora az a 10^5 Pa nyomás?

Jelen könyvben nem tisztünk a kérdés megválaszolása vagy eldöntése. Az alábbiakban ismertetjük, hogy mit is tanulnak a gyerekek ma, a 2012-es NAT szerint az általános iskola első osztályától a középiskola befejezéséig. Utána következik egy példa arra, hogyan ismerkedhetnek meg a tanulók a speciális relativitáselmélettel.

5.1. A fizika elemeinek megjelenése a természetismeret 1–4. osztályában

2014-ben a hivatalos adatok szerint a felsőoktatási jelentkezések alapján a legnépszerűbb szakok a mérnök informatikus, a gépészmérnök és az orvosi szakok voltak. Már évek óta látszik a tendencia, mely szerint előre

törtek és hódítanak a mérnöki és a természettudományi szakmák. Az iskolák rangsorolásában is fellelhető ez az irányzat: a matematikai és a természettudományi oktatásra nagyobb hangsúlyt fektető iskolák előkelőbb helyezéseket érnek el. Másfelől a társadalom, a szülők részéről egyértelműen látszik az az igény, hogy a diákok minél erősebb matematikai, fizikai, kémiai, biológiai képzésben részesüljenek. Mind ez új feladatokat állít az általános és középiskola matematika, illetve reál tárgyakat oktató kollégák elé.

2012-ben a fizikatanároknak szervezett MOL Dialógus Tanári Konferencián országos és nemzetközi természettudományos (elsősorban matematika és fizika) tanulmányi versenyeken sikereket elért fiatalok számoltak be eredményeikről. A 15–20 fős csoport fiatalok életútjának megismerése alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a 18–19 éves diákok elkötelezettsége a természettudományok irányába 15 éves múltra tekint vissza. Vagyis általában óvodás korban, 4–5 évesen kezdte lekötni figyelmüket a természet és technika világa. Ez irányú érdeklődés felkeltésében döntő szerepe volt szülőknek. Szinte kivétel nélkül az egyik, de sok esetben mindkét szülő műszaki területen dolgozott és egy-egy természettudományos jelenség megbeszélésével, vagy egy technikai rátermettséget igénylő játék megvásárlásával visszafordíthatatlanul a reál tudományok felé terelték gyermeküket.

Az oktatási rendszeren belül a természettudomány világába terelni a diákokat az általános iskola alsó tagozatán oktatott Természetismeret (Környezetismeret) integrált tantárgy hivatott. Ez a 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 az általános iskola alsó tagozat mind a négy évfolyamán tanítják: jelenleg 1–2. osztályban heti 1 órában, 3–4. osztályban heti 1,5 órában. A természetismeret anyagának vizsgálata egyértelműen kimutatja, hogy a tantárgy tartalma messze nem arányosan oszlik a fizika, kémia, biológia és földrajz között. A fizika ismeretei az 1–4. évfolyamon az alábbiak szerint jelennek meg a tantervben:

1. o. – 2 óra,
2. o. – 6 óra,
3. o. – 10 óra,
4. o. – 3 óra.

A természetismeret fizika tananyagának áttekintése alapján kimondható, hogy a fizika tudomány négy fundamentális fejezete közül három jelen van a tantárgyban. Ezek a: Mechanika, Hőtan, Elektromosság és mágnesség. Csak az Atom- és magfizika elemei nem kerültek be a tantárgyba. De figyelembe véve az általános iskola alsó tagozatos tanulóinak életkori sajátosságait ez érthető is.

Első ismerkedés a környezetben zajló fizikai folyamatokkal az 1. osztályban történik, mégpedig a hőtani jelenségek vizsgálatával. Itt a mindennapos tapasztalatok alapján a tanulók megfogalmazzák a szilárd, folyékony és légnemű anyagok tulajdonságait az alakjuk, formálhatóságuk tekintetében. Egyszerű kísérletekkel igazolják, hogy a levegőnek van térfogata és tömege. Jég melegítésével meggyőződnek arról, hogy a jég, a víz és a gőz ugyanaz az anyag, csak különböző hőmérsékleten különböző formában fordul elő. 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.

Második osztályban a fizika ismereteinek bővítése koncentrikusan ráépül az előző évben tanultakra. Itt már egyértelmű következtetéseket vonnak le a tanulók az anyagok alakjuk, illetve összenyomhatóságuk tekintetében, legyen az szilárd, folyékony vagy légnemű halmazállapotban. Bevezetésre kerül a halmazállapot-változásnak egy új formája – a párolgás. De nem von a tananyag párhuzamot a párolgás és a forrás között, bár megemlíti a tankönyv, hogy a pára a víz légnemű állapota.

Ismeretszerzés, illetve készségfejlesztés szempontjából igen fontos fejezet a „Mégmérjük a világot” című témakör. Itt a tanulók számára egyszerű és érthető módon definiálják a mérés, mérőeszköz, mértékegység fogalmakat. 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.

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 mérőeszkővel: 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. Ezt megelőzően célszerű lenne kitérni egy szabályos téglatest térfogatának az elemzésére. Hiszen hosszúságot már tudnak mérni a tanulók, így különböző méretű téglatestek térfogatainak összehasonlítása már nem okoz problémát. A vízkiszorításon alapuló mérés már egy magasabb, univerzálisabb mérés technikát tartalmaz, hiszen szabálytalan alakzatú testeknél is alkalmazható. 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.

A tömeget a testben levő anyag mennyiségeként definiálja a tankönyv. Természetesen 2. osztályban csak is gravitációs tömegről beszélhetünk, amit a test súlya alapján határozhatunk meg. Nagyon jó eszköz erre a kétkarú mérleg. 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. 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.

A hőmérséklet az a fizikai mennyiség, amellyel az életünk során legkorábban szembesülünk. Gondoljunk csak bele, a hideg, forró fogalmak elsajátítása még csecsemőkorban megvalósul. 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. A testünk hőmérsékletének értékével általában tisztában vannak a tanulók. Néhány környezetükben levő test hőmérsékletének mérésével, illetve hőmérsékletváltozás megfigyelésével, valamint a mért adatok feldolgozásával táblázat vagy grafikon formájában

a diákok jelentős tapasztalatra tesznek szert a megfigyelés, kísérletezés, mérés területén.

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 természetismeret tananyaga már alapvető fizikai fogalmak tárgyalásával foglalkozik. Így a tanulók elemi szinten értelmezik a kölcsönhatás, munka, energia definícióját. A mindennapi tapasztalatokból a kisiskolások már nagyon jól tudják, hogy a testek képesek egymáson változásokat létrehozni. De azt, hogy ez a változás csak is kölcsönhatás következtében jöhet létre, és a testek változtató képessége az energia, amit átadnak egymásnak már a tankönyv alapján tanulják meg. Azt is megértik a tanulók, hogy az energiát átadó test az energiaforrás, míg az energiát felvevő test az energiafelhasználó.

A „Kölcsönhatás-változás” és az „Energia” fejezetekben teljes mértékben érvényesül a Természetismeret tantárgy integrált jellege. Hiszen megvilágítást kapnak a fizikai, kémiai és biológiai folyamatok egyaránt. A hétköznapi élet példáit megtárgyalva, vagy egyszerű kísérleteket elemezve a tanulók számára világossá válik, hogy sokféle kölcsönhatás és sokféle energia létezik. Természetesen 3. osztályban még nem kell megnevezni az energia fajtákat, de azt gond nélkül megfigyelik a diákok, hogy a kölcsönhatás során változik a testek hőmérséklete, mozgása (sebessége), helyzete, hogy a munkát végző ember elfárad, a sokáig világító elemlámpa elemei lemerülnek. A kölcsönhatás és az energia fogalmak ilyen megközelítése univerzálissá teszi őket a későbbi alkalmazásukra a természettudományi tantárgyak számára.

A 3. osztályban befejeződnek az anyagok szilárd, folyékony és légnemű formájának a tanulmányozása. Az említett három megjelenési formát – itt már szakszerűen – halmazállapotnak nevezik. Sőt, megvizsgálják, milyen feltételek mellett megy át az anyag egyik halmazállapotból a másikba. A tanulók nem csak megtanulják a különböző halmazállapot-változások definícióit, hanem azt is megértik, mi az olvadáspont (fagyáspont), mi a forráspont. Különbséget tesznek a forrás és a párolgás között. Megtárgyalják a párolgás intenzitásának egyes feltételeit. Sajnos, a párolgás jelenségénél a tankönyv nem tér ki olyan részletekre, mint a ruha teregetése

gyorsabb szárítása céljából, vagy a forró étel fűjása gyorsabb hűtése céljából. Pedig a gyerekek zöme az otthoni praktikákból bizonyosan ismeri ezeket a fogásokat. Azt is tisztázni lehet a tanulókkal, hogy forráskor mi van a vízben keletkező buborékok belsejében. Nagyon gyakran erre a kérdésre még a főiskolai hallgatók – leendő tanítók is bizonytalan, helytelen válaszokat adnak.

A legmélyrehatóbb és a legtágabb fizikai ismereteket tartalmazó fejezet az általános iskola alsó tagozatán a 3. osztályban oktatott „A fény birodalma” elnevezésű témakör. Ez a fejezet igen magas színvonalon tárgyalja a fénytani jelenségeket. A fényforrások jellemzésétől, a fény terjedésén, visszaverődésén, felbontásán át a fény elnyelésig a tanulók komplex ismereteket szereznek az optika területéről. A diákok különbséget tesznek a természetes és mesterséges fényforrások között, tudatosul bennük, hogy mesterséges fényforrások fénykibocsátásához energiafelhasználás szükséges. Egyszerű kísérletekkel igazolják a fény egyenes vonalú terjedését, zavartalan áthaladását átlátszó anyagokon, illetve a fény erejének vesztését áttetsző anyagon való áthaladásakor, valamint az árnyék keletkezését, ha a fény útjába átlátszatlan tárgy kerül.

A fényvisszaverődés jelenségét a tanulók tükör segítségével tanulmányozzák. Felhívják figyelmüket a tükorre eső és arról visszaverődő fény irányára, amivel érzékeltetik a fényvisszaverődés törvényét. 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.

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. 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. De ezt már nagyon sok tanuló amúgy is tudja, hiszen a napelemek elterjedése nem kerüli el a kisiskolások figyelmét sem (pl. a napelemes zsebszámológép).

A Természetismeret 3. osztályos tananyaga még egy fejezetben foglalkozik fizikai jelenségek, mégpedig a mágnes tulajdonságainak vizsgálatával. Igaz, ez inkább földrajzi tananyagot – tájékozódás az iránytű segítségével

gével – alapoz, de igen fontos fizikai fogalmakkal ismerteti meg a tanulókat. Iskolás korra a gyerekek már ismerik a mágnezt és fő tulajdonságát: a vasat tartalmazó tárgyakra vonzerő hatásának fejtését. De szemléletük fejlesztése szempontjából nagyon fontos a mágneses mező, mint erőtér létezésének a definiálása. Hiszen a mágneses kölcsönhatást számunkra láthatatlan, érzékelhetetlen közeg közvetíti, amit csak egy másik mágnes vagy egy vastest képes érzékelni. A tanulók számára világossá teszik, hogy a Föld mint egy nagy mágnes szintén rendelkezik mágneses mezővel, ami iránytűnek nevezett pici mágnesre erőhatást fejtve, beállítja azt észak–dél irányba.

Itt érdemes elgondolkodni azon, hogy megismertetve a tanulókat a mágneses mező, mint erőtér fogalmával, nem kellene-e párhuzamosan említést tenni a gravitációs mezőről, melynek erőhatásával már életünk korai szakaszában szembesülünk, a két mező működése pedig hasonló.

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. Ennek megfelelően a tankönyv kellő alaposággal ismerteti a mozgás és a nyugalmi helyzet viszonylagosságát. Egyszerű példákkal illusztrálja, hogy ugyan az a test egyik megfigyelő szempontjából nyugalomban van, míg másik megfigyelő szempontjából mozgásban. Ez a megközelítés nagy mértékben elősegíti a későbbiekben a vonatkoztatási rendszer bevezetését.

A forgás és a keringés egymástól való megkülönböztetése és definiálása a 4. osztályban nem egy egyszerű feladat. Nem is ad a tankönyv szabályszerű megfogalmazásokat ezekre a mozgásfajtákra. De egyszerű példákkal, aprólékosan 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. De ha ez a pont (tengely) a testen belül található, akkor forgásról van szó. Ezek után az iskolásoknak nem nehéz megérteni, hogy mikor forog és mikor kering a Föld.

Ezzel a fejezettel be is zárul a fizikai ismeretek közvetítése a az általános iskola alsó tagozatán. Feltehetjük a kérdést: sok ez vagy kevés? Ha csak az óraszámok elosztását figyelembe vesszük: a természetismeret tantárgy órakeretéből összesen 21 óra (valamivel több mint 11%) fordítható fizika tananyagra, akkor egyértelmű a válasz igen kevés. Ismeretanyag

tartalmi részének, valamint a képesség- és készségfejlesztésre is több időt kellene szánni. Csak ezzel tudjuk a gyerekek érdeklődését a természettudományok, a műszaki szakmák irányába terelni.

Az ismertetés az alábbi tankönyvek alapján készült:

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.

5.2. A fizika elemeinek megjelenése a természetismeret 5–6. osztályában

Az 5–6. osztályos természetismeret mint integrált tantárgy magába foglalja a fizika, kémia, földrajz, biológia tantárgyainak tananyagát. Mindkét osztályban erre a tantárgyra az új NAT heti 2 órát szán. Itt meg kell jegyezni, hogy lehetőséget teremt a tanterv heti 2,5 órás természetismeret oktatására is. Az első változat elterjedtebb, valamint a heti plusz fél óra tartalmi többletet a tananyag szempontjából nem jelent, így ebben a fejezetben a heti 2 órás tantervnek megfelelő tananyag került elemzésre.

Az 5. osztályban a Természetismeret tantárgy mindössze 1 fejezetet, 15 oldalt szentel a tanulók fizikai ismereteinek bővítésére. Óraszám tekintetében ez azt jelenti, hogy éves szinten a 72 órából csak 9 órában ismerkednek fizikai jelenségekkel a tanulók. Joggal tehetjük fel magunknak a kérdést: „Mi az, ami belefér ebbe a 9 órába?” Gondolhatjuk, hogy nem sok minden. Különösen akkor nem, ha figyelembe vesszük azt a tényt, hogy a fejezet tartalmaz még kémiai és földrajzi ismereteket is. Mind e mellett ki kell emelni a tantárgy egyik fő erősségét, mely abban rejlik, hogy ráirányítja a tanulók figyelmét a megfigyelés és a kísérletezés fontosságára. Éppen ezért a bevezető részben igen nagy alaposággal mutatják be a szerzők a kísérleti eszközöket, részletesen ismertetik a kísérletezés elővi-

gyázatoságainak szabályait, felsorolják a teendőket a tűz megelőzése érdekében, illetve tűzriadó esetén.

A fizika ismereteinek tartalma az anyag és annak tulajdonságainak megismerése köré csoportosul. A tananyag nemcsak ráépül az alsó tagozaton szerzett ismeretekre, hanem bővíti is azokat. 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. Igaz, a molekula kifejezést még nem alkalmazzák, helyette a részecske meghatározást használják. 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.

Az anyag tulajdonságainak megismerése nem korlátozódik a három közismert halmazállapot formájára. Az anyag különleges tulajdonságait bemutató fejezet (14–15. oldal) 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 oldalán állóak 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 erőtér szemléltetésére, meg is határozza a mező erősségének egyenlőtlenségét, iránytű alkalmazásával bemutatja a mező vonalainak (erővonalak) irányát. Nagy hiányosság, továbbá, hogy tárgyalva az elektromos és mágneses mezőt (még ha nem is nevezik nevükön őket), a tankönyv még mindig nem tesz említést a gravitációs kölcsönhatásról illetve gravitációs mezőről. Pedig ezzel a kölcsönhatással már életének legkorábbi szakaszában megismerkedik minden ember. És minden gyerek tudja, hogy az elejtett test függőlegesen esik lefelé, valamint a felfüggesztett karácsonyfádsz a föld felé (annak középpontja irányába) mutat.

Az anyag kvalitatív tulajdonságainak bemutatását a testek kvantitatív tulajdonságainak elméleti és gyakorlati tárgyalása követi. A diákok rész-

letesen tanulmányozzák a mechanikai és hőtani alapmennyiségeket. Csoportos feladatok elvégzése során gyakorlatra tesznek szert a hosszúság, térfogat, idő, tömeg, hőmérséklet mérésében, illetve ezen 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 méréskor.

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 ezen 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.

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 víz tágulásának rendellenességére és ennek élettani jelentőségére is kitér a tankönyv. A teljesség igényét szem előtt tartva, meg kell jegyezni, hogy csak a teáskannában levő víz forrásakor tapasztalt szipolásnak a magyarázata hiányzik ebből a leckéből.

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). A léggömbbe zárt levegő részecskéinek mozgását és ebből fakadóan a léggömb falába történő ütközéseket elemezve, magyarázatot kapnak a diákok a gázok nyomására. Kísérleti úton tapasztalják a tanulók, hogy a minket körülvevő levegőnek is van nyomása – ez a légnyomás. Azt, hogy a légnyomás a levegő súlyából származik itt még korai tárgyalni, de a légnyomás és a tengerszinti magasság közötti fordított arányú összefüggését már konstatálják. A levegő hőtágulását is kísérlettel igazolják, levonva azt a következtetést, hogy a

kitágult levegő sűrűsége kisebb. Ezzel már meg is magyaráztuk a hőlégballonok működését.

A 6. osztályban a Természetismeret tananyagából az előző évfolyamhoz hasonlóan úgyszintén 1 fejezet (13 oldal) jut a fizika ismereteinek továbbítására. A kölcsönhatásokat és az energiát ismertető fejezetre a tanmenet 8 órát szán. A fejezet tanulmányozása során a diákok definiálják az alapvető kölcsönhatásokat: mechanikai, mágneses, elektromos, gravitációs, termikus, valamint elemi szinten ismereteket szereznek egyes energiafajtákról: mozgási, helyzeti, belső. Ezen kívül, az energiamegmaradás elvét is megfogalmazzák.

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. Érdemes megjegyezni, hogy itt még a mozgásállapot változását a nyugalomban levő test mozgásba hozatala, valamint a mozgó test gyorsítása, lassítása jelenti. A test mozgási irányának változásával a tananyag nem foglalkozik.

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, vasreszelékkel a mágneses mezőt, de az elektromos mező szemléltetésének lehetőségére a tankönyv csak szóbeli utalást tesz. Sajnos, e két esetben a tananyag nem emeli ki a mező fő tulajdonságát, vagyis erőhatás kifejtését a benne levő testekre (azokra, amelyek képesek az adott kölcsönhatásra).

Ezt a hiányosságot a gravitációs mező esetében már pótolja a tananyag. Mindenki számára egyértelmű, hogy a Föld környezetében levő testekre bolygónk vonzerőt fejt ki. Ezt a hatást a tanulók gravitációs kölcsönhatásként ismerik meg. És az is egyértelművé válik számukra, hogy a gravitációs vonzást a Föld a gravitációs mező által valósítja meg. Nagyon hasznos és érdekes a tanulók számára a Föld és a Hold gravitációs kölcsönhatásának leírása. A Hold földköri keringésének és az apály-dagály jelenség magyarázata rávilágít az erőhatás kölcsönösségére. Ezt a kölcsönös erőhatást egy alma és a Föld esetében elég nehéz megmagyarázni egy

hatodikos tanulónak (nemcsak a Föld vonzza az almát, hanem az alma a Földet is). A másik fontos eleme az olvasmánynak az, hogy szemlélteti a gravitációs mező térbeli kiterjedésének nagyságát. A tanulók itt szembe-sülnek azzal a ténnyel, hogy a gravitációs mező százezres, sőt milliós nagyságrendű távolságra is kifejti hatását.

A termikus kölcsönhatás vizsgálata a tanulók hétköznapi tapasztalatira, illetve a korábban szerzett ismeretekre épül. A kérdés tárgyalása nem csak megfigyelésekre, kísérletekre, hanem mérésekre, eredmények feldolgozá-sára épül. Az alapkészségek fejlesztése a hőmérséklet mérésének gyakor-lásával, illetve a hőmérsékleti értékek leolvasásával kezdődik. E körben sok hasznos feladatot tartalmaz a munkafüzet. Magát a termikus kölcsön-hatást a diákok különböző hőmérsékletű és mennyiségű víz elegyítésével, de nem összekeverésével (a különböző hőmérsékletű víz külön edényben van, amit egymásba helyeznek) vizsgálják. A mért hőmérsékletváltozást 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 minősé-gétől. A tanulókat arra is rávezetik, hogy egy test melegítésekor intenzí-vebb lesz a részecskék mozgása.

Az egész kérdéskörnek a következtetések levonása során érdemes len-ne kitérni arra a gondolatra, hogy termikus kölcsönhatáskor mindig a me-legebb test adja át a hőt a hidegebb testnek. Ez már egy hatodikos diáknak is természetes. De ha abból indulunk ki, hogy ez a termodinamika II. főté-telének elemi változata, akkor könnyen beláthatjuk a megállapítás fontos-ságát.

A fizika ismereteinek bővítése a 6. osztályban az energia fogalmának tárgyalásával zárul. Sajnos, ezt az igen fontos fogalmat a tankönyv tudo-mányosan nem definiálja. Helyette hétköznapi értelemben (mondhatni „konyhanyelven”) közelíti meg. Igaz, tesz a tananyag egy erőtlen kísérle-tet az energia fogalmának a megközelítésére, mely szerint ez a mennyiség a kölcsönhatásban részt vevő testek tulajdonsága. Azt is leszögezi, hogy több fajtája is van, amit egy ábra segítségével be is mutat. De azt hiszem, egy ilyen fontos definíció megfogalmazására, még ha ezt a 6. osztályban is kell megtenni, a szakmódszertan kellően fel van készülve.

A fent elmondottakkal ellentétben, az energia megmaradását a tankönyv ábrák és fotók segítségével érthetően elmagyarázza. Nem fogalmazza meg,

de körülírja a tananyag a zárt rendszer fogalmát, de a tanárra bízta annak a ténynek a közlését, hogy a rendszert alkotó testek csak egymással vannak kölcsönhatásban. Mint ahogy azt a lehetőséget is, hogy összefüggést teremtsünk az energia és a munkavégzés között. Ábrákkal utal a könyv arra, hogy ha kevés energiával rendelkezünk, akkor passzívak vagyunk, ha sok az energiánk – aktívak. Nem ártana ezt röviden szövegszerűen is megfogalmazni.

Összességében, azt a következtetést lehet levonni, hogy az 5–6. osztályos Természetismeret tantárgy meglehetősen kevés fizikai ismeretet ad át a diákoknak. Ez elsősorban a tananyagra szánt elenyésző óraszám mennyiségében mutatkozik meg, ami egyértelműen tartalmi korlátokat jelent. Ennek az a következménye, hogy a 6. osztályt végzett tanulók az életkoruknak, az érdeklődési körüknek, a hétköznapi tapasztalataiknak megfelelően kevés fizikai ismerethez jutnak.

Az ismertetés az alábbi tankönyvek alapján készült:

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.

5.3. A fizika tantárgy anyaga a 7. és 8. osztályban

A rendszerszerű fizika tanítása az általános iskola 7–8. osztályában valósul meg. A tantárgyra hetente általában 1,5 órát (iskolai döntés alapján lehet 2 óra) szán a tanmenet. A tanulók életkori sajátosságaihoz igazodva a két év tananyaga a fizika 4 globális fejezetéből hármat tárgyal, ezek a következők: mechanika, hőtan, elektromosság és mágnesesség, beleértve a fénytant. Egyedül az atom- és magfizika elemei nem kerültek be a tananyagba.

Első lépésként a tanulók rendszerezik ismereteiket az anyag belső szerkezete, valamint a testek mérhető tulajdonságaival kapcsolatosan. A diffúzió jelenség és Brown-mozgás segítségével alátámasztják az anyag részecske, más néven korpuszkuláris szerkezetét. Sajnos, a molekula kifejezést a

tankönyv itt még nem vezeti be, pedig a diákok számára érthetőbb lenne, mint a korpuszkula megnevezés.

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. 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. Emellett a tanulókkal érzékeltetik, hogy a kölcsönhatás során egy fizikai mennyiségnél nemcsak nagyságbeli változások léphetnek fel, hanem iránybeli változások is. Elég, ha a vonzás-taszítás vagy a gravitációs mező Föld középpontja felé mutató erőhatásokra gondolunk.

A Mechanika című fejezet a klasszikus részeket tartalmazza: kinematika, dinamika, mely magába foglalja a nyomást és a testek úszását, valamint a munka és energia fogalmak tárgyalását is.

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. Az már a tanár feladata (szorgalmi), hogy bemutassa, a v - t koordináta rendszerben ábrázolt mozgás megtett útja megállapítható a grafikon alatti terület alapján.

A változó mozgás ismertetése az átlagsebesség és a pillanatnyi sebesség meghatározása köré csoportosul. Az egyenletesen változó mozgás gyorsulását definiálni egy 7. osztályos tanuló számára nem egyszerű feladat. Annak ellenére sem, hogy életkoruknál fogva már szereztek hétköznapi tapasztalatokat a jobban gyorsul, jobban lassul fogalmakról. A gyorsulás fogalmának teljes körű megértéséhez szükséges a képletének ismertetése, valamint a gyorsuló mozgást jellemző paraméterek grafikonos összefüggésének leírása. Erre viszont a tanulók csak 9. osztályban lesznek felkészülve. Nem véletlen, hogy a tankönyv a gyorsulás leírását a szabadesésre korlátozza. Az ejtőzsinóros kísérlet helyett, azonban sokkal hatásosabb lenne bemutatni a lejtőn lassan gyorsuló test mozgását. Egy metronóm

segítségével igazolhatnánk, hogy a guruló golyó azonos időközönként megtett útjainak aránya $1 : 4 : 9 : 16$ stb.

A dinamika alapjainak tárgyalása Newton törvényeinek, illetve a legismertebb erőfajták ismertetésére összpontosul. A tehetetlenség törvénye és az inerciarendszer definiálása igen logikusan valósul meg néhány lépésben. 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). Ezzel a megközelítéssel már elő is készítettük Newton II. törvényét.

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.

A tömeg fogalmához szorosan kapcsolódik a sűrűség fogalma. A tanulók ösztönösen érzik, hogy minél nehezebbek az adott anyagot alkotó részecskék, és minél szorosabban helyezkednek egymáshoz, annál nehezebb, sűrűbb az anyag. A tankönyvben található ábrák és leírások részletesen és érthetően megmagyarázzák a sűrűség fogalmát, de a definíció elmarad. Pedig milyen egyszerű lenne a sűrűséget, úgy meghatározni, mint azt a mennyiséget, mely megadja az adott anyag egységnyi térfogatának a tömegét.

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. Arra is rávilágít, hogyan lehet a súlytalanság állapotába kerülni földi viszonyok között.

A rugalmas erő ismertetésével, tulajdonképpen a tankönyv Hooke törvényét mutatja be, de nem nevezi meg. Nincs is rá szükség. Hisz a rugós erőmérő működésének megértéséhez az erő és a megnyúlás közötti egyenes arányosság felismerése szükséges. Ezt az akadályt a tanulók általában könnyen veszik. Sőt, az összefüggésre épülő feladatokat is sikeresen oldják meg.

A rugós erőmérő használatára épül Newton III. törvényének bemutatása. Itt viszont nyomatékosan ki kell hangsúlyozni, hogy az ellenerő nagysága megegyezik az erő nagyságával. 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-ellenerő 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. Míg a nullától eltérő nagyságú eredő erő gyorsulást eredményez.

A súrlódás és a közegellenállás tárgyalása a tanulók hétköznapi tapasztalataira épül. Képletek ismertetése nélkül fogalmazza meg a tankönyv mitől is függ a mozgást akadályozó két erő. Emellett kitér a súrlódási és közegellenállási erők előnyeire és hátrányaira, valamint e tulajdonságok erősítési, illetve gyengítési lehetőségeire.

A forgatónyomaték ismertetésére mindösszesen egy leckét szán a tankönyv, valamivel több, mint egy oldalt. De annál hálásabb ez a téma. Igen sok, egyszerű és könnyen bemutatható kísérlet kapcsolható hozzá. Szám-talan hétköznapi példával illusztrálható a jelenség. Az egyensúly feltételét leíró képletre változatos példákat lehet feladni a tanulóknak.

A dinamikai ismeretek körében tanulmányozott erőfajták közül a súlyerő bír a legnagyobb jelentőséggel. Nem csak azért, mert a testek súlyának, tömegének mérési alapját szolgálja, hanem azért is, mert több fogalom származtatható belőle. Egyik ilyen fontos fizikai fogalom a nyomás. A nyomás szerepét a hétköznapi életben a 7. osztályos tanulók már jól ismerik. Gondoljunk csak a kerékpár, illetve az autó kerekeiben mért légnyomásra, vagy a frissen esett hóra talpunk által kifejtett nyomásra.

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. De vajon hogy reagálnak arra a kísérletre, amikor egy vízzel töltött léggömb nyíláshoz egy-két méteres gumicsövet rögzítünk és néhány deciliter vizet

öntünk a függőlegesen tartott csőbe. Szemlátomást a nyomás jóval nagyobb mértékben fog nőni, mint amennyit a csőbe öntött víz súlya alapján el tudnánk képzelni. Itt érdemes a tehetségesebb diákoknak elmagyarázni (levezetni) a hidrosztatikai nyomás és a folyadék rétegvastagsága közötti összefüggést.

A gázok nyomásának ismertetése során a tananyag külön kezeli a légnyomást és a zárt térben levő gázok nyomását. Míg az első esetben a nyomást – hasonlóan a hidrosztatikai nyomáshoz – a levegő súlyából származtatja a tankönyv, addig a második esetben a részecskék mozgásának, illetve az edény falának történő ütközések következményének tekintti. Érdemes megjegyezni, hogy az edénybe zárt gáz nyomását azért írjuk le eltérően, mert a zárt tér sokkal kisebb méretében, mint a Földet körülvevő légréteg. Ha az edény mérete (legalább is a magassága) összemérhető lenne a légkör méretével (magasságával), akkor nyomás leírásában előtérbe kerülne a gáz súlya. A műszaki szemlélet fejlesztése szempontjából igen fontos szerepet játszanak a különböző technikai eszközök működését bemutató ábrák. Sajnos, a tanulóknak általában nem tisztázódik, hogy bármely szívó eszköz (mondjuk a lopó) működése nem azon alapul, hogy a „vákuum felszívja” a folyadékot, hanem azon, hogy a külső légnyomás felnyomja a folyadékot. Ezért tételezik fel (még magasabb évfolyamokon is), hogy „erős tüdővel”, vagy szivattyúval több tíz, de talán több száz méterre is fel lehetne szívni a folyadékot.

A hidrosztatikai nyomás egyik fontos következménye a felhajtó erő létrejötte. Egy szemléltető kísérlettel a tankönyvben ügyesen mutatják be, hogy ha egy test minél nagyobb részét eresztik a folyadékba, annál nagyobb felhajtóerő hat rá. De itt megtorpan a magyarázat, illetve átvált a kiszorított folyadék súlya és felhajtóerő közötti egyenlőség megállapítására. Ami természetesen igaz, de akkor azt is hozzá kell tenni, hogy mind e mögött a hidrosztatikai nyomáskülönbség van. Gondoljunk bele, ha egy testet úgy helyezünk az edény aljára, hogy a test és az edény közé nem jut be a folyadék, akkor felhajtóerőről vagy leszorító erőről beszélhetünk? Tapadó korong módjára fog viselkedni a test. Biztos sokan tapasztalták, hogy két, akár kisebb méretű üvegtáblát is milyen nehéz szétválasztani, ha közéjük egy kis nedvesség kerül. Mind e mellett az Arkhimédész törvényének alkalmazása a sokszínű és változatos feladatsokasággal igen széles skálát biztosít a tehetségek gondozására.

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 fogalmaztuk 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). Hidegben ezt már óvodás korban alkalmazzák a gyerekek kezük felmelegítésére. De csak a tanár tudja, hogy ennek háttérében a termodinamika I. főtétele áll. A lényeg, hogy a tanulók megértik: a munkavégzés egyenlő az energiaváltozással. A munka kiszámítása sem okoz gondot a tanulóknak. Sőt a lejtő gyakorlati alkalmazásának ismertetésénél még az emelési munka kiszámítására is ösztönöz a tankönyv. Itt akár meg is lehetne nevezni ezt a munkafajtát.

A teljesítmény nem csak a fizikatudomány egyik fontos fogalma, hanem a hétköznapokban használt műszaki cikkeket jellemző paramétere is egyben. Már gyerekkortól hozzászokunk az égők, az autók vagy a háztartási gépek teljesítmény alapján történő megkülönböztetéséhez. Nem is jelent gondot megértetni a tanulókkal a teljesítmény fogalmát. De talán magukhoz közelebbinek érzik, ha az energiaváltozás és időtartam hányadosa helyett az egységnyi idő alatt elvégzett munkaként definiáljuk. Hisz a feladatok túlnyomó többsége a munkavégzést adja meg, nem pedig az energiaváltozást. Természetesen, nem szabad megkerülni a munkavégzés és az energiaváltozás közötti ekvivalenciát, de a könnyebb elsajátítás érdekében célszerű egyszerűen fogalmazni.

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 hőtágulásának 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 hasz-

nos megbeszélni a tanulókkal, hogy olvadáskor vagy forráskor a grafikon vízszintes szakaszán mely ponton milyen arányban van a víz-jég, vagy a víz-gőz keverék. Az olvadáshő és a forráshő definícióját ki lehet egészíteni azzal a ténnyel, hogy a folyamat során a hőmérséklet állandó.

A tankönyv két utolsó témakörét összevetve felvetődik a kérdés: a belső energia tárgyalását az Energia vagy a Hőjelenségek fejezetben célszerű ismertetni? Mindkét változat mellett vannak érvek, de talán a hőtanhoz szervezesebben illik. Nem beszélve arról, hogy ebben az esetben lehetőség nyílik egységében bemutatni a hőtani változást a szilárd halmazállapottól (jég) egész a légnemű halmazállapotig (gőz). Az már csak ráadás, hogy egy ilyen átfogó anyag mekkora lehetőségeket rejt a tehetség gondozásra.

A 8. osztályos fizika tananyaga az elektromosságtant és a fénytant öleli fel. Mindkét fejezet elsősorban a gyakorlati tapasztalatok áttekintésére és összefoglalására épít, valamint a tanulók életkori sajátosságaihoz igazodva feltárja ezen gyakorlati ismeretek elméleti hátterét. Így az elektromos jelenségek tárgyalása a molekula és az atom szerkezetének ismertetésével indul. A tanulóknak tudatosul az elemi töltések létezése és azok főbb tulajdonságai: a proton helyzetkötöttsége és az elektron mozgékonyága (szabad elektronok létezése). Ez alapján mindenképp megérdemel egy magyarázatot az a tény, hogy a pozitív töltésű testet miért elektronhiánnyal jellemezzük és nem protontöbblettel. A töltés fogalmának ismertetésekor igen fontos megérteni a tanulókkal, hogy hány elektron (proton) szükséges az 1 C nagyságú töltés létrehozásához. Erre nagyon jó példák találhatók a tankönyvben, melyek azt is hatásosan illusztrálják, hogy mekkora erők lépnek fel egységnyi töltéssel rendelkező testek között. Ám itt helye van annak a magyarázatnak is, hogyan fér meg „egymás mellett” kb. 100 000 C nagyságú töltés 1 gramm vízben.

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. A tanulóknak 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. Természetesen, az iskolai szertár felszereltsége behatárolja a kísérletezési lehetőségeket, de ha nincs mód egyéni vagy páros munkavégzésre, akkor ez a feladat megoldható kisebb-nagyobb csoportokban. Végző soron a

frontális kísérlet is hasznos, de ebben az esetben igyekezni kell minél több tanulót bevonni az áramkörök összeszerelésébe.

Az elektromos áram mechanizmusának teljes körű megértéséhez fontos az elméleti háttér tisztázása. Elsősorban az elektromos mező szerepét, és ezen belül az áramforrás feladatát kell megértetni a diákokkal, a töltés szállítása pedig a vezető feladata. Igen gyakori az a téves nézet, hogy ha egy nyitott kapcsoló van az áramkörben, akkor a kapcsolóig folyik az áram, azon túl már nem. Hasznos lehet az elektromos áramot víz áramlásával modellezni. Képzeljük el, hogy egy magasabban levő edényből csövön folyik a víz egy alacsonyabban levő edénybe. A feszültséget a vízszint közötti magasság különbözete jelenti, az áramot pedig csövön átfolyó vízmennyiség. Ezzel a megközelítéssel nem csak az áram- és feszültségmérést lehet egyszerűen elmagyarázni, de, például Ohm törvényét is: minél magasabbról folyik a víz, annál nagyobb mennyiség áramlik át a csövön.

A fogyasztók különböző kapcsolási lehetőségeinek vizsgálata, valamint az elektromos munka és az elektromos teljesítmény fogalmak bevezetése széles körű lehetőséget biztosít a tehetséges tanulók foglalkoztatására. A felkészültebb diákok már a vegyes kapcsolásokat is tartalmazó feladatokkal képesek megbirkózni.

Az áram hatásainak ismertetésekor kiemelt figyelmet érdemes fordítani a mágneses hatásra. Nem csak azért, mert igen széles körben alkalmazzák a technikai eszközökben, hanem azért is, mert szemléletformáló jelentőséggel bír. Hiszen, ha az áram mágneses mezőt hoz létre, akkor léteznie kell fordított irányú folyamatnak is, a mágneses mezőnek elektromos áramot kell létrehoznia. Ami nem más, mint az elektromágneses indukció jelensége. Ennek már egy külön témakört szán a tananyag.

Az elektromágneses indukció témakör ismeretanyagának túlnyomó részét kísérletekkel be lehet mutatni. 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. Ezért a generátorok, dinamók és az aggregátorok áramfejlesztése a forgómozgásra épül, aminek következménye az, hogy váltakozó áramot fejlesztenek.

Összességében a váltakozó áram előállítását, szállítását és felhasználását bemutató fejezet kiemelkedő jelentőséggel bír a tanulók műszaki szemléletének kimunkálásában, erősítésében. Nem csak a hétköznapi

használt elektromos eszközök működési elvét és gyakorlati szerepét ismerik meg, hanem az elektromos energia előállításának, szállításának és felhasználásának rendszerét. Mind e mellett a tankönyv gyakorlati utasításokkal látja el a tanulókat az elektromos áram biztonságos felhasználása érdekében. Külön érdemes foglalkozni (gyakorlati szinten is) az elektromos áram okozta balesetnél az elsősegélynyújtás teendőivel. Gondoljunk csak arra az angol kisiskolásra, aki 2004-ben a frissen tanult ismeretei alapján nyaralásuk során megmentette a családjá életét az indiai-óceáni cunami katasztrófájában. Talán a „lépésfeszültség” veszélyére is 8. osztályban kellene felhívni a diákok figyelmét, és nem várni ezzel még két évet.

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 fotont, 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 képalkotás 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 tükörré (lencsére) és alkalmazni kell a fényvisszaverődés (fénytörés) törvényét: ahol a visszavert (megtört) sugarak, vagy azok meghosszabbításai metszik egymást, ott lesz a pont tükörképe. De a rutinszerű alkalmazáshoz sok gyakorlásra van szükség. Ebben nagy segítséget nyújt a munkafüzetek használata. Átláthatóbbá és időtakarékosabbá teszi ennek a fejezetnek a tanítását a mára már nagy számban letölthető szimulációs segédanyag. Arról már nem is kell beszélni, hogy egy gyertya és egy gömbtükör vagy lencse mennyire szemléltetően tudja bemutatni a jelenséget.

A hullámoptika kis terjedelemben 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.

Összegzésként elmondható, hogy a kétéves tanulmány során a tanulók igen sok kérdésre kapnak választ, a környezetükben zajló sok jelenség elméleti háttere érthetővé válik számukra, jelentősen fejlődik tudományos szemléletük. Amivel adós marad a tankönyv, az a kétéves tananyag összefoglalása, mely a tanulók tudományos nézetét hivatott formálni.

Az ismertetés az alábbi tankönyvek alapján készült:

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.

5.4. A Fizika tantárgy anyaga a 9–11. osztályban

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. 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.

A sebességvektor fogalmának bevezetése során célszerű részletesebben megvizsgálni az összetett mozgásokat: egy egyenes mentén egymással szembe, illetve egy irányba haladó testek esetét. Úgyszintén hasznos ta-

nulmányozni a folyó sodrásával megegyező, azzal ellentétes, illetve a sodrásra merőleges mozgást végző csónak példáját. Bár, későbbi időpontban az összetett mozgás ismertetésére kitér a tankönyv, de ez minimális terjedelmű és csak az egymásra merőleges mozgások függetlenségének kihangsúlyozása a cél, mivel a vízszintes hajítás megalapozását szolgálja

A gyorsulás és a hozzá kapcsolódó ismeretek tárgyalására több időt szán a tanmenet. Annak ellenére, hogy a gyorsulás hétköznapi fogalmával a 9. osztályos tanulók többnyire tisztában vannak, az elméleti és a számítási anyag megértése, begyakorolása sok időt és türelmet igényel. Így kerülhetett be a tananyagba a gyorsuló mozgás leírása a test átlagsebessége alapján.

Az egyenletes körmozgás tanítása mindig is komoly kihívást jelentett a fizikatanár számára. Pedig a kör- és forgómozgás jelenléte a hétköznapiinkban 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 illusztrálható: 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 korábbi tantervekkel ellentétben a dinamika fejezetből a kinematika fejezetébe került a bolygók mozgását ismertető anyag. Van ebben ráció, de, véleményem szerint, Kepler törvényeinek az alapja mégiscsak a gravitációs kölcsönhatás, és az ok-okozati összefüggéseket szem előtt tartva az általános tömegvonzás tanítása meg kell, hogy előzze a bolygók mozgásának ismertetését. Nem beszélve arról, hogy a mesterséges égitestek mozgásának leírása továbbra is a dinamikai ismeretanyag körébe tartozik.

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.

Az erőtan legfontosabb képlete – a dinamika alapegyenlete – nagyon sok feladatmegoldás kulcsát képezi. Ezért nem mindegy, hogyan közelítjük meg: $F=m \cdot a$, vagy $m \cdot a=F$. Matematikai szempontból a két felírás egyenértékű. De az ok-okozati összefüggéseket vizsgálva, nem mindegy, hogy az erő egyenlő a test tömegének és gyorsulásának szorzatával, vagy a test gyorsulása egyenes arányban van a rá ható erők eredőjével.

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 erőtvényeket 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 alakválto-

zásait 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 alaposítással 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 változó erő munkájának kiszámítására, ami nagy segítséget nyújt a feszítési munka meghatározásánál.

A munkavégzést, az energiát és az energiaváltozást típusonként, egy-egy esetben a munkatétel elvén tárgyalja a tankönyv. Ezzel, mondhatni begyakoroltatják a tanulókkal, hogy a munkavégzés egyenlő az energiaváltozással. Erre építve, könnyű levezetni az energiamegmaradás tételét a konzervatív erők rendszerére. De továbblépve, könnyű építkezni az energiaviszonyok vizsgálatában a disszipatív erők rendszerében.

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 alkalmazzák azt a szabályt, hogy bármilyen egyszerű gép használatával az erőkifejtésben 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 alaposítással lett ki-munkálva: mind a sztatikai, mind a dinamikai tulajdonságok leírása jelen van a tankönyvben. A nyugvó folyadék nyomását elméleti és kísérleti úton egyaránt közelíti meg tananyag, így igazolva azt, hogy a hidrosztatikai nyomás a folyadék súlyából ered. Ezt a megállapítást a tanulók a közlekedőedények esetére már alkalmazzák is. Az olvasmányban leírt hidrosztatikai paradoxon csak egy látszólagos ellentmondást mutat be. Ennek a megbeszélése és egy kísérleti alátámasztása felkeltheti a tanulók fizika iránti érdeklődését.

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 nyomóerők különbözeteként definiálja. A tanulók számára egyértelmű, hogy a felhajtóerő,

mint vektor függőlegesen felfelé mutat, de sem az erőt, sem a támadáspontját egyetlen egy ábrán nem tüntették fel.

A hidro- és aerodinamikai 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 jelenségének, a közegellenállásnak az ismertetése az erőtanból került át ebbe a fejezetbe és külön lecke lett neki szentelve. 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 fizika tananyag szerkezete nagymértékben eltér a korábbi tananyag felépítéseitől. Míg a fizikatudomány logikai és történeti felépítése az alábbi sorrend szerint alakult: mechanika – hőtan – elektromosság és mágnesség – atom- és magfizika, addig az új tankönyvekben a hőtan és az elektromosság helyet cserélt. Nem tudni, mi volt ennek a kiváltó oka, de biztosan sok kolléga meglepődött ezen. Sajnos, azt is kockázatos meglépni, hogy hagyományosan tanítsuk a tantárgyat, mert mi van akkor, ha egy tanulónk, mondjuk félévkor iskolát vált? Biztos, hogy ez a változtatás nem egy konszenzusos döntés alapján született.

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

Nagyon jó ötlet az 1 coulomb nagyságú töltés szemléltetése az 1 m távolságra helyezett, egyenként 1 C pontszerű töltés között fellépő erő által. Ez az erő 900 ezer tonna tömegű test súlyával egyenlő. Viszont a Coulomb törvényében szereplő arányossági tényező felírása a vákuum permittivitása által már kevésbé értelmezhető a tanulók számára: nem egyértelmű, miért van szükség egy kerek értékű, könnyen megjegyezhető állandót ($9 \cdot 10^9$) kiváltani egy másikkal, melynek értéke $8,85 \cdot 10^{-12}$. Mindenképp érdemes utalni arra, hogy a bonyolultabb felírás alapja a ponttöltés által keltett erőtér egyenletes eloszlása azon gömbfelületen, melyet a töltés köré vonunk.

Az elektromos mező munkájának levezetése is egy kicsit bonyolultra sikeredett. Véleményünk szerint a legtöbb tanár beéri az erővonalakkal párhuzamos töltésmozgás elemzését, nem pedig a ferde mozgás esetét. Az erővonalakra merőleges mozgás esetében magától adódik a zérus munkavégzés. Itt mindenképp érdemes párhuzamot vonni a homogén gravitációs és elektromos mezők matematikai leírásának hasonlósága között.

Az elektromos potenciál fogalma, diák szemszögből nézve, mindig is a nehezen érthető definíciók körébe tartozott. Ezért a nulla potenciál meghatározása fokozott figyelmet igényel. Mivel középiskolai szinten a homogén elektromos mezőben mozgó töltést vizsgálja a tananyag, ezért a nulla potenciált nem egy ponthoz, hanem egy felülethez kellene rendelni. A tankönyv is a gyakorlatban megvalósított földelést említi példaként, ami azt jelenti, hogy a föld felszíne a zérus potenciál. És ahogyan a tengerszinthez (ami „nulla magasságú”) viszonyítják a dombok, hegyek magasságpontjait – ez a hegy magassága, úgy a null potenciálhoz (földeléshez) viszonyítják az elektromos mező bármely pontjának a feszültségét, ami egyben a pont potenciálja is.

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 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 mágnességből csak a természetes mágnesek és az elektromos áram mágneses mezője, valamint a Lorentz-erő került be az új NAT szerint. Ez mindössze három lecke. De a tananyag

tudományos alapozása szempontjából igen fontos részt képez. A természetes mágnesek kapcsán a tankönyv megállapítja, hogy nem létezik egypólusú mágnes. De érdemes lenne továbblépni: konstatálni azt a tényt, hogy a természetben nem létezik elemi „mágneses részecske”, úgy, mint a töltés esetében az elektron vagy a proton. Akkor, joggal vetődik fel a kérdés: mégis mi lehet a mágneses mező elemi forrása? Középiskolai szinten be lehet érni azzal, hogy az atomban keringő elektron, mint elemi áram mágneses mezőjét tekintjük a mágneses mező alkotó elemének. Ez a modell egyben megválaszolja azt a kérdést is, hogy miért nincs egypólusú mágnes: ha egyik oldalról nézem az elektron keringését, akkor az pozitív irányú – ez az északi pólus –, ha a másik oldalról – akkor negatív irányú – ez a déli pólus.

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 annyi ismerettel, hogy megértsék, miért is van alsó határa a hőmérsékletnek.

A gázok állapotváltozása a tanárok számára egy hálás témakör tanítás szempontjából. A tanulók már rendelkeznek olyan tapasztalatokkal, hogyan zajlanak a természetben 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 hőtani folyamatok energetikai vizsgálata középiskolai szinthez viszonyítva igen aprólékosan történik. Ez a témakör nem egy egyszerű tartalommal bír a diákok számára. Úgy véljük, a kollégák többsége keresni fogja ennek a tananyagnak az egyszerűbb tanítási lehetőségeit. Viszont, a kalorimetria, ami nagyon sok feladatmegoldással jár együtt és a vizsgákon való előfordulásának nagy a valószínűsége, igen kis terjedelemben jelenik meg a tankönyvben.

A 11. osztályos fizika tartalmát a rezgések és hullámok (mind mechanikai, mind elektromágneses), a fénytán, az atom- és magfizika, valamint a csillagászat alkotják. 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 feltárják a két mozgás közötti azonosságot. Ezzel megalapozhatjuk a tanulók számára az egész fejezet könnyebb feldolgozását. Hiszen 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 rezgések és hullámok leírása a tankönyvben kibővült az elektromágneses jelenségek tananyagával. Ez némi meglepetést okozott, mert korábban a fizikának ezt a részét a 10. osztályos tananyag tartalmazta. Most viszont, három lecke, mely a mágneses mező leírását tartalmazza, mindkét tankönyvben megjelent. Feltehetően, ez egy átme-

neti állapot, mivel a 11. osztályos fizika tankönyv még nem kompatibilis a 2012-es NAT-tal.

Az elektromágneses indukció ismertetése széles körű lehetőséget nyújt a tanár számára kísérletek bemutatása terén. Azok a kollégák, 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 elemzése 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 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.

A 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. A geometriai szerkesztések (a lencsék és a gömbtükrök képalkotásai) vázolója bővült. Így a tankönyvben nem csak a négy nevezetes sugármenet ábrázolása található meg, hanem a képalkotás összes lehetséges esete a tárgy távolság függvényében. A hullámoptika tárgyalása szűkebb méreteket öltött: az interferencia leírása kvalitatív módon történik, a fény elhajlását optikai rácson kiegészítő anyagként jeleníti meg a tankönyv. A tapasztalatok alapján, ez reálisabban tükrözi a tanulók érdeklődését az optikai jelenségek iránt. Ami nagy előnyére válik az egész fejezetnek – ez az optikai eszközök hétköznapi alkalmazásának széleskörű ismertetése.

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 merőlegesen 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 hármat alkottak), összességében a diákok számára átlátható és érthető a tananyag. Nem terheli őket, például az atom hullámmodelljével. Sőt, biztosan lesznek olyan kollégák, akik a tankönyvből kimaradt de Broglie-összefüggések alapján az elemi részecskékhez rendelhető hullámhossz számításokat is végezhetnek 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 magfizika ismeretanyagának igen jelentős szerepe van a diákok műszaki szemléletének formálásában. Nem véletlen. Hiszen ma az emberiség egyre növekvő energiaigényének a kielégítése komoly társadalmi probléma és vita forrása. A megújuló energiaforrások (szélenergia, napenergia, geotermikus energia, biomassza stb.) felhasználási lehetőségeinek ismertetése mellett, a megoldások keresése egyértelműen a nukleáris energia felhasználásának irányába mutatnak. Ezért a tananyagban központi helyet foglal el az atomreaktoros és a magfúziós energiatermelésnek az ismertetése. Míg az első megoldás a nukleáris energia felhasználásának a jelene, addig a második megoldás a jövője. A tankönyv szerzői kellő körültekint-

téssel és korrektül sorolják fel az atomerőművek elterjedése mellett és el-
lene szóló érveket.

A jövőnkét illetően, az energiabiztonság megteremtését a tudomány, és
ezzel együtt a tankönyv szerzői is a fúziós energiatermelésben látják. En-
nek megfelelően kellő részletességgel ismertetik a fúziós erőmű felépíté-
sének 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.

Az ismertetés az alábbi tankönyvek alapján készült:

Csajági Sándor & Dr. Fülöp Ferenc (2014): Fizika 9. Nemzedékek Tudása
Tankönyvkiadó Zrt.

Dégen Csaba & Póda László & Urbán János (2014): Fizika 10. Nemzedé-
kek Tudása Tankönyvkiadó Zrt.

Dégen Csaba & Elblinger Ferenc & Simon Péter (2014): Fizika 11. Nem-
zedékek Tudása Tankönyvkiadó Zrt.

5.5. A speciális relativitás elméletének (SRE) tanítása a középiskolában

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.
Az utóbbi a kerettanterv révén folyó tanévtől kezdve kiszorult a tan-
anyagból. A speciális relativitáselmélet csak említés szintjén van jelen a
tankönyvekben.

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

A megoldás a tananyag középiskolai szintre történő adaptálásában ke-
resendő. Ennek lényege, hogy a fizikai elmélet tartalma megőrzése mel-

lett egyszerűsített változatban, könnyített matematikai leírással áttekinthető legyen a diákok számára. A következőkben az SRE középiskolai szintre történő adaptálásának egyik változata kerül bemutatásra.

5.5.1. A tér és az idő a klasszikus fizikában

A klasszikus mechanika feltételezi, hogy az idő abszolút, minden vonatkoztatási rendszerben egyformán múlik. A idő múlásának vonatkoztatási rendszertől való függetlenségéből adódik, hogy az egyidejűség fogalma is abszolút. Amennyiben egy vonatkoztatási rendszerben különböző helyeken egyidejűleg játszódik le két esemény, akkor ezek az események egyidejűek valamennyi vonatkoztatási rendszerben. Úgyszintén abszolút a távolság is. Ha valamely vonatkoztatási rendszerben két test távolsága bizonyos időben pl. 10 m, akkor ez a távolság bármely vonatkoztatási rendszerből megítélve 10 m.

A klasszikus fizikában a test tömege állandó mennyiség, és független a test mozgásának sebességétől. Ezért elméletileg a test sebessége bármilyen nagy lehet. Ez a második mozgástörvényből ($F = m \cdot a$) következik. Ha a testre az F állandó erő elég hosszú ideig hat, a test sebessége korlátlanul növekedhet.

A klasszikus fizikában a sebességek összetevésének elve úgyszintén egyszerű. Ha pl. a vonat az állomáshoz viszonyítva v sebességgel, a vonatban az utas a mozgás irányában u' sebességgel (a vonatfülke falához viszonyítva) mozog, akkor az utas állomáshoz viszonyított sebessége: $u = v + u'$ (1).

5.5.2. 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, független a fényforrás sebességétől.

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

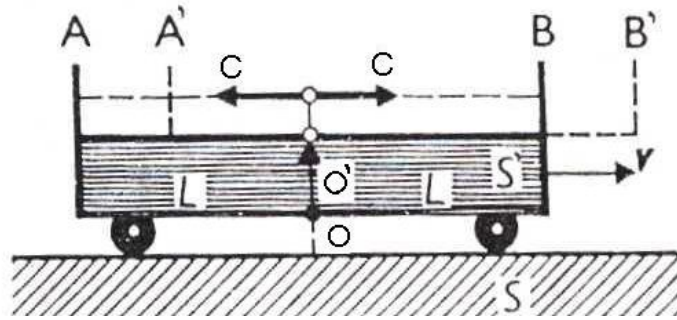
5.5.3. Az egyidejűség relativitása

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 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

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

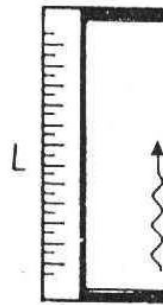
A (2) és (3) összehasonlításából adódik, hogy $t_1 > t_2$, vagyis két esemény egyidejűsége relatív.

5.5.4. 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.

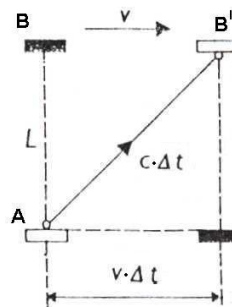
Ez a jelenség legszemléletesebben az ún. Einstein-féle fényórákkal végzett gondolati kísérlet alapján magyarázható meg. Az Einstein-féle óra L hosszúságú rúdból áll, amely mentén a fény az A pontból a B pontba halad (2. ábra). Ezt az utat a fény

$$\Delta t_0 = \frac{L}{c} \quad (4) \text{ idő alatt teszi meg.}$$



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 idődilatációt. 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 idődilatáció 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.

5.5.5. Hosszkontrakció

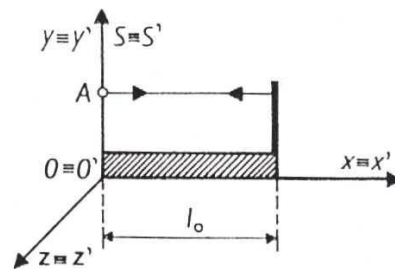
Vizsgáljunk két, S és S' koordináta rendszert. A két rendszer tengelyei egymással párhuzamosak, és az S' rendszer az S-hez képest az x tengely irányában v sebességgel mozog. Az S' rendszerben az x tengely mentén egy l_0 hosszúságú rúd fekszik. Az S' rendszerhez viszonyítva a rúd nyugalomban van, és az ebben a rendszerben levő megfigyelő könnyen megállapíthatja 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 gondolatkísérletet 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 tükörrre, és visszaverődés után visszatér az A pontba. Mivel az S' rendszerben ez a folyamat Δt_0 , az S rendszerben pedig Δt 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 tükörig 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 Δt -re és a Δt_0 -ra vonatkozó összefüggéseket az (6)-ba behelyettesítve felírhatjuk:

$$\frac{2l}{c} \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{2l_0}{c} \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.$$

ebből kapjuk:

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

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.

Bebizonyítható, hogy a relativitáselméletben a sebesség összeadásra már nem érvényes a klasszikus (1) összefüggés. A relativisztikus sebesség összeadásra az alábbi összefüggést kell alkalmazni:

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

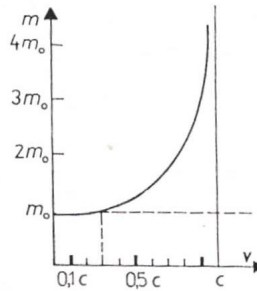
5.5.6. A relativisztikus dinamika alapfogalmai

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 túl. A relativitáselméletben a test tömege és mozgásának v sebesség 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 minden határt túllépve növekszik, és állandó erőhatás esetén gyorsulása állandóan csökken, tehát a test a valóságban nem érheti el a c fénysebességet. A (11) összefüggést kísérletileg számos esetben bebizonyították. A relativisztikus tömeg 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.



5. ábra

Relativisztikus lendület

A klasszikus mechanikában az m_0 tömegű, v sebességgel mozgó test I lendületét a $I = m_0 v$ (12) összefüggés definiálja. Newton mozgástörvényét kis Δt időintervallumra vonatkoztatva az

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

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:

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

5.5.7. 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 sebességtől 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.

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

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

$$E = m c^2$$

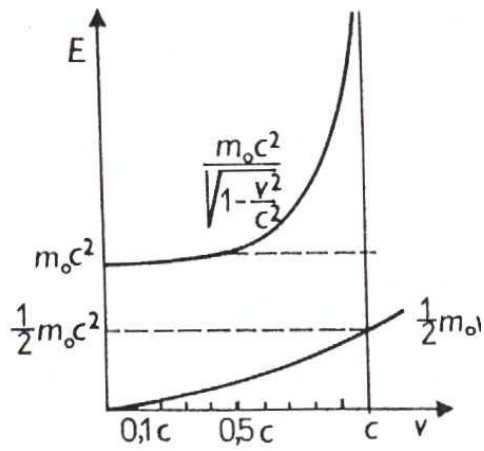
A nyugalomban levő test összenergiája:

$$E_0 = m_0 c^2$$

amit nyugalmi energiának nevezünk.

A 6. ábra grafikusán szemlélteti a test klasszikus és relativisztikus energiájának a test sebességétől való függését. Ebből kitűnik, hogy $v \rightarrow c$ esetén a test energiája a relativitáselmélet alapján minden határon túl növekszik. A test fénysebességre való felgyorsításához végtelenül nagy

energiára lenne szükség, ezért semmilyen, nullától különböző nyugalmi tömegű test nem érheti el a fénysebességet (határsebességet).



6. ábra

Irodalom

Einstein, Albert (2003): A relativitás elmélete. Budapest, Kossuth Kiadó.

A különleges igényű diákok fejlesztése

A tanári pályán az egyik legnehezebben megoldható feladat a gyakran különböző ismeretekkel, de általában különböző képességekkel, motivációval, igényekkel rendelkező, az eltérő társadalmi háttér és neveltetés miatt másképpen gondolkodó gyermekek közös oktatásának, nevelésének megoldása. A tehetséges gyermek ugyanúgy másféle figyelmet és odafordulást igényel, mint az ismeretek hiányával küzdő, a nyugodt, elmélyült munkavégzésre csoportban képtelen lemaradó.

6.1. A tehetség fogalma, felismerése és fejlesztése

Az ókori görögök is nagyra értékelték a kivételes emberi teljesítményt. Elképzelésük szerint Géniusz szállta meg a művészt, és emberfeletti teljesítménynek tartották az alkotást. A keresztény vallás szerint az alkotó ember isteni kegyben részesült és például a festők nem szignálták műveiket. A későbbiekben a sors ajándékának, veleszületettnek gondolták az ihletettséget, az ötletességet. A tanulásra, a nevelésre vezették vissza a kivételes képességet a francia felvilágosodás idején.

Mi a tehetség és miért fontos minél korábban felismerni? Mi a célja a tehetség felismerésének? Ahhoz, hogy erre a két kérdésre választ adjunk, tisztában kell lennünk a tehetség fogalmával. Ez a fogalom, mely lehet „tulajdonság”, kifejezés még a mai napig sem tisztázott egzakt módon. A „tehetség” kifejezésnek számos definíciója létezik, ezek mindegyike általános jellegű. Több kutatás, pszichológiával, pedagógiával foglalkozó szakember igyekszik felismerni, feltárni természetét, eszközöket találni felismerésére, gondozására, fejlesztésére. Több elmélet látott napvilágot, amelyeket egyesek elfogadnak, mások elutasítanak. Az elfogadott elméletből néhányat megemlítek.

Az amerikai Marland (1972) megfogalmazása szerint azok a gyerekek tehetségesek, akik a szakemberek meggyőződése alapján valamilyen kimagasló adottsággal, tényleges vagy potenciális képességgel rendelkeznek. Ezek révén rendkívüli teljesítményre képesek egy vagy több területen, így pl.:

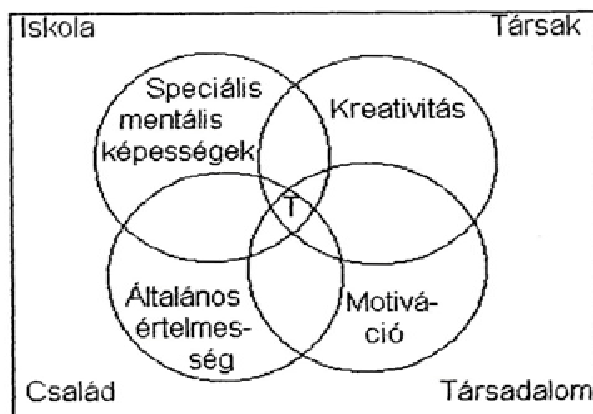
- általános intellektuális képesség,
- pszichomotoros képességek,
- specifikus iskolai tanulási képesség,
- kreativitás,
- vezetői-, művészi adottságok terén.

Harsányi István (1984) szerint a tehetség nem más, mint a velünk született adottságokra épülő, a gyakorlás, a célorientált fejlesztés által kibontakoztatott képességek összessége. Ennek eredményeként egy bizonyos vagy több területen az átlagosnál sokkal magasabb teljesítményt érhető el.

Feldhusen (1986) elképzelése szerint a gyermek- és serdülőkorban a tehetség olyan pszichológiai és testi adottságokat jelent, amelyek a tanulás során kiemelkedő ismeretsajátítást és teljesítményt eredményeznek, felnőtt korban pedig magas szintű teljesítményt, cselekedeteket.

Feldman meghatározása szerint „a tehetség az emocionális, intellektuális és környezettől függő faktoroknak érzékeny, véletlen kombinációja”.

Czeizel Endre (1997) úgy gondolja, a tehetség potenciált, lehetőséget, ígéretet, reményt, esélyt jelent valamelyik emberi tevékenységi körben olyan kiemelkedő teljesítményre, amely társadalmilag hasznos, és amely meglegedettséggel, örömmel, tehát sikerélménnyel jár elérése számára. Modellt alkotott a tehetség fogalomra. Ez látható az 1. ábrán. Tehetségmodelljében a társadalom is szociális területként jelenik meg (T= Tehetség).



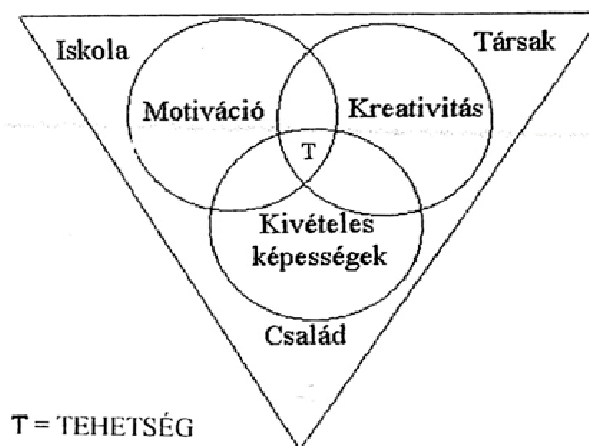
1. ábra: A Czeizel-féle tehetségmodell

Renzulli (1978) a tehetséget három alapvető tulajdonságcsoporthoz integrációjaként mutatja be az ún. „három gyűrűs modell”-jében. E három csoport: az átlag feletti képességek, a kreativitás és a feladat-elkötelezettség. Ezt a modellt mutatja a 2. ábra.



2. ábra: Renzulli modellje

Mönks a Renzulli-modellt fejlesztette tovább, szociális mezővel egészítette ki azt. A három kör a személyiségen belüli, egymásra ható, fő területeket jelöli, a háromszög pedig azt a szociális mezőt, amely a tehetség kibontakozását elsődlegesen meghatározza. A **Mönks-féle** tehetségmodellt mutatja a 3. ábra.



3. ábra: Mönks-féle tehetségmodell

Átlag feletti képesség például a magas szintű elvont gondolkodás, fogalomalkotás, kombinációs készség, jó memória és beszédképesség, remek logika és a téri viszonyok átlátása, speciális képességek, bizonyos területeken kiemelkedő mennyiségű ismeret, kritikus és független gondolkodás, gyors, pontos, szelektív információfeldolgozás, lényeglátás, stb.

A kreativitás jellemzői pl.: a gördülékeny, rugalmas és eredeti gondolkodás, ötletesség, szokatlan helyzet- és feladatmegoldások, probléma-felismerés, fogékonyág az újdonságra és a speciális dolgokra, kíváncsiság, merevség, szellemi játékosság, nonkonformizmus, a bizonytalanság toleranciája, humorérzék.

A feladatalkötelezettség jellemzői többek közt: elmélyült érdeklődés és lelkesedés képessége, kitartás, önállóság (néha makacosság), belső motiváció, érdeklődésvezéreltség, önbizalom, hit a saját képességekben, magas célkitűzések az érdeklődés középpontjában álló területen, fejlett önkritika.

A tehetség persze legalább olyan nagy feladat, mint amekkora adottság mind a tehetséges gyerek, mind környezete- szülei, iskolatársai, tanárai számára. A fentiekből tehát kiviláglik, hogy míg 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. Fontos továbbá, hogy az őt körülvevő társadalom részesévé tudjon válni, különleges képességei ne váljanak beilleszkedésének gátjává.

A tehetség tehát megannyi problémát és konfliktust felvet a tehetséges gyerekek nevelése során. Ilyenek pl. (vázlatosan):

- a sokoldalúság-szétszórtság problematikája,
- az unalom,
- türelmetlenség, az érdektelen feladatok elutasítása,
- az órák zavarása, állandó kérdezősködés,
- túlterhelés,
- alulteljesítés,
- elszigetelődés a társaktól,
- egyenlőtlen fejlődés.

A tehetség kezelését az is megnehezíti, hogy a köztudatban meglepően sok előítélet kering a tehetséges emberekkel kapcsolatban, pl. az „örült zseni” vagy a „nyeszlett professzor”, vagy a „magányos tehetség” alakja. Tehát kiemelkedő fontosságú, hogy pedagógusként párhuzamosan dolgozzunk mind azon, hogy a tehetséges gyerek megfelelően definiálja ma-

gát és megtalálja a helyét a társadalomban, mind azon, hogy ezt az őt körülvevők is támogatással, ne elutasítással fogadják.

Természetesen a gyerek fejlődésében a szülők és a családi közeg döntő fontosságú, de tudnunk kell, hogy a tehetség felismerése és kezelése az iskola és a mi feladatunk – pedagógusoké. Rengeteget pedagógiai eszköz áll a rendelkezésünkre ahhoz, hogy megfelelő módon kezeljük a tehetség jelenségét. De a legfontosabb talán egy megérteni, elfogadni és segíteni szándékozó viszonyulás, attitűd a tehetségígéretes gyerek felé, mellyel a tanár igyekszik a gyerek érdeklődését fenntartani az iránt a diszciplína iránt, melyben az kiemelkedő képességűnek mutatkozik, mégsem támaszt teljesíthetetlen, nyomasztó elvárásokat a gyerekekkel szemben.

Ahhoz, hogy ez megvalósuljon, mindenekelőtt magabiztos tanár-egyéni ségre van szükség, emellett – érzékeny helyzetekben kiváltképp –, segít a humorérzék, a feltétlen odaadás saját szakterületünk iránt, a tanítványok érzéseinek és személyiségének tiszteletben tartása, merészség a tanítási módszerek megválasztásában és egyéni bánásmód alkalmazásában, megfelelő osztályklíma kialakítása és a világban való eligazodásban való segítségnyújtás.

Ha elfogadjuk, hogy tanítványaink tehetségének kimunkálása nehéz, áldozatos, hosszantartó, de áldásos feladat, akkor ösztársadalmi szinten is elfogadottá tehetjük, hogy érdemes és szükséges a tehetségre időt és energiát áldozni. Ezáltal saját társadalmunkat gazdagítjuk jövőbeli kreatív tehetségekkel és vezető egyéniségekkel.

6.2. A tehetségfejlesztés módszerei

Mint szó esett róla, a tehetségfejlesztés összetett feladat. Általános érvényű törvényszerűséget nem lehet megfogalmazni, hiszen minden tanuló más egyéniség. Javaslatot tenni lehet, ez a következő lehet:

Gyorsítás (léptetés), melynek során a tehetséges tanuló osztályt ugrik, azaz egyszerre több év anyagát sajátítja el. Általában maximum egy évet tanácsos előre haladnia, és azt is csak akkor, ha a fizikailag, emocionálisan és szociálisan is érett arra, hogy nála idősebbek között legyen. Hazánkban nagyon ritkán hallani erről a lehetőségről. Talán ezt a lehetőséget pótolta a régebben bevezetett és mostanában visszaszorított előrehozott érettségi. Itt volt lehetőségük a tanulóknak arra, hogy az évi anyagból osztályozó vizsgát tegyenek és egy-két évvel hamarabb leérettségizzenek

bizonyos tantárgyakból. Így több idejük maradt további ismeretek magasabb szinten történő elsajátítására. A statisztikai jelentések azt mutatják, nagyon sok tanuló élt ezzel a lehetőséggel.

Elkülönítés, amely keretén belül a tehetséges tanulók számára külön iskolákat, illetve külön osztályokat szerveznek. Az eljárás előnye abban van, hogy a tanuló képességfejlesztése igen hatékony, teljesítménye jobb, terhelhetőbb. A kiélezett versenyhelyzet, az egyoldalú intellektuális fejlesztés, az általános képességű gyermekektől való elszigetelődés kedvezőtlen hatású lehet. Előfordulhat olyan eset, hogy a szülők magántanulónként járatják iskolába gyerekeiket bízva a kiemelkedő tehetség kibontakoztatásában, a magasabb szintű ismeretek elsajátításában.

Gazdagítás, (dúsítás), amikor a normál iskolai munka mellett kap személyre szóló képzést a gyermek. Ennek sokféle módja van, így pl. a tanórán belüli differenciált foglalkozás alkalmazása, a különböző, tanórán kívüli, délutáni vagy hétvégi programokon, a nyári tehetséggondozó táborban való részvétel. Tapasztalatok szerint úgy tűnik, ez a módszer a legmegfelelőbb a gyermek kreativitásának, alkotóképességének fejlesztésében, kialakulásában. Mind ez fontos szerepet játszik a tanuló személyiségfejlődése szempontjából is. Így valósítható meg legjobban, hogy a tehetséges tanulónak leginkább kihívást jelentő, komplex, jövőorientált témákkal, kommunikációs vezetői készségek fejlesztésével is foglalkozzanak (pl. különböző témájú kutatásokban, mérésekben való részvétel, újságírás, környezetvédelem, geometria és művészet stb.).

Ahhoz, hogy megfelelő módszerekkel és programokkal lehessen egy-egy tehetséges gyermekkel vagy csoporttal foglalkozni, az alábbi információkat kell feltérképezni:

- az érintett tanuló életkora,
- érdeklődési köre,
- milyen szinten áll, mit tud, milyen képességekkel rendelkezik,
- mennyire motiválható, milyen a feladat iránti elkötelezettsége,
- a pedagógus, milyen új ismeretet tud neki nyújtani,
- mennyiben lehet számítani a tehetségesek családjainak támogatására,
- a tanulók énképe, perspektívái,
- milyen segítőkre (team) támaszkodhat,
- kedvez-e az ilyen munkának az iskolai pedagógiai légkör,

- milyen feltételrendszer áll a tehetségfejlesztés rendelkezésére (könyvtár, audiovizuális eszközök, laboratórium, családi támogatás, egyéb intézményi és technikai háttér).

A felsorolt feltételek feltérképezése után, az érintett tanulók és azok szüleinek bevonásával kerülhet a tehetséggondozó program kidolgozására és végrehajtására.

6.2.1. Tehetségfejlesztés a családban

A tehetségek felismerésének és gondozásának egyik alapvető és fontos területe a család. A család és az otthoni környezet tehetségfejlesztésben játszott potenciális szerepe ma már közismert és bizonyított tény. E tényt erősítik a szociokulturális tehetségmodell szellemében végzett hazai és külföldi kutatások és kísérletek (Bloom, Davis, Rimm, Colangelo, Dettmann, Miller, Price munkássága).

A családban történő tehetségfejlesztésről szóló szakirodalmak két fő területtel foglalkoznak, úgy mint az ideális, optimális otthoni környezet kialakításával a tehetséges gyermekek számára, valamint fejlesztési, nevelési gondokkal.

A harmonikus családi légkör és az optimális otthoni környezet nagyban hozzájárulhat a gyermeki tehetség széleskörű kibontakozásához és maximumisan segítheti azt. Ugyanakkor bizonyos konfliktus helyzetek is kialakulhatnak a családon belüli tehetségfejlesztés során. Ilyenek lehetnek, pl.:

- tehetséges gyermek egy vagy több tehetséges testvérrel (szülői hozzáállás),
- több tehetséges gyermek a családban (negatív rivalizáció a testvérek között),
- tehetséges gyermek nem tehetséges szülővel (ellentmondás a szülő és a gyerek között),
- tehetséges gyermek tehetséges szülővel (nem értik meg egymást),
- a tehetséges gyermek, mint elsőszülött (elfogultság),
- tehetséges gyermek, nála idősebb, nem tehetséges testvérrel (ellentétek a gyerekek között),
- az alulteljesítő tehetséges gyermek (szülői elvárás nagyobb).

Az optimális otthoni környezet, családi légkör kialakítása idő- és energiaigényes feladat, amely az átlagostól eltérő nevelési attitűdöt igényel a tehetséges gyermek szüleitől. A családi életet, közösséget befolyásolhatják az alábbiak:

- a tehetséges gyermek jelenléte,
- megváltoztatja a szokásos családi szerepeket,
- befolyásolja a szülők énképét,
- speciális alkalmazkodást követel a családtól,
- befolyásolja a család és a szomszédok kapcsolatát,
- befolyásolja a család és az iskola kapcsolatát.

A kutatási és a megfigyeléseken alapuló tapasztalatok szerint összefüggés van a szülői személyiség és a tehetségfejlesztés között. Az iskolai tehetséggondozás sem lehet eredményes a családdal való együttműködés nélkül. Ha a tehetséges gyermekek a családban jól teljesítenek, élvezik a tehetségük kibontakozását, és jól fejlődnek más területeken is, akkor minden bizonnyal nagyon jól nevelnek a szülők.

6.2.2. Tehetségfejlesztés iskolában

A tehetséggondozás kulcsfontosságú tényezői a pedagógusok, akiknek a tehetségfejlesztő munkájuk során három nehéz feladatot kell megoldaniuk.

A pedagógusoknak a tanulók személyiségének minden értékes vonását gondos szakértelemmel és megértő humánummal kell kibontakoztatniuk. Fejleszteni kell a jellemet, az akaraterőt, és a közösségi szellemet, amelyek részben a motiváció fogalmkörébe tartoznak. A gyermekekben gondosan fejleszteniük kell azt az általános értelmi képességet, amely minden pályán szükséges az érvényesüléshez. Keresniük kell minden gyermekben azt vagy azokat a speciális mentális adottságokat, amelyek bennük a legjobbak és az átlagost meghaladják. A pedagógusok legszebb feladatuk a gyermekek sokszínű szellemi adottságai között meglelni és kibontakoztatni a legjobbat, és a pályaválasztás során ebbe az irányba egyengetni útjukat.

Milyen tulajdonságokkal rendelkezzen az a pedagógus, aki tehetséges tanulókkal foglalkozik?

- intelligensnek és jól informáltak,
- széles érdeklődési körrel rendelkezőnek,
- szorgalmasnak és teljesítményorientáltak,
- jó szervezőnek,
- munkájában lelkesnek,
- humorérzékkel rendelkezőnek,
- rugalmasnak,
- megértőknek és elfogadóknak,
- nyitottnak, elfogadó attitűddel rendelkezőnek,

- kreatívnek,
- nagy tárgyi tudásúnak,
- ambiciózusnak,
- empatikusnak,
- önkritikusnak kell lennie,
- tudja motiválni a tanulókat,
- tudjon alkalmazkodni a tanuló igényeihez.

A tehetséges gyermekek tanárainak speciális, magas szintű ismeretekkel, meghatározott domináns személyiségjegyekkel, készségekkel kell rendelkezniük. A tehetséggondozással kapcsolatos hazai intézményrendszer kulcsfontosságú elemei azok az általános és középiskolák, amelyek pedagógiai programjának középpontjában a tehetségfejlesztés áll.

A lineáris, dúsított tanterveket a tantestület meghatározott tagjai, közös elképzelés alapján dolgozzák ki. Lényeges jellemzőjük, hogy a kapcsolódási pontokra különös figyelmet fordítanak, és a tananyagban való előrehaladás során fokozott hangsúlyt kapnak a közös fogalmak kialakításai, valamint a kölcsönös megerősítés.

A csoportos és egyéni differenciálás több szinten valósulhat meg. Az egyes évfolyamok letehetősegebb tanulói számára szerveznek emelt szintű csoportokat. Erre épül rá a délutáni foglalkozások keretében egy még speciálisabb képzés, amelyhez végül különböző tanulmányi versenyekre való felkészítés kapcsolódik. A délutáni foglalkozásoknak két funkciója van. Egyrészt lehetőséget kínálnak az egyéni képességek kibontakoztatásához, másrészt kiegészítik a minden tanulóra kötelező tantervek anyagát.

6.2.3. Fizika szakkör

A tehetséggondozó szakkört a természettudományok, elsősorban a fizika iránt érdeklődő tanulóknak szervezzük. A fő cél, hogy maguk a tanulók kísérletezzenek, mérjenek, mondják el a tapasztalatokat, magyarázzák meg azokat. Elsajátított ismereteiket tudják a mindennapokban, a gyakorlati életben alkalmazni. Az önálló munkának legyen jelentős szerepe.

A szakkör létszáma változó lehet, de ne haladja meg a 8–10 főt. Szervezhető a szakkör évfolyamonként, de 2 évfolyamból is lehetnek tanulók. Dolgozhatnak a tanulók párban vagy csoportban. Amennyiben az iskolának nincs lehetősége a mérések elvégzésére, úgy felvehetik a kapcsolatot más intézménnyel, dolgozhatnak velük közösen.

A tanév elején tematikát kell készíteni, amely tartalmazza a foglalkozások anyagát, a foglalkozásokon szükséges eszközök listáját, a felhasználandó irodalmat és a kiselőadások címét is. Az eszközök felsorolása foglalkozásonként segít az azokra való felkészülésben. Természetesen az eszközök kipróbálása, az összetettebb kísérletek előzetes elvégzése itt is ajánlott.

A kísérletező szakköri foglalkozás menete

- A foglalkozás elején megbeszéljük a feldolgozandó ismeretanyagot. Összegyűjtjük a témához kapcsolódó meglévő ismereteket, illetve újakkal kiegészítjük azokat. Már most összekapcsolhatjuk a gyakorlati vonatkozásokkal, de ezt megtehetjük a kísérlet elvégzése után is. Ez függ a tanulók előismereteitől, a feldolgozandó témától, a kísérlettől.
- Kiosztjuk az eszközöket.
- Megnézik a tanulók az eszközöket. Ha számukra ismeretlen eszközökkel dolgoznak, akkor bemutatjuk azokat a tanulóknak, illetve elmondjuk a működésüket.
- Ismertetjük a kísérlet menetét.
- Elvégzik a tanulók a kísérletet. Ha szükséges, segítünk a kísérlet elvégzésében.
- Leírják a tapasztalatokat. Megbeszéljük, megmagyarázzuk azokat.
- Ha van már ismeretük, véleményük az elvégzett kísérlettel kapcsolatban, akkor azt megbeszéljük.
- Elvégzik a tanulók a foglalkozásra szánt kísérleteket az előbb leírtaknak megfelelően.
- A foglalkozás végén összefoglaljuk a téma legfontosabb részleteit, a tanulók segítségével gyakorlati vonatkozásokat beszélünk meg.
- Ha olyan a téma, akkor házi kísérleteket adhatunk a tanulóknak, illetve gyűjtőmunkára hívhatjuk fel a figyelmüket. Ezeket a következő alkalommal megnézzük.
- Begyűjtjük, megtakarítjuk és elrakjuk az eszközöket.

A foglalkozásokon lehetőséget kell adni a tanulóknak arra, hogy merjék elmondani a témákkal kapcsolatos élményeiket, az interneten olvasottakat, látottakat, a folyóiratokban olvasottakat. Ezeknek az ismertéseknek az igazságtartalmát meg kell vitatnunk. Nem szabad tévhitben hagyni a tanulókat.

A bűvárkodást, az önálló tanulói felkészülést, az előadókészséget, a számítógépes prezentáció készítését fejlesztik a tanulók által megtartott kiselőadások. Itt arra kell törekedni, hogy azok a témához kapcsolódjanak, a leglényegesebb ismereteket tartalmazzák, a tanuló által megértett, szabatosan előadott előadások legyenek. Ezekhez vita, kiegészítés, hozzászólás kapcsolódhat.

A tanulók által készített kísérleti eszközök a manuális készséget, a kreativitást, a leleményességet, az ismeretek gyakorlati alkalmazását segítik elő. A legegyszerűbb eszköz is – jól elkészítve – magas színvonalú tudásról adhat számot.

Egy szakköri foglalkozás részlete

A foglalkozás témája: *Kísérletek áramló levegővel*

Szakköri foglalkozás vázlata:

Filmbejátszás, a szél lesodorja a háztetőt	Tanulók véleményének meghallgatása a filmbejátszás tartalmával kapcsolatban.	Motiválás, érdeklődés felkeltése, ráhangolás a témára.
Kísérlet elvégzése önállóan	Géppapírból vágj ki egy 10–12 cm hosszú, 2–3 cm széles papírcsíkot. Mindkét végén 2 cm hosszú lábat hajlíts neki, és állítsd ezekre. Fújással dönts fel a papírpapodot! Készíts rajzot! Mit tapasztalsz?	Tapasztalatok közös megbeszélése.
Kísérlet elvégzése önállóan	Tegyél az asztallapra annak szélétől kb. 6 cm-re egy ötforintos pénzérmét. E mögé kb. 10–15 cm távolságra egy tányért. Juttasd bele a pénzérmét a tányérba úgy, hogy semmihez nem érhetsz hozzá. Mit kell tenned? Készíts rajzot!	Ötletek gyűjtése a kísérlet elvégzésére. Magyarázat megbeszélése a tanulók bevonásával.
Kísérlet elvégzése önállóan	Hajts félbe egy géppapírt, és tedd azt egy állványba befogott rúdra. Fúj a szétnyílt papírlapok közé. Készíts rajzot! Mit tapasztalsz?	Tapasztalatok és magyarázat önálló megfogalmazása. Azok közös megbeszélése. Estleges hibák javítása.

Kísérlet önálló elvégzése	Felül nyitott U alakú csőbe önts óvatosan vizet. Ezt helyezd állványra. Cső alakúra hajlított papírral fújj el az egyik csővég felett. Készíts rajzot! Mit vettél észre?	Légnyomás, hidrosztatikai nyomás fogalmának, a közlekedő edények tulajdonságainak megbeszélése. A gázok és a folyadékok áramlásának oka, magyarázata.
Kísérlet önálló elvégzése	Tegyél az asztalra egy fadobozt és annak oldalától 5–6 cm-re egy pingponglabdát. Gumi vagy papírtekercsen vagy szívószálon át fújj a doboz és a pingponglabda közé. Készíts rajzot!	Magyarázat önálló megfogalmazása. Annak végiggondolása, a kísérletek tapasztalataival hol találkozzunk a mindennapi életben.
Kísérlet önálló elvégzése	Készíts papírból kb. 10 cm hosszú, kb. fél cm átmérőjű csövet! Vedd a szádba a csövet, tedd a pingponglabdát a cső felső nyílásához, és fújj bele folyamatosan feltartott fejjel! Engedd el a pingponglabdát. Készíts rajzot! Mit tapasztalsz? A kísérletet elvégezheted hajlított szívószállal is!	A kísérlet megismétlése porszívó segítségével. Tapasztalatok és azok magyarázatának közös megbeszélése.
Mindennapi életből vett példák közös megbeszélése.	Miért kell megfelelő oldaltávolságot tartania az autósoknak, ha gyalogos vagy kerékpáros mellett megy el? Miért nem szabad a járda szélére állni, ha át akarunk menni az úttesten? Hogyan működik a porlasztó? Miért tudjuk az üdítőt felszívni szívószállal?	Gondolkodtató kérdések önálló megválaszolása, utána közös ellenőrzés. Hibák megbeszélése, kijavítása.
Következő foglalkozás anyagának előkészítése. Kiselektadások témájának és előadójának megbeszélése. irodalomjegyzék adása.	Adhatunk otthoni kísérletet, megfigyelést. Téma: A felületi feszültség. Kísérlet: tegyél zsilletpengét, ötforintos pénzürmét óvatosan víz tetejére. Nézd meg, mi történik. Ezután óvatosan önts mosogatószer a vízbe. Van-e valamilyen változás? Keress könyvekben, interneten érdekességeket a témával kapcsolatban!	

	Ezek megbeszélésével kezdhetjük a következő foglalkozást.	
A tanulók munkájának értékelése.		

A feladatmegoldó foglalkozásokon is be kell tartani a fokozatosság elvét. A feladatok szövegezése világos, érthető, egyértelmű legyen. Feladatokban szereplő adatok és eredmények a valóságnak megfelelőek legyenek. A feladatmegoldó szakkörre is készíthetünk feladatlapokat, feladatsorokat, de használhatjuk a meglévő feladatgyűjteményeket, a korábbi versenyfeladatokat. Ezek általában megtalálhatók az iskolákban, de az interneten is.

A feladatmegoldó szakkör elsődleges célja a tanulók versenyekre való felkészítése. Természetesen a feladatok nehézségi szintje is ennek megfelelő kell legyen.

A foglalkozás elején megbeszéljük a feldolgozandó ismeretanyagot. Összegyűjtjük a témához kapcsolódó meglévő ismereteket, illetve újakkal egészítjük ki azokat. Dolgozhatnak a tanulók önállóan, párban és csoportban. Páros, illetve csoportos feladatmegoldás esetén kialakítjuk a párokat, csoportokat. Ennél a munkamódszernél ügyelni kell a páron, illetve a csoporton belüli egészséges munkamegosztásra.

Kiadjuk a feladatokat. Hagyjuk a tanulókat gondolkodni, irányítjuk a munkájukat, ha szükséges. Ha több tanulónak okoz gondot a feladat megoldása, akkor azt oldjuk meg közösen.

A feladat megoldását ellenőrizzük számszakilag, a mértékegységre is térjünk ki. Elemezzük a megoldást gyakorlati szempontok alapján is. A többi feladat megoldása hasonló módon történik.

A foglalkozás végén adhatunk otthoni megoldásra feladatot, mely ellenőrzése a következő foglalkozás elején történjen meg. A feladatmegoldó szakkörben szervezhetünk a tanulóknak versenyt. Ezt megtehetjük egy-egy foglalkozás alkalmával, de egész éven át tartó versenyt is hirdethetünk.

Egy foglalkozás alkalmával a következő feladatsorral foglalkozhatunk: Témakör: *Optika, fénytörés prizmán és planparalel lemezen (középszint)*

Üvegből készült planparalel lemezt vízbe merítünk. Az üveg abszolút törésmutatója 1.55, a vízé 1.33. A vízben haladó fénysugár 42°-os beesési

szöggel éri az üveget. Mekkora a törési szög az üvegben? Mekkora törési szöggel lép ki a fénysugár az üvegből a vízbe? Mekkora a lemez vastagsága, ha a fénysugár lemezbéli útjának hossza 6.5 cm?

Egy 3 cm vastag planparalel lemezre 60° -os szögben levegőből fénysugár érkezik, és a lemezben a vízfelszínhez képest 55° -os szögben halad tovább, majd kilép a lemezből. Mekkora a lemezben a fény terjedési sebessége és frekvenciája? Mennyi idő alatt jut át a fény a lemezen? Mekkora a fénysugár eltolódása a lemezen való áthaladáskor? A lemezre érkező fénysugár hullámhossza: 500 nm.

Egy párhuzamos falú műanyaglap 4.5 cm vastag, törésmutatója 1.6. Mekkora a beesési szög, ha a fénysugár $3 \cdot 10^{-10}$ másodperc alatt halad át a műanyaglapon? Mennyi az a legrövidebb idő, ami alatt a fény át tud haladni a műanyaglapon?

540 nm hullámhosszúságú fény esik egy egyenlőszárú prizma egyik oldallapjára, és belép a prizmába. Áthaladva rajta, a másik oldallapon teljes visszaverődést szenved úgy, hogy a prizma alaplapján irányváltozás nélkül lép ki. Az alapon fekvő szögek 50° -osak, a prizma anyagának abszolút törésmutatója 1.45. Mekkora a teljes visszaverődés határszöge? Mekkora beesési szöggel érkezett a fénysugár a prizmára? Mekkora a fény hullámhossza a prizmában? Mekkora a fény egy fotonjának energiája? A szükséges adatokat keresd meg a függvénytáblázatban, ha nem tudod?

Üvegprizmára úgy esik fény, hogy az első beesésnél a visszavert és a megtört fénysugarak merőlegesek egymásra. Ekkor a beesési szög 57° -os. Mekkora az üveg abszolút törésmutatója? Mekkora a prizma törőszöge, ha a fény a prizma másik lapján irányváltoztatás nélkül halad át? Mekkora a fény frekvenciája és hullámhossza levegőben és üvegben, ha a beeső fény fotonjai $3.5 \cdot 10^{-19}$ J energiájúak?

Egy feladatmegoldó fizika szakköri foglalkozás részlete

A foglalkozás témája: *Optika, fénytörés prizmán és planparalel lemezen*

Feladatmegoldó fizika szakköri foglalkozás:

Bemutató kísérlet: hogyan halad át a fény a prizmán és a planparalel lemezen?	A témához kapcsolódó elmélet megbeszélése, összefüggések, törvények felelevenítése.	Motiválás, érdeklődés felkeltése, ráhangolás a témára.
--	---	--

<p>Feladatlap, feladat-sor kiosztása</p>	<p>Első foglalkozáson megbeszéljük a fizika feladatok megoldásának lépéseit. Hangsúlyozhatjuk, hogy érdemes feladatmegoldásnál a mértékegységekkel együtt dolgozni. A feladat eredményét össze kell vetni a valósággal, ügyelve a helyes mértékegységre.</p>	<p>Rendszeres, rendszerezett munkamenet kialakítása, alkalmazása. Az elmélet és gyakorlat egységének hangsúlyozása.</p>
<p>1. feladat megoldása közösen.</p> <p>Üvegből készült planparalel lemezt vízbe merítünk. Az üveg abszolút törésmutatója 1.55, a vízé 1.33. A vízben haladó fénysugár 42°-os beesési szöggel éri az üveget.</p> <p>Mekkora a törési szög az üvegben? Mekkora törési szöggel lép ki a fénysugár az üvegből a vízbe? Mekkora a lemez vastagsága, ha a fénysugár lemezbeli útjának hossza 6.5 cm?</p>	<p>Rajz készítése a megoldáshoz. Kigyűjtjük az adatokat, bejelöljük a rajzon a fény útját. Megbeszéljük, hol történik fénytörés, milyen összefüggésekre van szükség a feladat megoldásához. Ezután önállóan dolgoznak a tanulók.</p> <p>$s = 6.5 \text{ cm}$ $\alpha = 42^\circ$ $n_{\text{ü}} = 1.55$ $n_{\text{v}} = 1.33$ $\beta = ?$ $d = ?$</p>	<p>Ötletek gyűjtése a feladat megoldásához. Magyarázatot megbeszélése a tanulók bevonásával.</p> $n = \frac{n_{\text{ü}}}{n_{\text{v}}} = \frac{1.55}{1.33} = 1.16$ $\Leftrightarrow n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 42^\circ}{1.16}$ $\beta = 35.23^\circ$ <hr/> $\cos \beta = \frac{d}{s} \quad d = s \cdot \cos \beta$ $d = 6.5 \text{ cm} \cdot \cos 35.23^\circ$ $d = 5.3 \text{ cm}$ <hr/> <p>A fény törésszöge az üvegben 35.23°, a lemez vastagsága 5.3 cm.</p> <p>A megoldás végén ellenőrizzük az eredményt, az esetleges hibákat kijavítjuk. Megbeszéljük, hol találkozunk a mindennapokban a feladatban szereplő jelenséggel.</p>
<p>Feladat megoldása önállóan.</p>	<p>Hasonló a következő feladat témája, így azt önállóan oldják meg a tanulók. Ha szükséges, segítünk.</p>	<p>Tapasztalatok és magyarázat önálló megfogalmazása. Azok közös megbeszélése. Esetleges hibák javítása.</p>

Feladat megoldása önállóan.	A feladat megoldása „fordított” gondolatmenetű, így a rutinosabb feladatmegoldó tanulók önállóan oldják meg a feladatot. Akinek szükséges, annak segítünk. Csoportmunka esetén elvárható, hogy a tanulók tudnak egymásnak segíteni.	Eredmények közös ellenőrzése, megbeszélése. Problémák közös elemzése.
Feladat megoldása. Önálló munka, ha szükséges, közösen.	Rajz készítése, feladat megoldási lépéseinek közös megbeszélése, utána önálló munka. Akinek szükséges, útmutatást adunk.	Eredmények közös ellenőrzése, megbeszélése. Problémák közös elemzése.
Feladat megoldása. Önálló munka.	Rajz készítése után önálló feladatmegoldás.	Eredmények közös ellenőrzése, megbeszélése. Problémák közös elemzése.
Mindennapi életből vett példák közös megbeszélése.	DVD, video felvételek a témából.	Gondolkodtató kérdések önálló megválaszolása, utána közös ellenőrzés. Hibák megbeszélése, kijavítása
Következő foglalkozás anyagának előkészítése. Kiselőadások témájának és előadójának megbeszélése. irodalomjegyzék adása.	Adhatunk otthoni kísérletet, megfigyelést. Téma: Üvegpohárral, üdítőszüveggel figyeld meg a nap sugar útját! A kirakatban elhelyezett ruhát azon a helyen látjuk-e, ahová elhelyezték? Stb. A tapasztalatok, magyarázatok megbeszélése a következő foglalkozás elején történhet.	
A tanulók munkájának értékelése.		

A bemutatott feladatmegoldó fizika szakköri foglalkozás részlet módszertani fogásai hasonlóképpen alkalmazhatók az általános iskolai korosztálynál is.

6.2.4. Tehetséggondozó tábor

A tehetséggondozás, tehetségfejlesztés egyik formája az általában nyáron megszervezendő fizika tehetséggondozó szaktábor lehet.

A tábor célja

- a tábor résztvevői kiváló szakemberek (egyetemi, főiskolai tanárok és vezető pedagógusok) irányításával ismerkedjenek meg a természettudományok legfrissebb eredményeivel,
- sajátítsák el az egyszerűbb vizsgáló módszerek alkalmazását a laboratóriumi kísérleti és mérőeszközök használata során,
- ismerjék meg az elsajátított műveletek gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit (vizsgálatok, megfigyelések végzése laborban és terepen),
- az előadások és gyakorlatok során fejlődjön a természetismereti kompetenciájuk, kifejező készségük, megfigyelő, elemző és lényegkiemelő képességük, fejlődjön a manuális készségük,
- a további természetismereti tanulmányaik során jól hasznosítható kompetenciákat sajátítsanak el.

A tábor résztvevői

Olyan általános és középiskolás tanulók, akik valamilyen természettudományi (kémia, fizika, környezetvédelem) versenyen már tanúbizonyságot adtak tudásukról, érdeklődésükről. De azok is jöhetnek a táborba, akik versenyen nem vettek részt, de érdeklő őket a fizika.

A tábor költségei

A tanulók által befizetett részvételi díjon kívül törekedni kell arra, hogy valamilyen pályázatból támogatást nyerjen a tábor. Meg kell próbálni felsőfokú intézmények, tudományos (TIT), valamint társadalmi intézmények anyagi segítségét elérni a rendezvény lebonyolításához.

A tábor helyszínei

A tehetségfejlesztő, tehetséggondozó táborokat olyan helyszíneken, olyan környezetben kell megrendezni, ahol a tanulók jól érzik magukat, lehetőség van tanulási, kulturális és sportesemények rendezésére. Gondolni kell arra a szervezésnél, hogy több esetben a nyári táborok a tanulók üdülését helyettesítik. A tehetségfejlesztő táborok munkája hasonlít a szakkörön végzett feladatokhoz. Az alkalmazandó módszertani fogások is hasonlóak vagy ugyanazok lehetnek.

A tábori meghívóban lehet kérni a gyerekektől otthonról hozandó feladatokat, melyek lehetnek: fizikatörténet, lehet sajátkészítésű eszköz, érdekes számításos-, játékos-, logikai feladat, képrejtvény, betűrejtvény. Hozhatnak a tanulók érdeklődési körükből készített plakátokat, posztereket. Ezekből a feladatokból versenyt, kiállítást lehet szervezni. Az előre elkészített munkák tájékoztatást adnak a tanulók kreativitásáról, gondolkodásáról, leleményességéről. A következőkben található egy javaslat, mely segít a tehetséggondozó tábor megszervezésében, lebonyolításában.

A táborban minden tanuló kap egy Munkafüzetet, amely segítségével végzi el a kísérleteket. Ebből látható egy részlet:

Hőtani kísérletek

Eszközök: lombik, víz, egyforintos érme, óraüveg

Önts kevés vizet az óraüvegbe, és vizezd be az egyforintos érmét.

Tedd azt a lombik szájára úgy, hogy éppen fedje azt.

Ezután markold meg a lombikot, várj egy kicsit! Figyeld meg, mi történik a pénzérmével?

Tapasztalat:

Magyarázat:

Eszközök: Lombik gumidugóval, benne üvegcső, főzőpohár vízzel

A cső végét meríts a vízbe!

Fogd tenyeredbe a lombikot!

Figyeld, mi történik?

Tapasztalat:

Magyarázat:

Eszközök: állvány, kémcsőfogó, hőmérő, főzőpohár, víz

Rakd össze az állványt, fogd be a kémcsőfogóba óvatosan a hőmérőt és rögzítsd azt állványba!

Önts vizet a főzőpohárba, helyezd a hőmérőt a vízbe!

Várj egy kicsit és olvasd le a hőmérsékletet!

Hőmérséklet:

Eszközök: állvány, kémcsőfogó, hőmérő, főzőpohár, aprított jég, keverő pálca

Rakd össze az állványt, fogd be a kémcsőfogóba óvatosan a hőmérőt és rögzítsd azt állványba!

Tegyél aprított jeget a főzőpohárba!

Óvatosan tedd bele a hőmérőt!

Várj kis ideig, olvasd le a hőmérsékletet!

Hőmérséklet:

Hagyd az előbbi összeállítást, de tegyél egy kis sót a jégbe, óvatosan keverd meg!

Olvasd le a hőmérsékletet!

Hőmérséklet:

Még mindig marad a kísérleti összeállítás, de tegyél megint egy kis sót a jégbe és keverd azt meg óvatosan!

Most is olvasd le a hőmérsékletet!

Hőmérséklet:

Tapasztalat:

Magyarázat:

Eszközök: gyufa, gyertya, kör alakú papírlap, víz

A papírlapot hajtsd tölcsér alakúra úgy, hogy a tölcsér csúcsát a papírlap közepe alkossa!

Tölts a tölcsérbe vizet (ne sokat)!

Tartsd a tölcsért gyertyaláng fölé, közben ide-oda mozgasd azt!

Vigyázz, a papírnak csak azt a részét érje a láng, ahol a víz van benne.

Tapasztalat:

Magyarázat:

Eszközök: papírlap, főzőpohár, 2 db jégkocka

Csomagold az egyik jégkockát a papírlapba!

Tedd a másikat a főzőpohárba!

Mit veszel észre?

Tapasztalat:

Magyarázat:

Mi történne, ha az előbbi kísérleteket forró vízzel teli palackkal csinálnád meg?

Magyarázat:

Eszközök: jég, főzőpohár, víz, 2 db. hőmérő

Önts vizet a főzőpohárba!

Tegyél a tetejére annyi jégkockát, hogy bőven elfedje!

Az egyik hőmérőt engedd le a főzőpohár aljára!

A másik hőmérővel a felszín közelében mérd a hőmérsékletet!

A vizet ne kevergesd, tartsd mozdulatlanul mindkét hőmérőt!

Figyeld meg a hőmérsékleteket!

Tapasztalat:

Magyarázat:

Eszközök: kémcső dugóval, víz, borszeszégő, gyufa, kémcsőfogó, tálca, főzőpohár

Önts vizet a kémcsőbe, tedd rá a kémcsőfogót!

Óvatosan gyújtsd meg a borszeszégőt!

Forrald fel a kémcsőben lévő vizet!

Zárd el a borszeszégőt!

Dugd be dugóval a kémcsövet!

Fordítsd szájával lefelé, és önts rá óvatosan vizet!

Mit láatsz?

Tapasztalat:

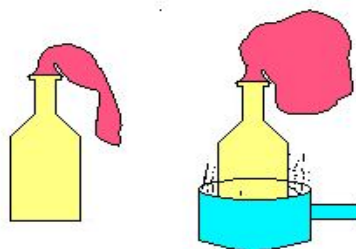
Magyarázat:

A sok levegő

Eszközök: lufi, üveg, edény, tele forró vízzel

Feladat: Nyújtsuk ki a lufit, és húzzuk rá az üveg szájára! Helyezzük az üveget a forró vízzel teli edénybe, és 5 percre hagyjuk benne állni!

Mi történik?



Magyarázat: A lufiban lévő levegő hő hatására kitér: a levegőmolekulák ilyenkor gyorsabban mozognak, és egymástól távolabb kerülnek. A kitérült levegő miatt gömbölyödik ki a lufi. A meleg levegő természetesen a lufin kívül is így viselkedik. A meleg levegő kevésbé sűrű, mint ugyanannyi hideg levegő, több helyet foglal, ugyanakkor kisebb a súlya.

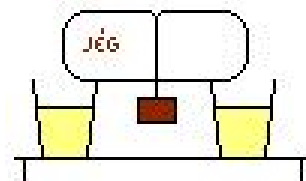
Keresztül a jégen!

Eszközök: egy darab jég, két pohár, vékony drót, súlyos test

Feladat: A vékony drót és a súlyos test segítségével próbáld elvágni a jeget!

Mit tapasztalsz?

Magyarázat: Nyomás alatt a jég megolvad, és ezért süllyed bele a nyomást kifejtő tárgy. Nagy hidegben a megolvadt víz újra gyorsan megfagy, s azért nem figyelhető meg az olvadás, csak a tárgy besüllyedése a jégbe.



Egy látványos kísérlet

Eszközök: egy lombikra, egy tálcára, egy gyertyára és egy kis vízre.

Feladat: A tálcába öntsünk vizet és állítsunk bele egy égő gyertyát. Egy szájával lefele fordított (száraz) lombikkal borítsuk le a gyertyát.

Mit tapasztalsz?

Magyarázat: A víz lassan egyre magasabbra kúszik a lombikban.

Miközben a lombikot a gyertyára fordítjuk (ha lehet szépen lassan) a levegő felmelegszik és egy része távozik a lombikból, így a bent lévő levegő nyomása kisebb lesz és a külső nagyobb nyomású levegő elkezd bepréselni a vizet a



lombikba. Ezek után több levegő már nem távozik, a vízszint mégis növekedni fog. A gyertya szép lassan elég tehát elhasználja az oxigént, helyette viszont széndioxid keletkezik, így ez nem lehet magyarázat a további vízszint-emelkedésre. Miután a gyertya elaludt, a levegő hűlni kezd a víz lecsapódik a lombik falára és a bent lévő nyomás ismét csökken. A nagyobb nyomású külső levegő megint vizet présel a lombikba. A kísérlet nagyobb lombikkal látványosabb, ilyenkor ügyeljünk rá, hogy szép lassan fedjük le a gyertyát, hogy a levegő kellően felmelegedhessen!

A foglalkozásokon a tanulók tapasztalataikat önállóan jegyzik le, utána közösen történhet azok értékelése, megbeszélése.

6.3. A kooperatív technika alkalmazása

A szakkörökön és a szaktáborban is alkalmazható a kooperatív technika. Csoportokban dolgoznak a tanulók, de a csoportok kialakítása véletlenszerű.

A kooperatív tanulás lényege a csoportos munka alkalmazása. A diákok csoportokat alkotnak (2 fő, 3 fő, 4 fő, stb.), felosztják egymás között a feladatokat; mindenki felelős a saját munkájáért, együtt dolgoznak, ha szükséges, segítik egymást. Mivel a feladatokat időre el kell készíteniük, így összhangban kell lenniük a csapatoknak. Mindenki alkalmazkodik a másikhöz, és jobban megismerik egymást és a fizikát is egyben.

Ez egyes gyerekek számára rögtön természetes lesz, másoknak hosszabb időre van szükségük ahhoz, hogy ezt a felelősséget elfogadják és gyakorolják. A tanári magatartásnak ezzel kapcsolatban egyidejűleg kell következetességet és türelmet, toleranciát kifejeznie.

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 vizsgáztatás reprodukáló jellegével. Mivel a kooperatív munka során a diákoknak az anyagot újra fel kell építeniük, nézeteiket össze kell hasonlítaniuk, sokkal mélyebben megértik a tanultakat. Ennek a módszernek több fajtája létezik.

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.

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 vizs-

szamegy 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.

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, érdekeségek 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.

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 mást is alkalmazhatunk, pl. kérdés–válasz stb.). A helyes megoldást segíthetjük tankönyvvel, lexikkal, 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.

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.

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 megbeszélik/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.

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.

Alkalmazásuk függ a tananyag tartalmától, a tanulók életkori sajátosságaitól, érdeklődési körétől, kreativitásuktól, munkamoráljuktól, stb.

Irodalom

- Czeizel Endre (1997): Sors és tehetség. Budapest, Minerva.
- Feldhusen, J. F. & Hoover, S. M. (1986): A conception of giftedness: Intelligence, self concept and motivation *Roeper Review* 8/3: 140–143.
- Marland, Sidney P., Jr. (1972): Career Education: Every Student Headed for a Goal, *American Vocational Journal*, 47/3: 34–36.
- Renzulli, J. S. (1978): What Makes Giftedness? Reexamining a Definition *Phi Delta Kappan*, 60/3: 180–184.

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE