

## **Szaktanári továbbképzés fizika szakos mentorképzéshez**

*30 órás pedagógus-továbbképzés tematikája:*

**A képzés időtartama:** 30 óra

**Helye:** ELTE TTK 1117 Pázmány Péter sétány 1/a

### **A továbbképzés célja:**

Az osztatlan tanárképzés utolsó, úgynevezett rezidens képzésének mentorálásához szükséges szaktanári tudásrendszer közvetítése fizikatanárok számára. A mentori tevékenységhez szükséges azon tanári képességek fejlesztése, amelyek alkalmazásával a már pályán lévő gyakorló tanár a tanárjelöltek segítségére tud lenni a fizika tanítása során.

A képzés végén a résztvevők legyenek képesek a hozzájuk kerülő tanárjelölteket bevezetni a fizika tanításával kapcsolatos szaktanári munkába.

### **A program tartalmának rövid ismertetése:**

1. A mentoráláshoz szükséges pedagógiai, fizika szaktanári ismeretek
2. Az Excel használat lehetőségei a fizikatanítás során, mint mérési eredmények kiértékelése, problémák, feladatok megoldása, statisztikák készítése
3. A fizikai ismeretek társadalmi kapcsolatának bemutatása az energia példáján keresztül, mely csaknem minden, a közoktatásban szereplő fizikai témakörben előfordul
4. A mentorálás gyakorlati kérdései, az egyéni fejlesztési tervek bemutatása

### **A képzés tartalmi követelményei:**

A képzést elvégző mentor legyen képes a jellegzetes fizikatanári feladatok ellátásában a hallgatók segítségére lenni, mint kísérletezés, fizikai jellegű problémák, feladatok megoldása, előzetes tudás feltárása és felhasználása a tanítás során, gyakorló és témazáró feladatsorok összeállítása és azok megoldottságának elemzése, visszacsatolása a tanítási gyakorlatba, osztálytermi kutatások szervezése és lebonyolítása, elemzése, értékelése. Legyen képes arra, hogy tudományos ismeretterjesztő cikkeket használjon fel az oktatási gyakorlatban, a fizika alkalmazási lehetőségeinek bemutatása céljából. Legyen képes arra, hogy a tudományos megismerés egyes lépéseit elemezze a tananyag feldolgozása során, és rávilágítson a különböző új eredmények jelentőségére ismeretterjesztő írások felhasználásával.

Ismerje a különböző munkaformák alkalmazási lehetőségeit a fizika tanítása során, tudja eldönteni, hogy az egyes tananyagrészek esetében milyen munkaformákat lehet alkalmazni, és azok milyen kompetenciafejlesztési lehetőségekkel bírnak. Tudjon a tanárjelöltek számára megfelelő alternatívákat mutatni egy-egy témakör különböző feldolgozási lehetőségeivel kapcsolatban. Segítsen a tanárjelölteknek abban, hogy felismerjék a kulcskompetenciák fejlesztési lehetőségeit a fizika tantárgy tanítási tartalmain keresztül, valamint hogy kiválasszák és alkalmazzák a megfelelő feldolgozási lehetőségeket. Segítse a tanárjelölteket a differenciálás lehetőségeinek számbavételében a különböző témakörök feldolgozása során, különös figyelemmel a tehetséggondozásra és a felzárkóztatásra. Legyen képes a tanárjelöltekkel reflektív beszélgetéseket lefolytatni a tanórák szakmai tartalmával kapcsolatban is.

Tudja az Excel programot alkalmazni különböző tevékenységekhez, mint például statisztikák készítése a dolgozatok, osztálytermi kutatások, kisebb felmérések kiértékelésében, azok elemzéséhez, a tanórán végzett mérőkísérletek mérési eredményeinek kiértékeléséhez, probléma és feladatmegoldások során.

Működjön együtt a mentorált tanítási gyakorlatot segítő szaktárgyi tanításkísérő szemináriumot vezető oktatóval a tanárjelölt fejlesztési folyamatának segítésében.

**A képzéshez szükséges eszközök:** Amennyiben lehetséges, a kolléga hozzon magával laptopot.

**A képzés lebonyolításának módszerei:**

A képzés során építünk a résztvevő kollégák széleskörű előismereteire, szakmai tapasztalataira. Az alkalmazandó munkamódszerek:

- elméleti felvezetés,
- különböző írásos dokumentumok, cikkek egyéni olvasása,
- kiscsoportos megbeszélések,
- közös megbeszélések,
- összefoglaló és kiegészítő előadások.

**Az ismeretek számonkérésének módja:**

*Írásbeli dolgozat:* Fizika tanárszakos hallgató fejlesztési tervének kidolgozása.

*Szóbeli rész:* Az írásbeli dolgozat alapján egy kérdéskör részletes kifejtése. A képzés alatt feldolgozandó feladatok megoldásában és a beszámolóikban való aktív részvétel.

*Értékelés szempontjai:* A megszerzett szakmai ismeretek mennyisége, mélysége és alkalmazhatósága a gyakorlatban.

**Látogatási igazolás**

Az OM pedagógus továbbképzésről, a pedagógus szakvizsgáról, valamint a továbbképzésben részt vevők juttatásairól és kedvezményeiről szóló 277/1997. (XII. 22.) Korm. rendelet értelmében a legalább 5 órás, nem akkreditált pedagógus-továbbképzés igazolására látogatási igazolás adható ki.

[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=99700277.KOR](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99700277.KOR)

„Az (1) bekezdésben foglalt hétévenkénti továbbképzés legfeljebb huszonöt százaléka teljesíthető..”

„harminc foglalkozási óránál rövidebb, nem akkreditált képzésben való részvétellel, amennyiben a képzési idő legalább az öt órát eléri..”

A 3 nap témái, melyekre látogatási igazolást adunk ki:

- A fizikatanítás pedagógiája I.  
*Az Excel használatának lehetőségei a fizika oktatása során*
- A fizikatanítás pedagógiája II.  
*Különböző tanulásszervezési eljárások alkalmazási lehetőségei a fizika oktatása során*
- Az energia a fizika tanításában

Az egyes napok tervezett programja:

1. nap programja lila színnel
2. nap programja piros színnel
3. nap programja fekete színnel

<b>Témakör</b>	<b>Témakör indoklása</b>
A fizikatanítás jellegzetességeinek összegyűjtése 1 óra	Azért fontos elem, mert éppen a tantárgyi különbségek teszik szükségessé a szaktárgyi mentorképzést.
Kísérletezés esetek elemzése, előzetes tudás felhasználása, hipotézisalkotás 3 óra	Ez az empirikus tapasztalatszerzéssel kapcsolatos rész, amely a természettudományok esetében fontos. <i>A fizika minden oktatási területét érinti.</i>
Problémamegoldás, számításos feladatok 3 óra	A természettudományok jellegzetessége a <i>kvantifikálás</i> . <i>A fizika minden oktatási területét érinti.</i>
IKT eszközök felhasználási lehetőségei a fizika oktatásában, melyben az Excel kerül bemutatásra 3 óra	Ez óriási téma. Jelen képzés során a fizikatanítás esetében csak egy szűk szeletet emelünk ki. <i>A fizika minden oktatási területét érinti.</i>
- Mérési adatok feldolgozása során	Ez a lehetőség empirikus területek esetében adódik. Nem csak egyszerű ábrázolást jelent, hanem kicsit mintegy játékszerűen, különböző függvények illesztését is.
- Feladatmegoldás során	Ez a rész a fizikában azért fontos, hogy a diákok ne csupán képleteket lássanak maguk előtt, amikbe be lehet helyettesíteni, hanem érzékeljék, hogy a fizikai összefüggések valójában függvénykapcsolatok. Ennek a célnak az eléréséhez jó eszköz az Excel. Az Excel sokféleképp használható, nem csak függvényábrázoláshoz, hanem különböző diagramok készítéséhez stb. Tantárgyanként sokféle elemhez kapcsolható.
- Statisztika készítése során	Kisebb <i>kutatások</i> eredményeinek vizsgálatához, elemzéséhez ad segítséget. Emellett egy osztálydolgozat részletesebb elemzéséhez is használható eszköz.
A természettudományos megismerés elemeiről 3 óra	Fontos – többek között - az áltudományok terjedésének fékezése, illetve a következő részben szereplő KAT módszer megértése miatt. <i>A fizika minden oktatási területét érinti.</i>
Tanulásszervezési lehetőségek számbavétele 7 óra	<i>Ez nagyon fontos elem, mert itt kell konkretizálni, hogy a különböző témáknál illetve tanulócsoportoknál milyen módszereket érdemes alkalmazni. Ehhez sok idő szükséges.</i> KAT vagy IBL, mint új és egyre szélesebb körben eredményesen alkalmazott módszer bemutatása. Több nemzetközi csoport is foglalkozik ilyen tananyagok kidolgozásával, néhány példa szerepel ezekből a képzésen. <i>A fizika minden oktatási területét érinti.</i>
- Hallgatói feladatok	A hallgatói feladatok közt szerepelnek olyan elemek, amelyek a portfólió készítéséhez is felhasználhatók. Fontos, hogy a hallgatók valamilyen kisebb kutatást is végezzenek, amelyről beszámolót készítenek. Ez a kutatás alapú tanárképzés része, és ezért van a helye a képzés során. Egyre több pályázat jelenik meg különböző témákból, melyekhez kis kutatás is tartozik. E miatt is fontos pl. az

	<b>Excel használatának ismerete a statisztika készítéséhez.</b>
Szakmai kiegészítő rész 5 óra	Az energetika témakörére esett a választás az emberiség növekvő energia éhsége és a különböző energiatermelési eljárások környezeti hatásai miatt. Itt szerepelnek a témakör feldolgozását segítő javaslatok is.
Tanári bemutató munkák megbeszélése 5 óra	Ez szokásos elem a továbbképzések esetében. Így a tanárok egymás elképzeléseit is megismerik. Azért kell a 3. napot csak később megtartani, hogy a tanárok el tudják készíteni a beszámolót.

### **A képzés részletes ismertetése**

#### Tartalomjegyzék

1. A fizikatanítás pedagógiája
    - 1.1. Kísérletek a fizikaórán, a kísérletek feldolgozása az előzetes tudás figyelembe vételével
    - 1.2. Problémamegoldás és számításos feladatok a fizikatanári gyakorlatban
    - 1.3. Az Excel használatának lehetőségei a fizika tanítása során
      - 1.3.1. Mérési adatok feldolgozása
      - 1.3.2. Feladatmegoldás
      - 1.3.3. Statisztika készítése
  2. A természettudományos megismerés elemeinek megjelenése a fizika órákon
  3. A fizika oktatása során alkalmazható tanulásszervezési és kompetenciafejlesztési lehetőségek
  4. Szakmai kiegészítés az energia témaköréhez
- Felhasznált és ajánlott irodalom  
Minőségbiztosítás

#### **1. A fizikatanítás pedagógiája**

*Bevezető kérdéskör*, melyet először egyénileg gondolnak végig, majd csoportokban beszélnek meg a kollégák. Végül közös megbeszélés zárja ezt a szakaszt. Ennek során a résztvevők megismerik egymást, kiderül, hogy ki hogyan gondolkozik a fizika tanításával kapcsolatban és megtörténik a témával kapcsolatos előzetes tudás feltárása

*Milyen jellegzetességei vannak a fizika tanításának? Mennyiben különbözik a többi tantárgy tanításától? Melyek a hasonló feladatok?*

Az alábbi területeket gondoljuk kiemelni:

- kísérletezés, a kísérletezés eszközrendszere, a szertár,
- problémák és számításos feladatok megoldása, feladatsorok készítése gyakorláshoz, számonkéréshez,
- a természettudományos megismerés módszereibe való bevezetés,
- a természettudományos szemlélet kialakítása egyrészt a kötelező tananyagtartalmakon keresztül, továbbá tudományos ismeretterjesztő írások tanulmányozása alapján.

1 óra

1.1. Kísérletek a fizikaórán, a kísérletek feldolgozása az előzetes tudás figyelembe vételével

*Mi a szerepe a kísérleteknek a fizika tanulása során? Mi a szerepe a kísérleteknek a megismerési folyamatban? Milyen lépései vannak a kísérletezésnek?*

3 óra

Kiemeljük azokat az elemeket, amelyekről úgy gondoljuk, hogy fontos, hogy megjelenjenek a kísérletek elvégzése során. Ezeknek a lépéseknek a megléte biztosítja, hogy a kísérletezés tudatos tevékenység legyen:

- Problémafelvetés.
- A gyerekek csoportmunkában konkretizálják a problémát.
- A gyerekek megtervezik a kísérletet. Hipotéziseket fogalmaznak meg a kísérlet várható lefolyásával kapcsolatban.
- Amennyiben a tanár engedélyt ad rá, a gyerekek elvégzik a kísérletet, vagy a tanár bemutatja. Ez utóbbi esetben is fontos, hogy a bemutatás során reflektáljanak a tanulók előzetes elképzeléseire.
- A gyerekek levonják a következtetéseket. Ténylegesen azt tapasztalták-e, amit vártak? Ha nem, akkor ennek mi lehetett az oka?

A témáról bővebben lehet olvasni *A fizikatanítás pedagógiája* című tankönyv 9. fejezetében, és *A természettudomány tanítása* című tankönyv 5.5. fejezetében.

Gyakorlati példák, tanórán ténylegesen megtörtént esetek, ezek elemzése, valamint további példák a saját gyakorlatból:

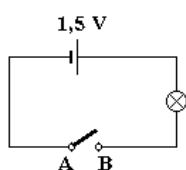
- A víz forráspontjának tanulmányozása

6. évfolyamra járó diákok vizet melegítettek, miközben mérték a víz hőmérsékletét. A melegítés során a  $100^{\circ}\text{C}$  fokhoz érkező több tanuló is igyekezett egyre magasabb hőmérsékleteket leolvasni. Amikor ez nem sikerült, a tanárhoz fordultak azzal, hogy elromlott a hőmérő. A tanár (Wagner Éva) ténylegesen többször ki is cserélte a hőmérőt. Míg végül rájöttek a diákok, de hiszen amikor forr a víz, akkor nem is kell emelkednie a hőmérsékletnek, hiszen a víz  $100^{\circ}\text{C}$ -on forr, melyet persze már korábban tanultak.

- Áramerősség és feszültség fogalmak differenciálása tanulókísérlet keretében

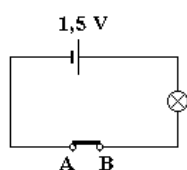
A diákok ténylegesen megépítették az alábbi áramkört. A mérés előtt a tanulóknak a következő kérdésre kellett válaszolniuk:

Mit gondolsz, hogy mekkora feszültség mérhető az  $AB$  pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?



1)

a.)  $1,5\text{V}$  és  $1,5\text{V}$



2)

b.) 0V és 0V

c.) 1,5V és 0V

d.) 0V és 1,5V

e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

A tanulóknak ezután mérni kellett a feszültséget az AB pontok között mindkét esetben, tehát a kapcsoló nyitott és zárt állása esetében.

A zárt állás esetében természetesen 0 V-ot mutat a műszer. Ez több tanuló számára érthetetlen volt, mivel a lámpa világított. Ekkor tanárukhoz fordultak azzal, hogy elromlott a műszer, az előbbi példához hasonlóan. A tanár (WÉ) többször ki is cserélte a műszert. Míg végül rájöttek a diákok, hogy a műszer jól működik.

A fenti példa tesztfeladatként több esetben szerepelt természettudományos, illetve műszaki felsőoktatásba felvételt nyert hallgatók első dolgozatában. A 2009-es országos felmérésben 2185 fő első éves mérnök és fizika BSc hallgató vett részt. A feladat megoldottsága: 16,2% volt, mely alacsonyabb, mint ami a véletlenszerű találgatásokból adódna.

A diákok döntő többsége pontosan fordítva ítéli meg a kapcsoló kivezetéseinek meglévő feszültségeket, mint ami ténylegesen mérhető. A nyitott kapcsolónál 0 V-ot mondanak, a zárt kapcsolónál 1,5 V-ot.

A tanulók a feszültség fogalmával ismerkedve, magukban nem a tudományos elképzeléseknek megfelelően konstruálják meg a fogalmat, hanem lényegében *azonosítják az áramerősséggel*. A feszültség a tanulók szemében ugyanúgy az „áram erősségére”, energiájára, „hatékonyságára” jellemző mennyiség, mint az áramerősség, sőt, az Ohm-törvénnyel még meg is erősítjük bennük a két mennyiség azonosítására vonatkozó elképzelést. A feszültség sok tanuló szerint tehát az áram tulajdonsága, s lényegében azonos az áramerősséggel. A nyitott áramkör esetén nincs áram, tehát a feszültség is 0 V, ha zárjuk az áramkört, akkor pedig az 1,5 V-os elem miatt 1,5 V lesz a kapcsoló kivezetéseinek a feszültség, hiszen ebben az esetben van áram. Logikus! Nem? Tényleg logikus, ebben az esetben egy illusztrációját láthatjuk annak, hogy a gyerekek valójában logikusan szemlélik maguk körül a világot, *csak ennek a logikának a kiindulópontjai sokszor nagyon lényegesen különbözhetnek a tudományos nézőpontoktól*.

A tanítás során jobb megoldásnak látszik az *elektromos mező* fogalmából kiindulni. Ez nem nagy felfedezés, a tankönyvek egy része már régóta ezt teszi, s természetesen az elektromosság tan alapfogalmainak magasabb szintű felépítései (egyetem, főiskola) is így járnak el.

A gyerekek az elektromos jelenségeket az áramhoz kötik nagyon erősen. Itt egy mechanikai modell, az elektronok vezetőekben való áramlásának modellje szolgál a megértés alapjául. Valójában pedig az elektronáram „következmény”, a primer jelenségek az elektromos mező (vagy erőtér) jelenségei. Számos kutató tett javaslatot arra, hogy a közoktatás minden szintjén – ahol egyáltalán szerepel – a feszültség fogalma szerepeljen előbb, és csak utána az áramerősség.

A jelenség példa továbbá a differenciálatlan fogalomegyüttesek jelenlétére is. Hiszen a gyermeki gondolkodásban a töltés, áram, áramerősség, feszültség fogalmak valószínűleg rendkívül nehezen differenciálódnak, kezdetben nagyjából ugyanazt jelentik.

- Impulzus-megmaradás törvényének tanulmányozása

Sínen mozgó kiskocsik mozgását tanulmányozták a gyerekek.

Az első esetben két azonos tömegű kiskocsi volt rugóval egymáshoz nyomva. A kocsikat középre helyezve és elengedve, azok egyszerre koppantak a sín két végén lévő ütközőhöz.

A második esetben a kocsik tömegaránya 1:2-höz volt. Kérdésként feltette a tanár, hogy most hová helyezze a sínen a rugóval egymáshoz szorított kocsikat, hogy azokat elengedve egyszerre koppanjanak a sín két végén lévő ütközőkhöz?

A gyerekek élénk vitába kezdtek. Egyikük fennhangon most is azt mondta, hogy középre.

A tanár ténylegesen középre helyezte a kocsikat, és *elvégezte így is* a kísérletet. Természetesen nem egyszerre koppantak.

Végül rájöttek a gyerekek, hogy 2:1 arányban kell osztani a távolságot a sínen.

#### - Arkhimédeszi hengerpár tanulmányozása

A diákok a felhajtóerő nagyságát tanulmányozták. Minél jobban belógott az alsó tömör henger a vízbe, annál kisebb értéket mutatott az erőmérő. Végül az alsó henger teljesen a víz alá került. Az egyik diák azt állította, hogy a felső üres hengert színültig meg kell tölteni ahhoz vízzel, hogy az erőmérő ugyanakkora értéket mutasson, mint amikor az alsó henger még a levegőben volt. És ezt minden kérdés nélkül, magától mondta!!! Egyszerűen ki kellett mondania, amit gondolt! (És igaza volt.)

#### A fizika tanulásával kapcsolatos gyermektudomány elemei, az előzetes tudás szerepe

A gyermek nem tekinthető egy tudatlan lénynek, akinek mi fogjuk megtölteni az agyát a Newton törvényekkel, az elektromágneses tér elméletével, vagy a termodinamikai egyenletekkel. A gyermek szinte minden általunk tanítandó tudással kapcsolatban rendelkezik meghatározó előismeretekkel, pl. egy folytonos anyagképpel, egy lényegében arisztotelészinek tekinthető mozgásképpel, egy rendkívül leegyszerűsített, intenzív mennyiségeket nem, csak extenzíveket ismerő termodinamikai „elmélettel”, stb. Ez egy óriási kihívás a fizika tanításával szemben: meg kell találni azt a módot, amellyel képessé tesszük a gyerekeket arra, hogy megkonstruáljanak magukban egy olyan világot, amelyben a modern tudománynak megfelelő konstrukciók, törvények, elméletek foglalnak helyet, és segítségükkel a gyermek és majd a felnőtt a tudományok nyújtotta lehetőségeket képes lesz felhasználni.

Az előzetes tudásnak a tanulás során meghatározó szerepe van! Ez az előzetes tudás változik, formálódik, átstrukturálódik a tanulási folyamat közben, és ebben nem a kívülről érkező ingerek az irányító szerepet betöltő tényezők, hanem maga ez az előzetes tudás. A jelenségeket mindig a meglévő tudásunknak megfelelően értelmezzük, *a jelenségek (a tapasztalati világunk elemei) a kiszolgáltattak az értelmezési mechanizmusoknak, s nem fordítva.*

A tanulók képesek fizikai kísérletek eredményeit *másképpen látni*, mint ahogy azt a pedagógus interpretálja. Az ugyanolyan magasról elengedett, különböző tömegű testek közül a tanulók döntő többsége minden életkorban a nehezebbet látja/ hallja leesni hamarabb, még akkor is, ha műszerekkel kimutathatóan észlelési határon belüli időkülönbséggel értek talajt. (A levegő ellenállása miatt a nehezebb testek valóban hamarabb érnek le valamivel, de kifejezetten nagy tömegű, vagyis kilogrammos nagyságrendű testek esetében a különbség az észlelési határ alá kerül.)

Az általunk itt említett jelenségeknek nem az az oka, hogy a gyerekek valamit nem tanultak meg jól, rosszul gondolkodnak, nem elég alaposak, vagy valami hasonló, hanem az előzetes tudásuk, a meglévő kognitív rendszereik állapota, adott tartalma határozza meg gondolkodásukat.

Sok esetben a tudomány másképp magyarázza a jelenségeket, mint azt a gyermekek teszik. Például a mozgásjelenségeket alapvetően az arisztotelészi szemléletmódhoz hasonlóan értelmezzik. Azt szeretnénk, ha a tanulás során a gyerekekben kialakulna a newtoni szemlélet. Egy másik példa, hogy a legtöbb gyermek az anyagot folytonosnak gondolja. Az a törekvés, hogy az anyagképét meghatározó folytonos elképzelés fokozatosan átalakuljon

részecskeképpé. Vagyis a fizika tanulása során több fogalmi váltást kell elérnünk a diákoknál. Hogyan tehetjük ezt meg?

*Beszéltetni kell* a gyerekeket meglévő elképzeléseikről. *Ütköztetni* kell az egymásnak ellentmondó elképzeléseket, pl. vitákat kell rendezni. Kétséget kell ébreszteni a gyerekekben azzal kapcsolatban, hogy vajon minden esetben beválnak-e az elgondolásaik. *Láttatni* kell, hogy létezik más lehetőség is az adott témában való gondolkodásra, s amennyire lehet, tisztán el kell magyarázni ezt az új elképzelést (itt bátran használhatunk hagyományos módszereket is, mint például a frontális előadás). **Sok-sok megfigyelés, kísérlet, mérés szükséges ahhoz, hogy a tanulók egyre közelebb jussanak annak belátásához, hogy az újonnan elsajátított értelmezés tényleg hasznos lehet.**

A témáról részletesebben *A fizikatanítás pedagógiája* című könyvben lehet olvasni az 5. és 6. fejezetekben, és *A természettudomány tanítása* című könyv 2.1.2.4. fejezetében, továbbá a 3.1.1.1. fejezetben a mozgások, a 3.1.2. az anyagkép, a 3.1.3.3. az elektromosságtan, a 3.1.3.4. a fény és végül a 3.1.4.1. az energia témákkal kapcsolatban.

### Tanulói hipotézisek szerepe, megjelenése a tanítás során

A *tanár szempontjából* azért fontos, hogy meghallgassa a tanulók hipotéziseit, mert így fel tudja mérni a tanulók előzetes tudását, elképzeléseit egy adott témával kapcsolatban.

A diákok feje nem egy üres lap, melyre szép kísérletek, logikus, demonstrált, sok analógiát használó magyarázatok segítségével fel lehet írni a legfontosabb fizikai elméleteket, törvényszerűségeket. A gyerekeknek, mire az iskolapadba ülnek, nagyon változatos elképzeléseik vannak a fizikai világról, annak működéséről, ezt lehet például gyermektudománynak nevezni. Ez a legtöbb esetben nem egyezik meg a tanítani kívánt képpel, ellenben a gyerekek ragaszkodnak hozzá, és nagyon nehéz megváltoztatni. Ezért is kell a gyerekek elképzeléseit felszínre hozni, ütköztetni a tényekkel, vagyis működtetni, tesztelni a valósággal, ahogyan azt a tudományos elméletekkel teszik a tudósok.

A tanulók hipotéziseinek feltárása semmiképpen sem jelent időpocsékolást, hanem inkább időspórolást, hiszen nem kell az egyszer már feldolgozott, megértettnek hitt tananyaggal ismételtlen foglalkozni, felismerve, hogy a diákok sok dolgot félreértettek, másként értelmeztek, mint azt a tanár gondolta.

A *diákok számára* egy ilyen fajta feldolgozás komoly *motivációval* is bír. Hiszen úgy érzik, hogy fontos az ő véleményük, gondolataik az adott témakörrel kapcsolatban. Ez a feldolgozási mód fejleszti a tanulók gondolkodását is, mely az iskola egyik nagyon fontos feladata. Továbbá egy kísérlet várható eredményének megbeszélése ráirányítja a diákok figyelmét az éppen tanulmányozandó jelenségre, teljesen ráhangolódnak a tanulmányozandó témára.

### Feladatok:

- példák keresése a diákok előzetes tudásának felhasználására a saját tanítási gyakorlatból,
- jellegzetes tévképzetek megjelenésének gyűjtése saját tanítványoknál, dolgozatok elemzése ebből a szempontból, reflexió a leendő mentortanár saját szaktanári gyakorlatából,
- *A természettudomány tanítása* című könyv 461-462. oldalain található Hallgatói feladatok.

A fenti feladatoknak a mentorálás során is nagy szerepe van, hiszen a leendő fizikatanárokat is fel kell készíteni az itt szereplő szaktanári munka hatékonyságával kapcsolatos reflexióra.

## 1.2. Problémamegoldás és számításos feladatok a fizikatanári gyakorlatban



**Feladat:** Időnként hallani olyan megjegyzéseket, hogy a fizika oktatása során alig, vagy egyáltalán nem is kellene számításos feladatokkal foglalkozni, elegendő csak a kvalitatív elemzés. Mi erről a véleményük? Milyen érveket, illetve ellenérveket tudnak felhozni?

A fizika tantárgynak tükröznie kell a fizikának, mint tudománynak a sajátosságait is, melynek fontos eleme **a jelenségek mennyiségi jellemzése**, a legtöbb elméletet számolással lehet alátámasztani, ezért a tanulása során is szükséges a számolás. A legtöbb tanuló, akinek később szükséges a fizika, mérnök lesz. És a mérnökök is nagyon sokat számolnak.

A fizikai feladatoknak szerep jut **a fizikai fogalmak kialakításában**, amelyek lényeges jegyeit erősítheti meg, mélyítheti el amennyiben azok valós jelenségekhez kapcsolódnak. Szerepe lehet a valóság és modellje, az idealizálás és közelítés tudatosításának a jelenség szempontjából fontos, domináns hatások kiemelése által.

A fogalomalkítás szempontjából különös szerepük van a kvalitatív feladatoknak. Az ilyenek bizonyos fajta nyomozási feladatnak is felfoghatók, hiszen nincs lehetőség sablon, vagy rutin alapján eljutni a megoldáshoz, mint sok esetben a kvantitatív feladatok, egyszerű képletbe való behelyettesítést igénylő feladatok esetében.

A numerikus számítást igénylő feladatok esetében is úgy célszerű tekinteni a feladatra, mintha egy kvalitatív feladat lenne. Fontos először elemezni a jelenséget, a lényegét megérteni, az okokat, összefüggéseket feltárni. Az ilyen feladatok valójában a fogalmak függvényszerű kapcsolatát világítják meg.

A fizikai mennyiségek között összefüggések, **függvénykapcsolatok** vannak, nem pedig egyszerűen képletek, melyekbe be lehet helyettesíteni. A numerikus számítások során ezt kell hangsúlyozni. Az az érték, amelyet a behelyettesítéssel kapunk, az egy konkrét függvényérték adott körülmények között.

A témáról bővebben lehet olvasni *A fizikatanítás pedagógiája* című könyv 7. fejezetében, és *A természettudomány tanítása* című könyv 6.1. fejezetében.

Példaként egy rezgőmozgással kapcsolatos feladatot vizsgálunk.

Isza Sándor (Szerk.) (1994): *Hogyan oldjunk meg fizikai feladatokat?* Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 3. 53. feladatát nézzük meg!

*Rugalmas lemez vége 5 1/s rezgésszámmal, 7 cm-es amplitúdóval rezeg függőleges síkban. Milyen magasra repül fel a lemez végére helyezett kis fadarab?*

\*\*\*\*\*

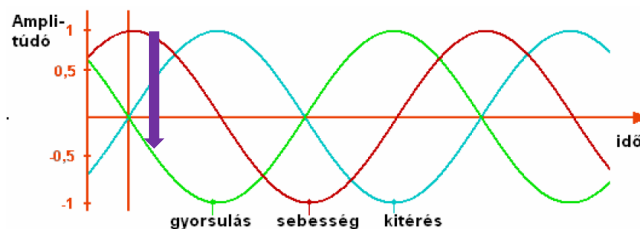
Megoldási megjegyzések, tanári kérdések

1.) *Jelenség elképzelése*

2.) *Gyakorlati példa keresése:* Vibrációs sziták szitafenék gyors vibrálása miatt a szitálandó anyagból a kívánt szemcseméretű részek átesnek a szita nyílásán.

3.) *Egyszerűsítések:* súrlódás, közegellenállás elhanyagolása, csak a függőleges irányú mozgásra koncentrálnak.....

4.) *Milyen függvények írják le a mozgást?*



- Miért repül fel a kis fadarab?
- Mi ennek a dinamikai oka?
- Milyen irányú ekkor a test sebessége és a gyorsulása?
- A mozgás mely fázisában van ekkor a test?

Adatok:  $f = 5 \text{ 1/s}$  és  $A = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$

$$T = 1/f = 0,2 \text{ s} \quad \text{és} \quad \omega = 2 \cdot \pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ 1/s részeredmények}$$

A fadarab akkor hagyja el a lemezt, amikor gyorsulása éppen  $g$  lesz. Ez a súlytalanság állapota. Ekkor a lemez kitérése a gyorsulásfüggvény alapján  $g = a = y \cdot \omega^2$ , innen  $y = g/\omega^2 = 10/1000 = 1 \text{ cm}$  és *felfelé*, mivel a sebesség ellentétes a gyorsulás irányával.

A maximális gyorsulás:  $A \cdot \omega^2 = 0,07 \cdot 1000 = 70 \text{ m/s}^2 = 7 \cdot g$  !!!!!!!!

A lemez sebessége kétféleképp is számolható:

$$v = A \cdot \omega \cos \omega t = A \cdot \omega \sqrt{1 - \sin^2 \omega t} = \omega \sqrt{A^2 - y^2} = 31,4 \cdot 0,069 = 2,17 \text{ m/s}$$

Felhasználva, hogy  $y = A \cdot \sin \omega t$

$$0,07^2 = 0,0049$$

$$0,01^2 = 0,0001$$

különbség: 0,0048, gyöke 0,069

vagy

$y = A \cdot \sin \omega t$  –ből az idő kiszámítása:  $y/A = 0,01/0,07 = 0,142 = \sin \omega t$  –ből az  $\omega t = \arcsin 0,142 = 0,143$  ívmértékben!!!!

innen  $t = 0,143/31,4 = 0,0045 \text{ s}$ , ellenőrzésképpen ténylegesen kisebb a periódusidőnél, sőt a negyedénél és annak is kell lennie.

Bár ténylegesen  $\omega t = 0,143$  kell a további számoláshoz

$$v = A \cdot \omega \cos \omega t = 0,07 \cdot 31,4 \cdot \cos 0,143 = 2,17 \text{ m/s}$$

\*\*\*\*\*

Energia-megmaradás alapján:  $m \cdot v^2/2 = m \cdot g \cdot h$  -ből  $h = v^2/2g = 0,217^2/20 = 0,237 \text{ m} = 23,7 \text{ cm}$

A teljes magassághoz még + 1 cm-t kell hozzáadni, mert az egyensúlyi helyzethez képest nézzük. Így **24,7 cm magasra repül!** Tömegtől nem függ!!!!

Célszerű ki is próbálni, hogy elő lehet idézni ilyen jelenséget!



A vonalzó végén egy radír található. Ha elkezdjük rezegtetni a vonalzót, a radír ténylegesen felrepülhet.

A kérdést másképpen is fel lehet tenni, át lehet írni a feladatot úgy, hogy abban nagyobb szerepet kap a fizikai jellegű gondolkodásmód, a gondolkodás fejlesztése is. Ne csak egyszerű képletbehelyettesítéses feladat legyen!

A mentorált tanárjelölt például a következő feladatot kaphatja:

Különböző szinten hogyan fogalmazná át a feladatot? Milyen kérdés(ek)e)t tenne fel, milyen becslést végeztetne azok számára, akik alacsonyabb szinten tanulják a fizikát, pl. alap óraszámban?

### Például

Rugalmas lemez vége  $5 \text{ 1/s}$  rezgésszámmal,  $7 \text{ cm}$ -es amplitúdóval rezeg függőleges síkban.

Előfordulhat-e, hogy a lemez végére helyezett kis fadarab felrepül? Mi a hipotézisük? Hogyan tudnák a hipotézist becsléssel alátámasztani?

Ha igen, a rezgés mely szakaszában (fázisában) következhet ez be? Mi lehet ennek a feltétele?

\*\*\*\*\*

A fadarab akkor hagyja el a lemezt, amikor gyorsulása éppen  $g$  lesz. Ez a súlytalanság állapota. Ekkor a lemez kitérése a gyorsulásfüggvény alapján  $g = a = y \cdot \omega^2$ , innen  $y = g/\omega^2 = 10/1000 = 1 \text{ cm}$  és *felfelé*, mivel a sebesség ellentétes a gyorsulás irányával.

A maximális gyorsulás egyszerűen számolható:  $A \omega^2 = 0,07 \cdot 1000 = 70 \text{ m/s}^2 = 7 \cdot g$  !!!!!!!!

Vagyis az első negyedben kell keresni ilyen pontot, mely *lineáris becslést* alkalmazva a periódusidő negyed részének kb. az  $1/7$  – e körül lehet.

A  $T = 0,2 \text{ s}$ , ennek negyede  $0,05 \text{ s}$ .

Ennek hetede:  $0,0071 \text{ s}$ . Ennél biztosan kisebbnek kell lennie, mivel a gyorsulásfüggvény függvény meredeksége kezdetben (a  $\varphi=0$  hely környezetében) nagyobb.

A ténylegesen számolt érték:  $t = 0,0045 \text{ s}$

Gyakorlati példa:

- Vibrációs sziták esetében a szitafenek gyors vibrálása miatt a szitálandó anyagból a kívánt szemcseméretű részek átesnek a szita nyílásán.



Vibrációs vályú

forrás: <http://www.vandras.hu/termekek/vibracios-szallitas-szitalas/>

- Hangvilla rezgésénél fellépő sebességek és gyorsulások

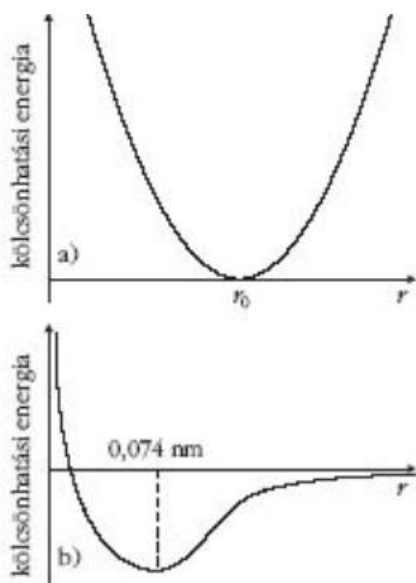
$A = 0,5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ ,  $f = 440 \text{ Hz}$  a normál  $a$  hang. Ebből  $\omega = 2\pi f = 2763,2 \text{ 1/s}$

a legnagyobb sebesség  $v_{max} = A \cdot \omega = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 2763,2 \text{ 1/s} = 1,3816 \text{ m/s}$

a legnagyobb gyorsulás  $a_{max} = A \cdot \omega^2 = v_{max} \cdot \omega = 3817,6 \text{ m/s}^2 \approx 381 \text{ g} !!!$

### Kitekintés

- kvantummechanika oszcillátor modellje,
- molekularezgések, rezgési nívók, izotópeffektus, zéruspontenergia,  $\text{CO}_2$  üveggáz szerepe, IR spektroszkópia,
- szilárd testek modellje, ahol a részecskéket úgy képzelik el, mint a rúgóval lennének összekötve, hőtágulás, mert mégsem pontosan parabola alakú a potenciálvölgy,
- energiatárolási lehetőségek, mintha a különböző kötések összenyomott rúgók lennének.



1. ábra. Rúgóval kölcsönható testek (a), és a hidrogénmolekula potenciális energiája (b).

Feladat: egy kiválasztott feladat hasonló elemzése.

### 1.3. Az Excel használatának lehetőségei a fizika tanítása során

3 óra

A fizika oktatása során széleskörű lehetőségei vannak az IKT eszközök használatának. Ez fontos elem, hiszen így a diákok IKT kompetenciája is fejlődik, továbbá mivel ezek az eszközök kedveltek a diákok körében, motiváltabbak is lesznek a fizika iránt. Például ppt, vagy prezi bemutatók készítése a tanári magyarázatokhoz, a feladatmegoldások színesítéséhez, filmrészletek bemutatása, animációk, szimulációs programok használata. De ezek mellett különböző interfészek segítségével mérőeszközként is használhatjuk a számítógépet, sőt a mobiltelefont is. A mérési eredmények kiértékeléséhez, a kapott adatok feldolgozásához pedig különböző adatbáziskezelő programokat lehet alkalmazni. A következőkben az Excel program felhasználási lehetőségeivel foglalkozunk kicsit részletesebben. A program használata az informatika tananyag részét képezi, így alkalmazása a fizika tanulása során egyben tantárgyközi kapcsolatot is jelent.

#### 1.3.1. Mérési adatok feldolgozása

A tanulók azt a feladatot kaphatják, hogy vizsgálják meg, hogyan függhet a rugóra akasztott test tömegétől a rugóból és a testből álló rendszer rezgésének a rezgésideje?

- A tanulók előzetesen alkossanak erről hipotézist!
- Gondolkodjanak el azon, hogyan is mérnék meg a rezgésidőket?
- Mit kezdenének a mérési adatokkal?
- Hogyan válaszolnának a feltett kérdésre?



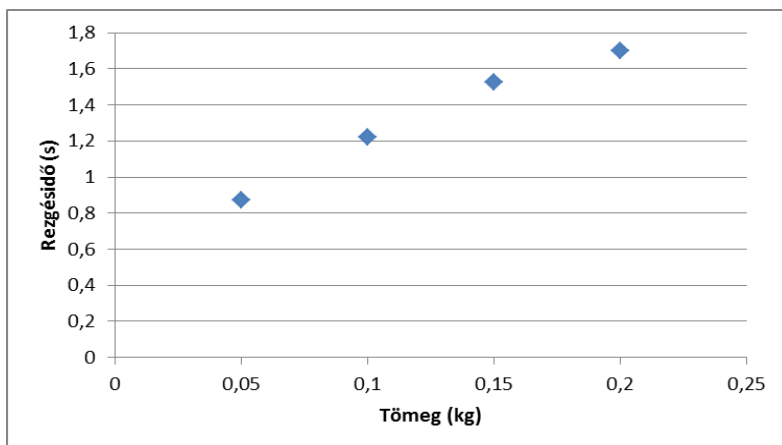
*Rugóra akasztott test*

A tanulók például a következő adatokat kapták:

<b>tömeg (kg)</b>	<b>Rezgésidő (s)</b>
0,05	0,872
0,1	1,219
0,15	1,527
0,2	1,698

A rezgésidőt úgy mérték, hogy 10 teljes rezgés idejét mérték ténylegesen, majd az eredményeket osztották 10-zel.

Először ábrázoljuk az alapadatokat!

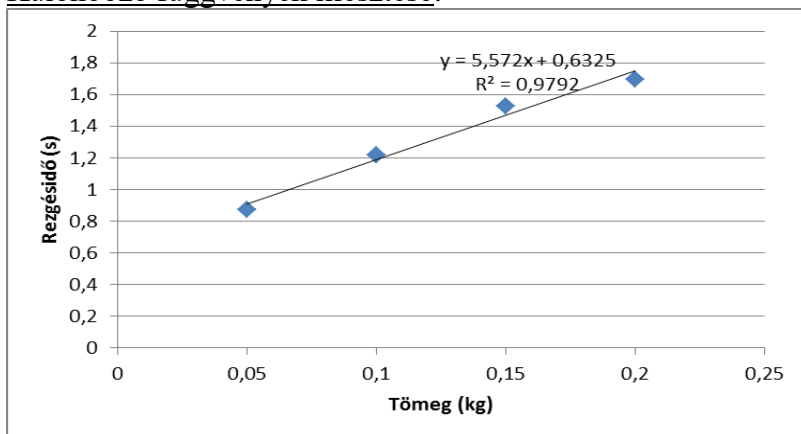


A rezgésidő – tömeg függvényében grafikon

Kérdés, hogy milyen függvény illeszhető a mérési pontokra?

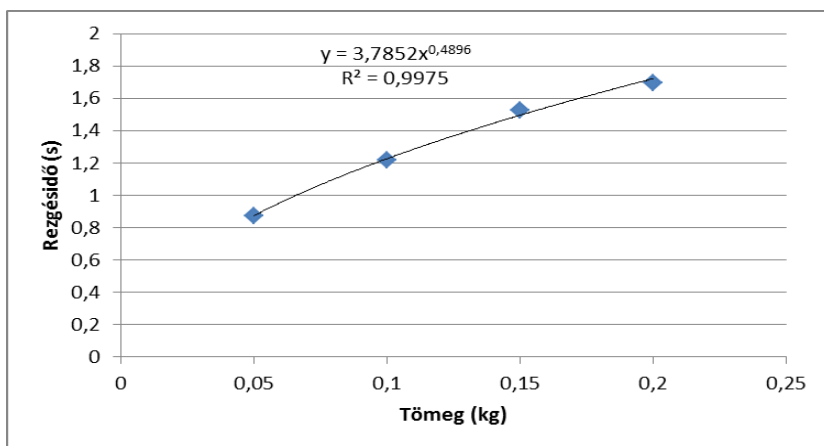
Először illesztünk egyenest, hiszen a legkézenfekvőbb kapcsolat az, ha lineáris függés van a mérési adatok között. Az illesztés mintegy „jóságáról” az  $R^2$  értéke ad felvilágosítást.

Különböző függvények illesztése:



Lineáris közelítés az adatokra

Nézzük meg, hogy nem lesz-e jobb a közelítés, ha hatványfüggvényt próbálunk meg illeszteni az adatokra!



Hatványfüggvényes közelítés az adatokra

Amint az ábrából látható a hatványos közelítés jobbnak tűnik, az  $R^2$  értéke nagyobb. Majdnem gyökös összefüggést kaptunk, de vegyük észre, hogy nem pontosan!

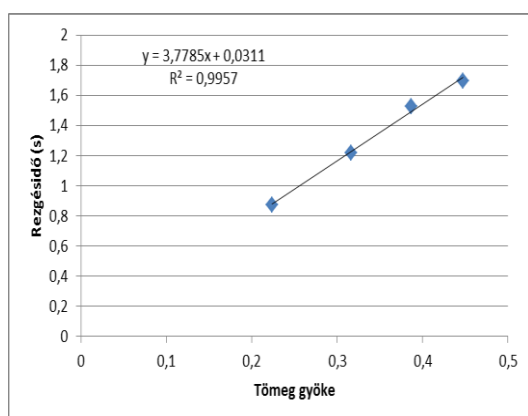
Milyen hibalehetőségek lehetnek (pl. oldal irányú rezgések is vannak), vagy valami más is lehet?

Próbáljunk meg valamilyen linearizálási lehetőséget, melyet gyakran alkalmazunk olyan esetekben, amikor sejtjük, hogy ténylegesen milyen is lehet a kapcsolat!

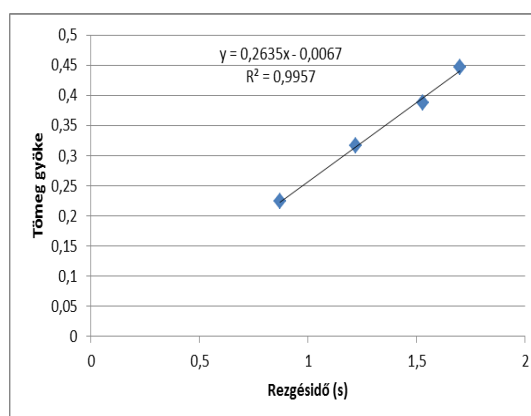
Ábrázoljuk a rezgésidőt a tömeg négyzetgyökének függvényében!

$m$ -

gyöke	$T$ (s)
0,224	0,872
0,316	1,219
0,387	1,527
0,447	1,698



Hatványfüggvény linearizálása



Kétféleképp is rajzoltathatjuk az egyenest.

Eredményeinkből levonhatjuk a következtetést, hogy a rezgésidő a rezgő test tömegének a négyzetgyökétől függ.

Emelt szintem, vagy fakultációs keretben fizikát tanuló diákok esetében tovább is boncolhatjuk a kérdést. A rezgésben valójában a rugó is részt vesz, így valamilyen mértékben a rugó tömegének is lehet szerepe a rezgésidő alakulásában. Ezt effektív tömegnek nevezzük, mely közel egy harmada a rugó teljes tömegének.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{D}}$$

ahol  $\mu = m + m_{eff}$

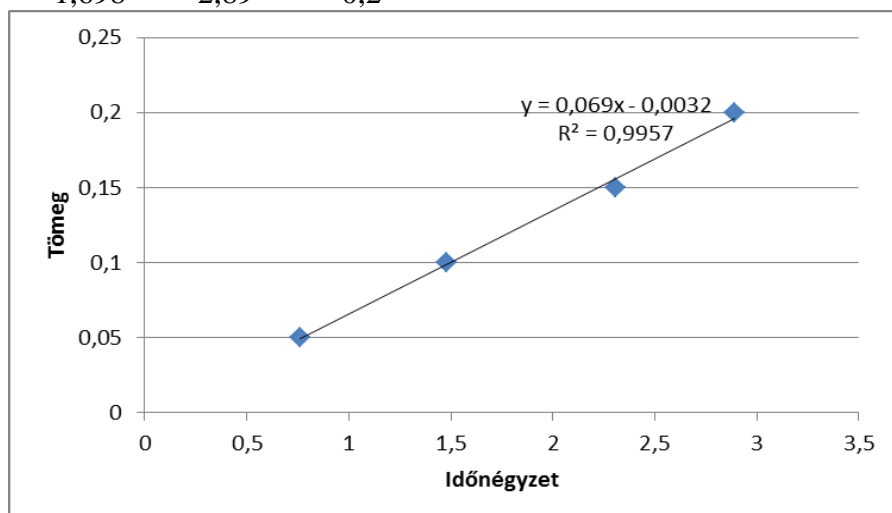
$$m = \frac{DT^2}{4\pi^2} - m_{eff}$$

- Az  $m(T^2)$  egyenes meredekségéből  $D$  rúgóállandó,
- míg a tengelymetszetből  $m_{eff}$  határozható meg.

Ábrázoljuk ennek megfelelően a rezgő test tömegét a rezgésidő négyzetének függvényében!

$T$ (s)	$T^2$	$m$ (kg)
0,872	0,76	0,05
1,219	1,48	0,1

1,527	2,31	0,15
1,698	2,89	0,2



A rezgő test tömege a rezgésidő négyzetének függvényében

Az egyenes egyenletének felhasználásával, a meredekségből a rugóállandó értéke:

$D = 0,069 \times 40 = \underline{2,76 \text{ N/m}}$ , ami egy elég laza rugóra utal.

Mit jelentenek a regressziós egyenes metszéspontjai? Van-e ezeknek fizikai jelentése?

A  $T = 0$  időponthoz tartozó metszéspont jelentése az effektív tömeg, mely ebben az esetben  $m_{\text{eff}} = 0,0032 \text{ kg} = 3,2 \text{ gramm}$ , a rugó tömege közelítőleg 10 gramm.



Rugó tömege

A másik metszéspont, amikor a rugóra nem akasztunk tömeget ( $y=0$ ), melyhez viszont tartozik egy időérték. Ez azt mutatja meg, hogy mekkora a rúgó sajátrezgésének ideje.

$0,069 \cdot x - 0,0032 = 0$ , innen  $x = 0,0032/0,069 = 0,0463$ , továbbá  $x = T^2$ , vagyis  $T = 0,21 \text{ s}$ .

Ezt a rugóhoz tartozó sajátfrekvenciát lehet szemléltetni pl. a nagyrugóval. Leengedünk egy keveset, és elkezdjük rezgetni, majd magára hagyjuk a rezgést. Beáll egy jellegzetes frekvencia. Ha több menetet, vagyis nagyobb tömeget hozunk rezgésbe, akkor a frekvencia is más lesz, de meghatározott érték, mely csak a rugótól függ.

A fenti gondolatmenet arra is példát mutat, hogy egy konkrét méréssorozat eredményeinek matematikai kiértékelése során még további, ténylegesen mérhető, méréssel ellenőrizhető, fontos fizikai jellegű információt kaphatunk a vizsgált rendszerről.





Rezgő nagy rugó

### Javasolt mérésorozat a nagyrugó tanulmányozásához:

Nagy rugóval mérésorozat a rezgésidőre a rezgésben részt vevő menetek számának a függvényében, majd ábrázolás, függvényillesztés

Hogyan tudja meghatározni a rezgő tömeget? – dinamikai tömegmérés

Hogyan tudja a tömeget más méréssel ellenőrizni?

Hibalehetőségek a mérés során?

### 1.3.2. Feladatmegoldás

A fizikai feladatok megoldásával kapcsolatban kiemeltük annak a fontosságát, hogy a diákok a fizikai összefüggéseket **függvénykapcsolatnak** lássák. A következőkben arra mutatunk két példát, hogy ezt miként lehet összekötni a tanulók informatikai ismereteivel.

#### 1. feladat

Homogénnek tekinthető, 50 V/m térerősségű elektromos mezőbe a térerősséggel 30°-os szögben  $10^6$  m/s nagyságú kezdősebességgel egy elektront lövünk be.

a.) Hogyan, milyen pályán fog mozogni az elektron?

b.) Mekkora távolságot tesz meg, míg visszakerül a kiindulási nívófelületre?

### Megoldás

a.) A mozgás teljes mértékben analóg a ferde hajítással, tehát az elektron parabola pályán fog mozogni.

b.) Gyorsulásának iránya a nívólapra merőleges lesz:  $a_y = e \cdot E / m = -8,78 \cdot 10^{12}$  m/s<sup>2</sup>.

A kezdeti sebesség  $x$  és  $y$  irányú komponensei:  $v_{0x} = v_0 \cdot \sin \alpha = 5 \cdot 10^5$  m/s,

$$v_{0y} = v_0 \cdot \cos \alpha = 8,66 \cdot 10^5 \text{ m/s.}$$

(A szög az  $y$  tengelyhez, mely a térerősség iránya, képest van megadva, ezért van mintegy „fordítva” a gravitációs ferde hajításban megszokotthoz képest, ahol az  $x$  tengelyhez képesti szöget szoktuk megadni.)

$x_{max} = t_{összes} \cdot v_0 \cdot \sin \alpha$ , tehát a mozgás idejét kell még meghatároznunk.

Ehhez a függőleges irányú mozgást használjuk fel.

A legmesszebbi ponton, a parabola csúcsánál éppen 0 lesz a függőleges irányú sebesség.

$$v_y = 0 = v_0 \cdot \cos \alpha - a \cdot t_{1/2}$$

$t_{1/2} = 8,66 \cdot 10^5 / 8,78 \cdot 10^{12} = 9,8 \cdot 10^{-8}$  s a mozgás ideje a parabola csúcsának eléréséhez.

Ennek kell a 2-szeresét venni, ami a  $t_{összes}$  lesz.

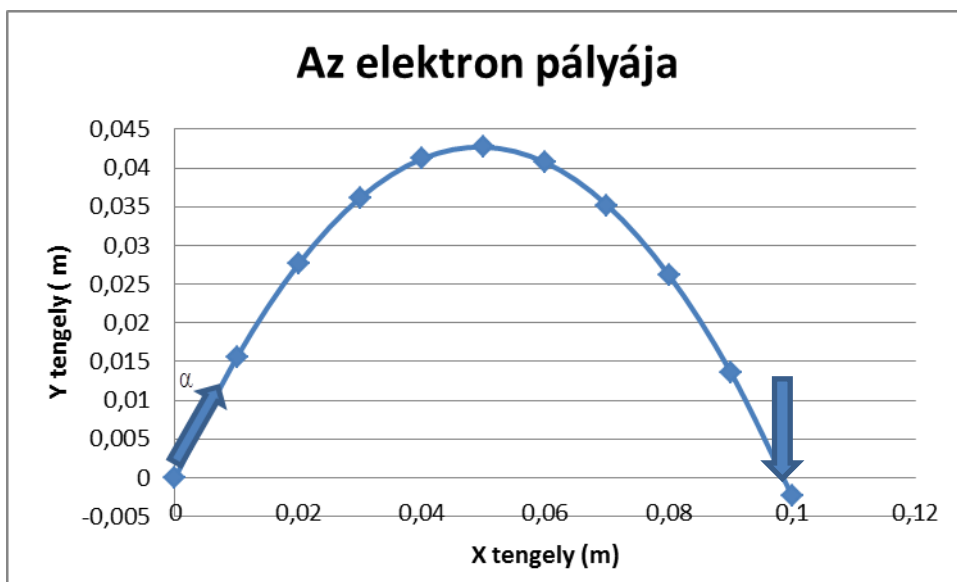
$$x_{max} = 2 \cdot 9,8 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^5 = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{ m} = \underline{9,8 \text{ cm}} = 0,098 \text{ m}.$$

Az elektron pályáját is meg lehet határozni és ki lehet rajzoltatni Excel program segítségével:

$y = v_{0y} \cdot t - a \cdot t^2 / 2$  és  $x = t \cdot v_{0x}$  ahonnan ki kell fejezni az időt és  $y$ -hoz beírni.

$$y = \frac{x}{\text{tg}\alpha} - \frac{x^2}{2 \cdot m v_{0y}^2}$$

x(m)	y(cm)
0	0
0,01	0,015564
0,02	0,027616
0,03	0,036156
0,04	0,041184
0,05	0,0427
0,06	0,040704
0,07	0,035196
0,08	0,026176
0,09	0,013644
0,1	-0,0024



## 2. feladat

Az Olimpián sportlövészet is van, melyhez jó reflexek kellenek, sokat kell gyakorolni és nem csak puskával. Nézzük a következő szituációt! A 120 méterre álló versenyző felé egy almát dobunk a vízszintessel  $60^\circ$ -os szöget bezáró, 20 m/s nagyságú sebességgel az edzésen. A versenyző az alma elindításának pillanatában, az alma eldobásával azonos magasságból lő ki egy nyílvesszőt, melynek kezdősebessége 41 m/s nagyságú.

- Milyen irányban kell a versenyzőnek céloznia, hogy eltalálja az almát?
- Hol lesz az alma, amikor a nyílvessző eltalálja?
- Mekkora lesz a legnagyobb magasság és mely időpillanatban?
- Rajzolja le a két test mozgását és a találkozás helyét! Vegyen 0,5 s-os időközöket az ábrázoláshoz!

A légellenállástól tekintsünk el!

### Megoldás

a.) A találkozásnál az elmozdulások függőleges komponense ugyanakkora, hiszen azonos magasságból indultak.  $\alpha = 60^\circ$ , az alma és  $\beta$  a keresett nyíl kezdősebességének a vízszintessel bezárt szöge.

$$v_{A0} \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot t^2 / 2 = v_{Ny0} \cdot \sin \beta \cdot t - g \cdot t^2 / 2, \text{ innen az összevonások és egyszerűsítések után}$$

$$\sin \beta = \frac{v_{A0} \sin \alpha}{v_{Ny0}}, \text{ ahonnan } \beta = \underline{25^\circ}. \text{ Ilyen irányban kell célozni.}$$

b.) Az elmozdulások vízszintes komponenseinek összege a 120 m. Ezt felírva meg tudjuk határozni a találkozásig eltelt időt.

$$v_{A0} \cdot \cos \alpha \cdot t + v_{Ny0} \cdot \cos \beta \cdot t = 120 \text{ m, innen az idő } t = 2,5 \text{ s - nak adódik.}$$

Az alma vízszintes elmozdulása  $v_{A0} \cdot \cos \alpha \cdot t = 25 \text{ m}$

az alma függőleges elmozdulása  $v_{A0} \cdot \sin \alpha \cdot t - g \cdot t^2 / 2 = 12 \text{ m}$

Innen az elmozdulás Pythagoras tételével 27,7 m.

d) Rajzolja le a két test mozgását és a találkozás helyét!

#### Alma:

$$v_{A0} \cdot \sin \alpha - g \cdot t_{em} = 0$$

$$20 \cdot \sin 60^\circ = g \cdot t_{em}$$

$t_{em} = 1,7 \text{ s}$ , tehát már lefelé esik az alma.

#### Nyíl

$$v_{Ny0} \cdot \sin \beta - g \cdot t_{em} = 0$$

$$41 \cdot \sin 25^\circ = g \cdot t_{em}$$

$t_{em} = 1,7 \text{ s}$ , tehát már a nyíl is lefelé esik.

Tehát mind a nyíl, mind az alma a hajítási parabola **lefelé** tartó ágában van.

#### Alma

$$x = 20 \cdot \cos 60^\circ \cdot t = 10 \cdot t$$

$$y = 20 \cdot \sin 60^\circ \cdot t - 5 \cdot t^2 = 17,32 \cdot t - 5 \cdot t^2$$

idő (s)	x (m)	y (m)
0	0	0
0,5	5	7,4
1	10	12,3
1,5	15	14,8
2	20	14,6
2,5	25	12

## Nyíl

$$x = 41 \cdot \cos 25^\circ \cdot t = 38 \cdot t$$

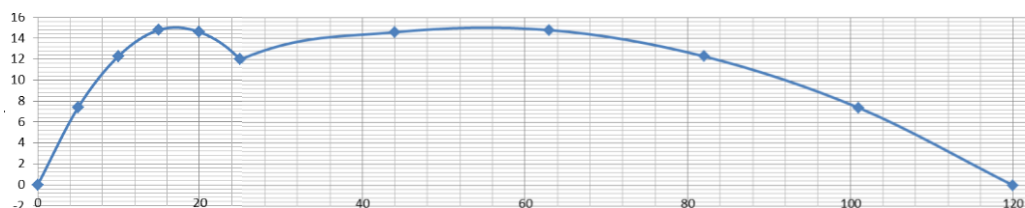
$$y = 41 \cdot \sin 25^\circ \cdot t - 5 \cdot t^2 = 17,32 \cdot t - 5 \cdot t^2$$

idő (s)	120 - x (m)	y (m)
0	120	0
0,5	101	7,4
1	82	12,3
1,5	63	14,8
2	44	14,6
2,5	25	12
0	0	0

c) A maximális magasság mindkét esetben:  $y_{\max} = 15,3$  m.  
bármelyik függőleges összefüggésből számolva, hiszen azok azonosak.

Vegyük észre, hogy a függőleges irányú mozgás azonos, melynek így is kell lennie. Ha egy időpontban találkoznak, az azt jelenti, hogy a többi időpontban is együtt mozogtak a függőleges irányban.

A kért ábrát célszerű Excel program segítségével ábrázolni.



*Az alma és a nyilvessző pályája*

További példák találhatóak *A természettudomány tanítása* című könyvben a 3.1.1.4. fejezetében a fogalomalkításhoz, és a problémamegoldással foglalkozó 6.2.2. fejezetben.

### 1.3.3. Statisztika készítése

A következőkben röviden bemutatunk egy kipróbált, és széles körben alkalmazott, mérési-kiértékelési rendszert. Vázzuk, hogy miként célszerű egy adatgyűjtést, vagy tudásszint-felmérést lebonyolítani. A módszer kis mintákon is alkalmazható, például egy osztály dolgozatának kiértékeléséhez, vagy kisebb kutatás esetében. Ez egyben példa arra is, hogy a tanárok saját munkájukhoz miként tudják felhasználni az informatikai eszközöket.

Ha statisztikai kiértékelést szeretnénk készíteni, akkor alaposan át kell gondolni a kérdések feltevésének módját, hogy azokat miként fogjuk értékelni, milyen (számszerű) eredményeket szeretnénk megtudni. Ezért célszerű mintegy „visszafelé” gondolkodni a felmérés tervezésénél, hogy ténylegesen azokra a kérdésekre kapjunk választ, melyekre kíváncsiak

vagyunk. Rendkívül fontos, hogy a válaszok kódolását előre eltervezzük. Célszerű arra törekedni, hogy minél több zárt végű kérdésünk legyen. Amennyiben nyílt végű, például kifejtős kérdést teszünk fel, alaposan át kell gondolni, hogy annak eredményét miként lehet számszerűsíteni.

Vannak olyan esetek, amikor nem csak a pontszámra szeretnénk koncentrálni, hanem a válasz milyensége is érdekes számunkra. Például milyen jellegű tévképzet jelenik meg a tanulói válaszokban. Ilyen esetben lehet úgynevezett kettős kódolást alkalmazni. Az első szám a válasz jósága függvényében adott pontszám, míg a második számjegy a válasz típusát fogja kódolni.

A kiértékeléshez használt táblázatot célszerű például Excel, vagy hasonló típusú programmal elkészíteni. Fontos, hogy a táblázat jól áttekinthető legyen. A színeknek nem esztétikai szerepe van, hanem az egyes részek elkülönítését szolgálja. Az alapstatisztikákat, mint például átlag, szórás stb. az Excel programmal könnyedén megkapjuk.

Példaként vizsgáljuk meg két osztálytermi kutatás alapján készült publikáció szövegét, és azt az Excel táblázatot, amely alapja volt a kiértékelésnek!

Radnóti Katalin – Nagy Mária (2013): A rádium felfedezése. Kutatási szöveg feldolgozása a fizika- és/vagy a kémiaórán. *Nukleon*. VI. évfolyam 3. szám 144-es cikk

<http://mnt.kfki.hu/Nukleon/> és <http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek>

Nagy Mária – Horváth Gábor – Radnóti Katalin (2013): Kutatási szöveg tanórai feldolgozása. *Iskolakultúra* 2013/9. 96-109. oldalak

<http://www.iskolakultura.hu/ikultura-folyoirat/index.htm>

*Differenciált feldolgozás két tanári csoportban. Egyik csoport a madaras cikket, míg a másik rádium felfedezéséről szóló cikket elemzi.*

A következő kérdésekre kell válaszolni a szöveg és a táblázat tanulmányozása alapján:

- Miért volt egyáltalán szükség a válaszok kódolására, a táblázat elkészítésére?
- Mit használtunk fel az adatokból és hogyan?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	0	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10		
2	sorszám	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	összes1	kérdés	kérdés	kérdés	összes2	mindösszes
83	<b>Statisztikai átlomány</b>													
84	kiv.db	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
85	átlag	1,03	1,58	1,19	0,55	0,85	0,54	1,15	6,90	0,48	0,46	0,72	1,66	8,55
86	szórás	0,92	1,20	0,84	0,70	1,03	0,70	1,13	3,53	0,66	0,72	0,73	1,62	4,42
87	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	max	3	3	3	3	3	3	3	15	2	2	2	6	17
89	terj	3	3	3	3	3	3	3	15	2	2	2	6	17
90	telj r %	34,3	52,7	39,8	18,4	28,4	17,9	38,3	32,8	23,9	23,1	35,8	27,6	31,7
91														
92	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	max	3	3	3	3	3	3	3	21	2	2	2	6	27
94														
95	db 0	23	17	13	36	34	38	25		41	45	30		
96	db 1	23	16	33	27	16	23	20		20	13	26		
97	db 2	17	12	16	2	10	5	9		6	9	11		
98	db 3	4	22	5	2	7	1	13		0	0	0		
99														

Rádiumos cikk Excel kiértékelő táblázata

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11		
2	sorszám	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	kérdés	összes1	kérdés	kérdés	kérdés	összes2	mindösszes
83	81	2	2	3	3	3	3	3	3	22	0	0	0	0	22
84	82	2	3	2	1	3	3	2	3	19	0	0	0	0	19
85	83	1	1	1	1	0	1	0	1	6	0	0	0	0	6
86															
87															
88	Statistikai átlomány														
89	kív.db	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	82	82	83	83
90	átlag	2,27	1,43	1,43	1,19	0,86	1,78	0,66	1,05	10,67	0,63	0,32	0,48	1,41	12,08
91	szórás	0,96	1,33	1,15	0,97	1,28	1,31	0,99	1,02	3,69	0,84	0,65	0,79	1,77	4,49
92	min	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
93	max	3	3	3	3	3	3	3	3	22	2	2	2	6	23
94	terj	3	3	3	3	3	3	3	3	19	2	2	2	6	20
95	telj.r%	75,5	47,8	47,8	39,8	28,5	59,4	22,1	34,9	44,5	31,3	15,9	23,8	23,5	40,3
96															
97	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	max	3	3	3	3	3	3	3	3	24	2	2	2	6	30
99															
100	db 0	8	33	23	22	55	24	52	29		50	64	58		
101	db 1	6	10	22	33	4	9	14	33		14	10	9		
102	db 2	25	11	17	18	5	11	10	9		19	8	15		
103	db 3	44	29	21	10	19	39	7	12		0	0	0		
104															

Madaras cikk Excel kiértékelő táblázata

Mindkét, a cikkekben megtalálható kutatási szöveg után kérdéseket tettünk fel, melyekre adott válaszok elemzéséhez segítségünkre volt az Excel táblázat. A kérdések kétfélek voltak. Az első 7, illetve 8 kérdésre adandó válasz teljes mértékben megtalálható volt a szövegben, vagy abból kikövetkeztethető volt. A következő 3 kérdés viszont már nem. Ezek a szövegben olvasottak továbbgondolását kívánták meg a diákoktól. A táblázatban ezért a kétféle típusú válasz kódjait színekkel különítettük el. Továbbá a válaszok kiértékeléséhez fehéren hagyott összegző részek is tartoznak.

Az elemzéshez nem csak az egyes kérdésekre adott válaszok átlagát és szórását tartottuk érdekesnek, hanem néztük a %-os teljesítést is, továbbá érdekes adat volt az is, hogy hány 0, 1,2, illetve 3 pontos válasz született.

A témához kapcsolódóan megjegyezzük, hogy a fenti két írásban bemutatott kutatást sok, tanárok, illetve oktatáskutatók által szervezett konferencián is bemutattuk. A hallgatóság minden esetben komoly elismeréssel szólt a munkáról. Többek között kiemelték a diákok szövegértési kompetenciájának fejlesztési lehetőségeit a fenti feldolgozásmód segítségével a természettudományos kompetenciák mellett.

A szaktárgyi tanításkísérő szeminárium keretében a hallgatóknak kell kisebb osztálytermi kutatómunkát is végezni. A 2013-14-es tanév tavaszi félévében egy tojásfőzéssel kapcsolatos szöveget kellett diákjaikkal feldolgozni. A diákok elolvasták a szöveget, majd válaszoltak a szöveg után található kérdésekre.

A feladatlap a következő volt:

Név: .....  
 Életkorod: ..... Hányadik évfolyamra jársz?.....  
 Milyen osztályzatot kaptál legutóbb félévkor/év végén fizikából.....biológiából.....kémiaiából...

Olvasátok el az alábbi idézetet, majd válaszoljatok a kérdésekre!

„Nyolc évvel ezelőtt volt egy nagy pánik Angliában (nem olyan nagy, mint a mostani (1996) kergemarha-kór!), de nagy ijedelmet keltett, amikor az élelmezési miniszterhelyettes asszony bejelentette, hogy az Angliában kapható tojások szalmonella baktériummal fertőzöttek! (A szalmonella ugyan nem halálos betegség, de akinek szalmonellózisa van, az átlagosan egy hónapig beteg.) Egyetlen lehetőség a szalmonella-fertőzés elkerülésére, hogy a fertőzéstől...

*tojást (tehát mindet!) rendesen meg kell főzni! Hát nem lehet lágy tojást csinálni! Az angolok pedig betegesen kedvelik a lágy tojást. Ez tragédia! Még puha rántottát sem lehet készíteni! Ez már a vég! Ez rettenetes dolog!*

*Gondoltam közelítsük meg ezt a problémát természettudományosan! Mi is a definíciója a lágytojásnak? A fehérje még nem teljesen szilárd, a sárgája pedig krémes...*

*A kérdés az volt: hogyan lehet ilyent csinálni úgy, hogy a bacilusok elpusztuljanak? Megkérdeztem kollégákat is.*

*Tudjuk, hogy a tojás sárgája 60-62 °C körül szilárdul meg. Az emberek úgy fogyasztják a lágytojást, hogy előbb a sárgáját "isszák meg", majd a fehérjét. Valószínűleg azért, mert a sárgája nem annyira forró, mint a fehérje.*

*Meg kell mérni a hőmérsékletüket! Ezt meg lehet valósítani egy nagyon érzékeny hőmérővel: termoelemmel (meg kell főzni a tojás héját és a termoelem végét a tojássárgájának közepébe helyezni). A mérések szerint a fehérje 2-3 perc után 70 °C-nál tart, de a sárgája legalább 5 percig 40 °C alatt marad.*

*A következő kérdés: mennyi ideig és milyen hőmérsékleten pusztíthatók el a bacilusok? A hozzáértő kollégák szerint a bacilusok 59-60 °C körül meghalnak (közel negyed órán keresztül kell ezt a hőmérsékletet biztosítani).*

*Nagyon egyszerű a módszer. Ez a következő: a fehérje 3-3,5 perc után megfő. A sárgája ekkor 35-40 °C. Anélkül, hogy a fehérje tovább szilárduljon, a sárgájának melegegdnie kell. A tojást kivesszük a forró vízből, és betesszük körülbelül 60 °C-os vízbe. Így a fehérje nem megy 60 °C fölé, de a sárgája tartósan 60 °C közelében lesz. Körülbelül 15 perc múlva tökéletes lágytojást nyerünk, amiben a bacilusok elpusztultak.*

*Egy barátom - aki egy állami egészségügyi intézetben dolgozik - ellenőrizte a módszeremet: egy tojást beoltott körülbelül 5 millió szalmonella-bacilussal, s megfőzte az én módszerem szerint. Klasszikusan szép lágytojást kapott, egyetlen szalmonella nélkül! Ez egy tökéletesen hatékony módszer a szalmonella ellen. Ez egy egészen egyszerű példa arra, hogyan lehet megoldani gasztronómiai problémát természettudományos gondolkodással."*

*Forrás: Kürti Miklós: Mivel foglalkozik egy öreg fizikus? Fizikai Szemle 1996/11. szám 388. oldal*

#### Kérdések:

1. Mi volt a kiindulási probléma?
2. Mi volt a kutatási kérdés?
3. Mi volt a kutató, Kürti Miklós, feltételezése (munkahipotézise)?
4. Milyen módszert javasolt?
5. Hogyan tesztelték az ajánlott módszert?
6. Milyen eredménye volt az ajánlott módszernek?
7. Milyen hibaforrások lehettek a vizsgálat során?
8. Ti Milyen további kutatási kérdéseket fogalmaznátok meg?
9. Ti milyen vizsgálatokat végeznének még el? Mi lenne a kontrollkísérlet?
10. Milyen mennyiségeket mérnétek meg, mivel és hogyan?
11. Milyen más „fizika a konyában” probléma megoldása lenne értelmes szerintetek?  
Ekkor mi a kiindulási kérdés? Hogyan oldanátok meg azt?
12. Napjainkra nézve milyen hatásai vannak a „konyhafizika” létének a fenti mellett?
13. Mennyire tetszett neked ez a tanulási módszer?
14. Hasznosnak tartod a szöveg feldolgozása során megszerzett tudást?

A válaszokra 0,1 illetve 2 pontot lehetett kapni.



A fentiekben leírt módszer szerint készített lágytojás.

A tanulói válaszokat az ábrán látható Excel táblázatban kódolták a hallgatók.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB		
1																														
2	Statistikai átlomány																													
3	kiv.ob	30	57	57	53	36	53																							
4	átlag							1,29	1,71	0,91	1,26	1,11	1,52	1,08	1,67	0,82	0,58	0,63	0,38	2,05	0,66	0,68	0,25	2,31	0,96	1,04				
5	szórás							0,64	0,60	0,69	0,84	0,88	0,77	0,88	0,90	0,93	0,81	0,83	1,24	4,77	0,91	0,83	0,84	5,44	0,93	0,96				
6	min	1	13	8	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
7	max	3	17	10	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	19	2	2	4	22	2	2	2			
8	terj	2	4	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	19	2	2	4	22	2	2	2			
9	telj./%							64,44	85,56	45,56	62,78	85,56	76,11	59,89	11,94	41,11	28,89	31,67	6,38	10,27	32,78	33,69	6,28	9,61						
10																														
11	min	1	10	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
12	max	3	18	12	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	20	2	2	4	24	2	2	2			
13																														
14	db0							9	7	40	33	30	15	31				48	56	53			58	49		25	25			
15	db1	32			0	0	6	46	12	18	31	20	13	21				10	16	17			5	21		9	5	40		
16	db2	25			5	4	18	35	71	32	46	40	62	38				32	18	20			27	20		23	27	17		
17	db3	35			18	7	11																							
18	db4				15	15	9																							
19	db5				15	10	9																							
20	db0%							10,00	7,78	44,44	25,56	33,33	16,67	34,44				53,33	62,22	58,89			64,44	54,44		43,86	43,86			
21	db1%	35,56			0,00	0,00	11,32	51,11	13,33	20,00	23,33	22,22	18,44	23,33				11,11	17,78	18,89			5,56	23,33		15,79	8,77	70,18		
22	db2%	27,78			9,43	11,11	33,96	38,89	78,89	35,56	51,11	44,44	68,89	42,22				35,56	20,00	22,22			30,00	22,22		40,35	47,37	29,82		
23	db3%	36,67			33,96	19,44	20,75																							
24	db4%				28,30	41,67	16,98																							
25	db5%				28,30	37,78	16,56																							
26	Szűrés																													
27	szűrés	nen	ter	avtörés	hiba	szöveg	néma	problema	néma	népesség	mozgás	tejt	személy	hiba	összes1	tovabos	vizsgat	más	összes2	össze1+2	mas	hata	összes3	tabl.összes	tanulás	tudás	munkaforma			
28																														
29																														
30	Demográfia							szövegtérítés							kreativitás							kiterjesztés							attitűd	
31	0	nen	ter	avtörés	hiba	szöveg	néma	1	2	3	4	5	6	7				8	9	10			11	12			13	14		
32	szűrés	nen	ter	avtörés	hiba	szöveg	néma	problema	néma	népesség	mozgás	tejt	személy	hiba	összes1	tovabos	vizsgat	más	összes2	össze1+2	mas	hata	összes3	tabl.összes	tanulás	tudás	munkaforma			
33	1	14	8	5	5	5	5	2	2	1	2	1	2	1	11	1	1	1	3	14	1	1	2	16	2	2	2			
34	2	14	8	5	4	5	5	1	2	1	2	2	1	1	10	2	2	1	5	15	1	2	3	18	0	0	1			
35	2	13	8	5	5	5	5	1	2	1	2	1	2	2	11	2	2	1	5	16	2	1	3	19	0	0	1			
36	2	13	8	5	4	5	5	1	2	0	2	1	2	1	9	2	1	2	5	14	0	1	1	15	2	2	1			
37	1	14	8	5	5	5	5	2	2	2	2	1	2	2	13	2	1	2	5	18	2	1	3	21	2	2	1			

Szalmonellamentes lágytojás készítése témájú kiértékelő táblázat

Ebben a vizsgálatban arra is rákérdeztünk a diákoktól, hogy mennyire tetszik nekik ez a fajta tanulási módszer. Ezt tartalmazta a 13. és a 14. kérdés. Továbbá kétféle tanulásszervezési módszer szerint végezték a hallgatók a feldolgozást. Egyik esetben egyénileg válaszoltak a diákok a kérdésekre, a másik esetben pedig az írásbeli válasz előtt csoportmunkában megbeszélték a kérdéseket. (Az egyéni feldolgozást 1-es kóddal, a csoportmunkát 2-es kóddal jelöltük.) Ezt követően mindkét esetben frontális, osztályszintű megbeszélés volt.

Továbbá ebben az esetben úgynevezett demográfiai kérdéseket is feltettünk a diákoknak. Az Excel táblázatban az ezeket tartalmazó részeket zöld színnel jelöltük.

További érdekessége még a táblázatnak a 27-28. sorban található úgynevezett szűrő rész. Ez lehetőséget ad arra, hogy csak bizonyos szempontok szerint kiválogatott diákok teljesítményét hasonlíthassuk össze. Például fiúk-lányok összehasonlítás, vagy egyéni-csoportmunka keretében való feldolgozás eredményességének összehasonlítása.

A témáról lehet olvasni *A természettudomány tanítása* című könyv 7.3. fejezetében, melyhez kapcsolódnak az 570. oldalon található feladatok.

### Feladatok:

- egy mérőszámok eredményeinek Excel programmal történő kiértékelése, feldolgozása,
- egy számítógépes feladat kibővítése és a függvénykapcsolatok Excel program segítségével történő ábrázolása,
- statisztika készítése pl. dolgozatok kiértékeléséhez.



\*\*\*\*\*

2. nap

## 2. A természettudományos megismerés elemeinek megjelenése a fizika órákon

*A fizika, mint tudomány, és a megismerési folyamat jellegzetességei és megjelenése az oktatásban*

Ebben a részben tudománytörténeti folyamatok elemzése történik meg példák elemzése segítségével, melyben szépen felismerhetők a természettudományos megismerés fontos elemei.

A példák alapján a tanároknak feladatként több hasonló elemet kell keresniük a fizika tananyagban. Tehát a tanárok elolvassák az alábbi szöveget, majd csoportos megbeszélés következik a saját gyűjtésű témákról. A gyűjtőmunka egyénileg, vagy kisebb csoportokban történik, melyhez a közoktatásban forgalomban lévő tankönyvek használhatók.

3 óra

A fenti feladatnak egyéb, jelen pillanatban aktuális célja is van. A fizika szakos tanárjelölt hallgatók egy részének a fizika sajnos csak az úgynevezett minor szakja. Vagyis kevesebb szakmai ismerettel rendelkeznek, mint a korábbi rendszerű tanárképzés esetében. Egy ilyen jellegű, a fizika tananyagának kicsit magasabb szempontból történő rendszerező áttekintése egyben segítséget jelenthet a minoros hallgatóknak.

### **A Kozmoszról alkotott mai képünk kialakulása** *Tudománytörténeti folyamatok elemzéséhez példa gyanánt*

A Nemzeti Alaptanterv (NAT) és a kerettantervek egyik alapvetése a tudománytörténeti folyamatok elemzése a fizika oktatása során. Ehhez sok példa hozható föl a tudomány történetéből. Ez azért fontos, mert a diákoknak látniuk kell, hogy milyen út vezet a tudáshoz. Ez némileg analógiában áll a gyerekek világról alkotott elképzelésének változásával, absztrakciós készségük kialakulásának folyamatával, természettudományos szemléletük megkonstruálásával.

Idézzük föl a NAT 2012 és a fizika tanítása során alkalmazható A és B kerettantervek azon részleteit, melyek az alább következő elemzés tantervi alapjait jelentik:

#### NAT 2012

Tudománytörténet		
A tudományos megismeréshez köthető történeti szemlélet kialakítása.	A tudományos modellek változásának felismerése. Nagyobb, összefüggő tudománytörténeti folyamatok megismerése, tudásunk és történelmünk változásában játszott szerepük tanulmányozása.	A tudománytörténeti folyamatok értelmezése a modellek, az elképzelések, az egymást váltó, illetve az egymást kiegészítő elméletek megszületéseként és háttérbe szorulásaként. A megismerési módszerek előnyeinek és korlátainak elemzése.
Tudománytörténeti jelentőségű felfedezések, találmányok, felismerések és eljárások megismerése tudományos ismeretterjesztő források feldolgozásával.	Jelentős külföldi és hazai természettudósok módszereinek, tudományos eredményeinek és ezek érvényességi körének megismerése.	

7–8. évfolyam

1. *Tudomány, technika, kultúra*

*Tudománytörténet.* Asztrológia és asztronómia. A földközéppontú és a napközéppontú világkép jellemzői. A Föld, a Naprendszer és a Világmindenség fejlődéséről alkotott elképzelések.

9–12. évfolyam

*1. Tudomány, technika, kultúra*

*Tudománytörténet.* Az atom fogalmának átalakulásai, az egyes atommodellek mellett és ellen szóló érvek, tapasztalatok. A fényről alkotott eltérő modellek. A Föld, a Naprendszer és a Kozmosz fejlődéséről alkotott csillagászati elképzelések. A térrel és idővel kapcsolatos elképzelések fejlődése. Az áltudomány ismérvei, veszélye.

*Fizika- és kultúrtörténeti ismeretek*

A típusú kerettanterv 11. évfolyam

„A Föld, a Naprendszer és a Kozmosz fejlődéséről alkotott csillagászati elképzelések áttekintése.,,

B típusú kerettanterv 7. évfolyam

Geocentrikus és heliocentrikus világkép.	A csillagos égbolt mozgásainak geocentrikus és heliocentrikus értelmezése.
<i>A tudományos kutatás modelleken át a természettörvényekhez vezető útja mint folyamat.</i>	Ismeretek szerzése arról, hogy a Naprendszerről, a bolygókról és holdjaikról, valamint az (álló)csillagokról alkotott kép miként alakult az emberiség történetében. Differenciált csoportmunka alapján Ptolemaiosz, Kopernikusz, Galilei, Kepler munkásságának megismerése.

### **A mikrofizika és a Kozmosz találkozása**

A tudomány nem örök érvényű kinyilatkoztatások tárháza, hanem változó ismeretrendszer, emberi tevékenység. Egy adott korszakra jellemző, hogy az emberek, a tudósok miként gondolkodtak egy-egy témakörben, milyen kérdésekre kerestek válaszokat, hogyan merültek föl újszerű kérdések, amelyekre adott válaszok nem egy esetben kikényszerítették az addig biztosnak hitt elméleti keret (paradigma) megváltozását. Ennek egyik jellegzetes példája a minket körülvevő Kozmoszról alkotott kép alakulása az emberiség története során.

Simon Singh: A Nagy Bumm című könyve alapján fogjuk a címben jelzett tudománytörténeti folyamatot végigtekinteni. Ez a mű Arthur Koestler „Alvajárók” című könyve folytatásának tekinthető. Utóbbi könyv az emberiségnek a világmindenségről alkotott elképzeléseit követi nyomon a babiloniaktól Newtonig. Singh könyve öt fejezetből áll, melyek közül az első foglalja össze az előbbi témát, címe A kezdetek, míg a következő négy a történet folytatásának tekinthető: Univerzummodellek, A nagy vita, A kozmosz szabadgondolkodói, és a A paradigmaváltás címeikkel. A történetet egy rövid Epilógus zárja. Ezt követően Mi a tudomány? címmel több ismert tudóstól találunk idézeteket a tudománnyal kapcsolatban. Kislexikonban definiálja a könyvben előforduló tudományos kifejezéseket, fejezetenként részletesen felsorolja a felhasznált és az ajánlott irodalmat, a képek forrásait. Végül Név- és tárgymutató zárja a könyvet. Az öt fő fejezet felépítése egységesen néhány idézettel kezdődik, a végén pedig két oldalas összefoglaló található.

A feldolgozás mélységét tekintve a szerző a világ felépítésében az atommagig „hatol le”, a kvarkokról már nem történik említés. Mivel elsősorban ismeretterjesztő könyvről van

szó, az atomok szerkezetét, továbbá az elektromágneses hullámokat is röviden bemutatja a szerző.

Értéke a könyvnek, hogy sok kutatói pályát, és sorsot mutat be, és ezen keresztül azt érzékelteti, hogy a tudósok is hús-vér emberek, és a tudomány emberi tevékenység, illetve inkább tevékenységek láncolata. Voltak, akik Nobel - díjat kaptak felfedezésükért, és voltak, akiket méltatlanul mellőztek, azonban ennek a könyvnek is köszönhetően mégis tudunk róluk.

A könyv nagyon szépen láttatja a tudományos kutatás menetét, tudományfilozófiai megközelítésben tárgyalja az eseményeket. A Nagy Bumm elmélet nagyon jó példa annak bemutatására, hogy miként keletkezik egy tudományos elgondolás, miként teszik azt próbára, hogyan támasztják alá megállapításait és végül hogyan fogadja el a tudományos közösség. A szerző sok példát hoz a tudományos kutatás folyamatát jellemző egyes részekre, mint

- *hipotézisek* megfogalmazása,
- *mérések sorozata* és az ezekhez vezető gondolatsorok,
- kiváló *analógiákat* mutat be,
- több érdekes *egyszerűsítő feltevést* ír le,
- több esetben, az adott korban létező két *rivális elméletet* mutat be összehasonlító táblázatok segítségével,
- sok esetben tesz érdekes megjegyzéseket a *tudomány működésével* kapcsolatban,
- minden fejezet végén két oldalas összefoglalás található, melyben bemutatja az adott korszakban bekövetkezett *fogalmi fejlődést*, mely gyakorlatilag egy *fogalomtérképnek* is tekinthető.

Az írás következő részében a fentiekre találhatók példák a könyv egyes fejezeteiből válogatva. Ezeket és hasonlókat érdemes a téma tanórai feldolgozása során is megbeszélni. Sőt, célszerű további példákat keresni a fizika más témaköreiből is. Keressenek a diákok egy-egy jelenség megmagyarázásához, szemléltetéséhez analógiákat, hipotéziseket, egyszerűsítő feltételezéseket, valamint olyan jelenségeket, melyek magyarázatára többféle elképzelés, modell is létezett. Sok esetben ki fog derülni, hogy ugyanezen többféle elképzelés és modell a diákok fejében is ott van. Mért ne ütköztethetnénk a tanóra keretein belül is az egyes álláspontok mellett és az ellen szóló érveket? Ez a fajta feldolgozási mód jobban meggyőzi a diákokat, mint a tanár frontális magyarázata.

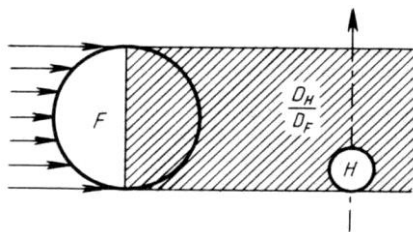
### A Kezdetek

A kozmológia kifejezés az ógörög *koszmeo* szóból eredeztethető, melynek jelentése rendezni, megszervezni.

#### Ókori gondolatsor a heliocentrikus elképzeléshez

A Kr. előtti 5. században Anaxagorasz volt az a görög gondolkodó, aki azt állította, hogy a Holdnak nincs saját fénye, az egy kődarab és a Nap fényét veri vissza. Az ő ötletét fejlesztette tovább a Kr. előtti 3. században Arisztarkhosz (kb. Kr. e. 310, Szamosz – kb. Kr. e. 230, Alexandria), aki ennek alapján a Föld méretéhez képest relatív becslést adott a Hold és a Nap méretére és a Földhöz viszonyított távolságára. Érdemes megfigyelni, hogy az egyes megfigyelések miként kapcsolódnak egymáshoz, hogyan alkotnak *logikai láncot!*

#### A Hold mérete a Földhöz képest



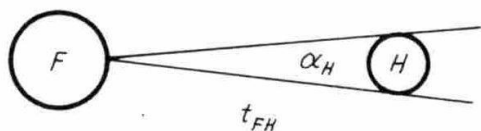
1. ábra Holdfogyatkozás

Holdfogyatkozás (1. ábra) alkalmával kell mérni a következő időket:

- a Föld hengeres árnyékába a Hold belépése és teljes eltűnése között eltelt idő,  $D_H$ , ami a Hold átmérőjével arányos, ez kb. 50 percig tart,
- a Hold belépésének kezdete és a kibukkanása közt eltelt idő,  $D_F$ , ami a Föld átmérőjével arányos mennyiség, ez kb. 200 perc.

A kettő aránya adja a két égitest méretének arányát. A két időtartam összehasonlítása alapján a Föld átmérője kb. négyszerese a Holdénak.

### A Hold távolsága



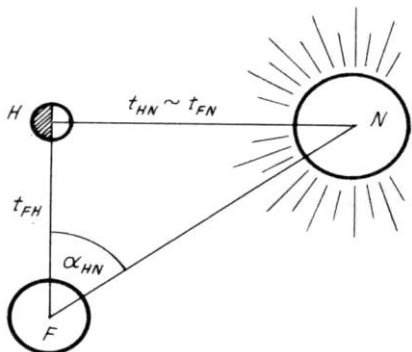
$$t_{FH} = \frac{D_H}{\alpha_H}$$

2. ábra A Hold átmérőjének becslése

A Hold átmérőjének és a Hold látószögének méréseiből (2. ábra):

$$t_{FH} = \frac{D_H}{\alpha_H} \quad \text{földátmérőben kifejezve.}$$

### A Nap távolsága



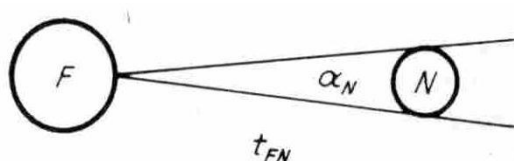
$$t_{FN} = \frac{t_{FH}}{\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{HN}\right)}$$

3. ábra A Föld – Nap távolság becslése

Arisztarkhosz szerint az első és az utolsó holdnegyed – ez a félhold – alkalmával meg lehet határozni a Föld – Nap távolságot, mivel a három égitest ekkor az ábrán látható derékszögű háromszög csúcspontjaiban helyezkedik el (3. ábra). A Holdnál van a derékszög, és a Földnél lévő  $\alpha(HN)$  szöget kell mérni, melyre az adódik, hogy mindössze fél fokkal kisebb a derékszögnél. Az előbbi méréseiből már ismert Föld – Hold távolság ismeretében a Nap – Föld távolság már kiszámítható. Ilyen helyzeteket a nappali égbolton is lehet látni, így ténylegesen

megfigyelhető bárki számára, hogy a Földről nézve a Napot és a Holdat az észlelővel összekötő két egyenes ténylegesen közel derékszöveget zár be.

#### A Nap mérete



$$D_N = \frac{t_{FN}}{\alpha_N}$$

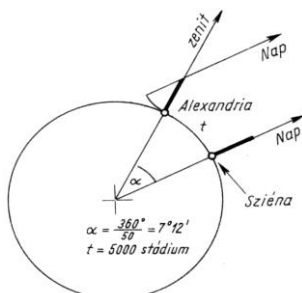
4. ábra A Nap átmérőjének becslése

A Nap átmérője a Holdhoz hasonló módszerrel becsülhető (4. ábra). Mivel a Nap mérete jóval nagyobbak adódott a Hold és a Föld méretéhez képest, ezért gondolta Arisztarkhosz azt, hogy inkább a Nap lehet a központi égitest, mely körül a Föld, mint bolygó kering.

Arisztarkhosz mérései csodálatos intellektuális képességekről tesznek tanúbizonyságot. (Ez rám minden esetben lenyűgöző hatással van, amikor erről a témáról beszélek.) Míg a korábbi korok emberei, például a babiloni, az egyiptomi csillagászok impozáns megfigyelési adatsorokat halmoztak fel, melyek segítségével lehetett következtetni a bolygók jövőbeni helyzeteire, a napfogyatkozásokra, addig ő képes volt magát a Földet mintegy kívülről látni. Képes volt arra, hogy a Földet, melyen ő is élt, egy, a kozmoszban lévő égitestként lássa, amelyet megvilágít a Nap és ennek árnyékában van a Hold, fogyatkozása idején. Majd ez a három égitest egy háromszög csúcspontjaiban jelent meg lelki szemei előtt.

A Föld méretét elsőként Eratoszthenész (Küréné, Kr. e. 276 – Alexandria, Kr. e. 194) (i.e. 230) határozta meg. Az Alexandriai Könyvtár élén dolgozott, amikor tudomást szerzett egy különleges kútról a dél-egyiptomi Szüéné városában, nem messze a mai Asszuántól. Minden év június 21-én, a nyári napforduló napján, délben a Nap éppen bevilágít ebbe a kútba. Alexandriában azonban ilyen sosem következik be. Továbbá ezen a napon a függőlegeshez képest  $7,2^\circ$ -os szögben érkezik Nap fénye. A jelenség szemléltetéséhez a mellékelt, azóta közismerté vált ábrát (5. ábra) rajzolta fel. Ismervén a két helység távolságát a Föld kerületét, majd abból az átmérőjét, illetve sugarát ki tudta számítani.

Figyeljük meg ebben az esetben is a **tudományos megismerés** módszerét, melyben a legfontosabb elem a **dolgokról való gondolkodás**. Eratoszthenész nem kezdett el méréseket végezni, hogy majd azokból hátha ki tud olvasni valamilyen szabályszerűséget. Az ő idejében már tudták, hogy a Föld gömbölyű. Így értelmes kérdés volt a számára az, hogy a gömb legnagyobb síkmetszeteiként elképzelhető körnek mekkora lehet a kerülete? Akkor már sok érdekes információ volt felhalmozva tekercsek (könyvek) és szóban átadott tudás formájában egyaránt, és ezek közül ki tudta választani és rendszerbe illeszteni a számára éppen megfelelőket.



5. ábra A Föld kerületének becslése

Eratoszthenész mérései alapján már abszolút becsléseket lehetett adni a Nap és a Hold méretére és távolságaikra. Az ókori görögök teljesítményében már tetten érhető a tudományos gondolkodás módszertana, melyet a könyv szerzője a következőképp jellemez:

*„A tudományos logikának ebben az építményében sajátos szépség bontakozik ki, az, ahogy a különböző állítások és érvek egymáshoz kapcsolódnak, a különböző mérések egymásra épülnek és függenek egymástól, és ahogyan az egész építményt váratlanul megjelenő különböző teóriák gazdagítják és erősítik meg.”*

Simon Singh A Nagy Bumm című könyvében, 32. oldal

Az az elképzelés, hogy a Föld kering a Nap körül és nem fordítva, először Philolaosz gondolataiban jelenik meg a Kr. előtti 5. században, aki a pitagoreus iskola növendéke volt. A Kr. előtti 4. században Hérakleidész Pontikosz tartotta „életben” az elképzelést. Arisztarkhosz Kr. előtt 310-ben született, éppen Hérakleidész halálának évében.

Az ókori görögök elutasították a Nap középpontú elképzelést. Szerintük három problematikus vonása is volt, melyek közel kétezer évvel később is felmerültek az ismét előkerülő elmélettel szemben, melyek a következők:

1. Ha a Föld mozogná, akkor folyamatosan velünk szembe fúvó szelet kellene érezni.
2. Nem illeszkedett a gravitációval kapcsolatos elképzelések közé, miszerint a testek az univerzum középpontja felé esnek. Mivel a testek szemmel láthatóan a Föld felszínére esnek, ezért a Földnek már ott kell lennie.
3. Ha a Föld keringene a Nap körül, akkor ennek meg kellene mutatkoznia a csillagok látszólagos elmozdulásában az égen, csillagparallaxist kellene látnunk.

Az elkövetkezendő évszázadokban használatos Föld középpontú modellt Kr. után 150 évvel írta le Ptolemaiosz körökre illesztett körökön mozgó bolygókkal együtt.

A szerző a Föld középpontú és a Nap középpontú elképzelést két táblázatban is összehasonlította különböző kritériumok szerint.

Az első fejezetben kaptak helyet a középkor végét jelző nagy felismerések is, Kopernikusz, Brahe, Kepler és Galilei munkássága, amelyről Koestler Alvajárók című művében olvashatunk regényesen izgalmas formában. A további négy fejezet tekinthető az Alvajárók mintegy folytatásának.

### Univerzummodellek

A szerző a könyvében vázolta a kozmosz leírásához szükséges fizikai ismereteket is. Így például több helyen írt a fényről is. A könyv második fejezete a fénysebesség mérésével indul, melyet Römer a Jupiter Io holdjának mozgását jellemző adatok tanulmányozása alapján becsülte meg. Ez azért volt érdekes, mert előtte sokan sikertelenül próbálkoztak a fénysebesség mérésével. Így többen azt gondolták, hogy a fénysebesség végtelen nagy. Miután kiderült, hogy véges, így kellett keresni egy közeget, amelyben a fény terjed. Ezt meg is találták az éter elnevezésű hipotetikus anyagban. Ezt az anyagot többen meg is próbálták kimutatni, ami nem sikerült, így végül elvetették. Ekkor lépett színre Einstein először a speciális, majd az általános relativitáselméletet megalkotva, mely utóbbi alapvető szerepet játszott a minket körülvevő világegyetem leírásában. Fontos vonása az elméletnek a gravitáció új értelmezése, vagyis a téridő görbületeként való felfogása. **Az elmélet alátámasztásához azonban tények kellene**, lehetőleg olyanokat kell keresni, melyeket a régi elmélet nem tudott kielégítően megmagyarázni. Einstein rá is akadt egy ilyenre, a Merkúr Nap körüli ellipszis pályájának elcsavarodására. Az új elmélet felhasználásával Einstein 574 ívmásodpercet kapott, mely tökéletes egyezésben van a tapasztalattal.

Azonban a tudóstársadalom egy elmélettől olyan tények előrejelzését is elvárja, melyet korábban még senki nem figyelt meg. A szerző a következőképp írt erről:

*„Az első ellenőrzéssel azért nem érik be a kétkedők, mert attól tartanak, hogy az elméletet addig igazgatták, változtatták, míg az nem illeszkedett az ismert, jó eredményhez. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy lehetetlen a még el sem tervezett megfigyelések jövőbeli eredményeihez igazítani egy elméletet.”*

Einstein meg is találta ezt a még nem vizsgált tény a nagy tömegek közelében való fényelhajlás jelenségében. Először a Jupiterre gondolt, hogy ennek a bolygónak elegendően nagy a tömegvonzása ahhoz, hogy a fény pályáját kimutatható mértékben módosítsa. Azonban ez nem volt lehetséges, mivel a kimutathatóság határa alá esett abban az időben. Így Einstein tovább számolt, hátha a Nap már eléggé meggörbíti maga körül a téridőt, hogy egy napfogyatkozás alkalmával a Nap mögötti csillag láthatósági helye már észlelhető mértékben meg kell változzon.. A könyvben szépen leírta a szerző a kísérleti alátámasztással kapcsolatos kalandos történeteket.

Visszatérve fő témánkra, az az elképzelés kristályosodott ki az emberiség addigi története során az *Univerzumról*, hogy az *öröktől fogva létezik változatlan formában*. Einstein is így próbálta leírni, melyhez azonban be kellett vezetnie egy úgynevezett kozmológiai állandót. Azonban Einstein egyenleteit többen is elkezdték tanulmányozni és más következtetésre jutottak. A rövid életű Alekszander Friedmann orosz matematikus, aki szerint Einstein egyenleteinek kozmológiai modellje a kozmológiai állandó használata nélkül egy nem állandó, hanem *táguló univerzumot* írta le. Később Georges Lemaitre belga kozmológus és pap, nem ismervén Friedmann modelljét, újra felfedezte azt. Munkásságukról azonban nem vett tudomást a tudományos közvélemény, Einstein is elutasította a gondolatot.

### A nagy vita

A harmadik fejezetben írtak rövid összefoglalását kezdjük a szerzőtől vett idézettel, mely kiválóan bemutatja a tudomány működését, és abban az előző fejezet végén felvetett *két Univerzum-modell* szerepét:

*„A tudomány két egymást kiegészítő szálból – elméletből és kísérletből – összesodort kötél. Amíg a teoretikusok azzal foglalkoznak, hogy hogyan is működik a világ, és megpróbálják kidolgozni a valóság különféle modelljeit, addig a kísérletező tudósok feladata, hogy ezeket a modelleket a valósággal összevetve próbára tegyék.”*

Tehát a program adott, mindkét tábornak empirikus adatokat, tényeket kell gyűjteni saját elmélete *alátámasztásához*. Ez azonban az Univerzum esetében nem könnyű feladat, hiszen klasszikus értelemben kísérletek nem végezhetők, csakis a világűrűből érkező fény és annak elemzése adhat információt. A szerző itt kicsit visszaugrott az időben, a 18. századba William Herschel-ig, akinek az volt az egyik fő kutatási programja, hogy kiváló távcsövei segítségével meghatározta sok, csillag tőlünk való távolságát. Ehhez Herschel *egyszerűsítő feltevést* vezetett be.

Herschel azt *feltételezte*, hogy minden csillag nagyjából egyforma teljesítménnyel sugároz. Így alkalmazva azt, hogy a pontszerűnek tekinthető fényforrások látszólagos fényessége a távolságuk négyzetével fordítottan arányos, meghatározta sok csillag helyzetét. Referenciacsillagként a Szíriuszt választotta, és minden vizsgált csillag távolságát ehhez viszonyítva adta meg. Vagyis csak **relatív távolságokat** tudott mérni, hasonlóan, mint ókori elődje Arisztarkhosz a Hold és a Nap esetében. Herschel természetesen tisztában volt azzal, hogy a módszere nem hibátlan, hiszen nem lehet minden csillag azonos teljesítményű, de bízott abban, hogy egy hozzávetőleg korrekt háromdimenziós képet tud így kapni az égbolt csillagainak elhelyezkedéséről. A meglepetés nem is maradt el, az égbolt feltérképezése során az adatainak feldolgozása után arra a következtetésre jutott, hogy a Naprendszer egy palacsinta alakú csillagvárosnak a Tejútnek a része. Ennek valódi méretéről azonban nem volt

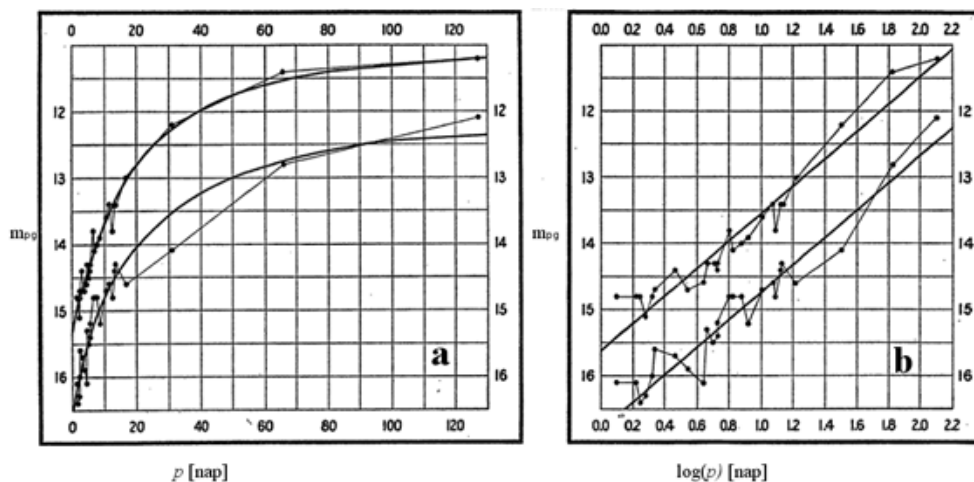
fogalma. Ezt csak Bessel 1838-as csillagparallaxis mérésével, melynek segítségével már valódi távolságot lehetett meghatározni, lehetett megadni. Ekkor vált nyilvánvalóvá az, hogy az Univerzumban óriási távolságok vannak.

Ezt követően vált izgalmas kérdéssé az, hogy az égen látható ködök vajon mik is lehetnek? A Tejúthoz hasonló csillagvárosok, vagy pedig ezek az objektumok is a Tejút részei? A csillagászok két táborra oszlottak ebben a kérdésben. Minkét tábor kereste a megfelelő bizonyítékot, megfigyelhető tény a saját elképzelése alátámasztására. A kérdéstről 1920-ban Washingtonban összejövotelt tartottak, mely a Nagy Vita néven vonult be a történelembe, ez a 3. fejezet címe. Ezen mindkét elmélet egy-egy képviselője mondhatta el álláspontját. A könyv szerzője a következőképp összegezte ennek eredményét a 230. oldalon:

„Az egyes elméletek népszerűsége – úgy látszott – csak attól függ, hogy milyen az azokat támogató csillagászok személyisége, nem pedig attól, hogy milyen nyilvánvaló tények szólnak mellettük.”

A kérdés megoldását a változócsillagok szolgáltatták. A változócsillagok egyik fajtája a cefeidák, melyeknél Henrietta Leavitt-nek sikerült összefüggést kimutatnia a csillag abszolút fényessége és látszólagos fényváltozásának ciklusideje között. Ez pedig felhasználható távolságmérésre! Ennek szemléltetésére a könyv szerzője egy érdekes analógiát írt le.

Leavitt-nek sikerült a huszonöt cefeidát azonosítani a Kis Magellán felhőben. Ennek a Földtől mért távolságát ugyan nem ismerte, de feltételezte, hogy elég messze vannak ahhoz, hogy a benne található cefeida típusú csillagok egymástól való távolsága ennél jóval kisebb. Tehát olyan közelítést alkalmazott, mintha ez a 25 csillag egyforma messze lenne a Földünkől. Tehát, ha ez a 25 csillag egyforma távol van, akkor a fényesebbnek látszó valóban fényesebbek is azoknál, amelyek halványabbnak tűnnek. Vagyis látszólagos fényességük sorrendje megegyezik az abszolút fényességük sorrendjével (6. ábra).



6. ábra. Periódus-fényesség diagram a Kis Magellán felhő cefeida változóra. (Leavitt és Pickernig, 1912 Fig I és Fig II alapján)

Az első ábra a fotografikus magnitúdók minimum és maximum értékeit mutatja a napokban mért periódus függvényeként és az ezekre az adatokra illesztett két görbét. A másik ábrán szintén a magnitúdók láthatók, de a periódusok logaritmusainak függvényében, melyekre két egyenes illeszthető.

A fenti, távolsággal kapcsolatos feltételezés használhatóságát a következő *analógiával* világította meg a szerző: A madárlesen lévő kutató, aki 25 madárból álló rajt figyel a távolból, felteheti, hogy a madarak egymástól való távolsága sokkal kisebb, mint amilyen messze a raj tőle repül. Ebből következik, hogyha az egyik madár kisebbnek látszik, mint egy másik, akkor



az valószínűleg kisebb is annál. Ellenben ha a 25 madár szanaszét repül az égen, akkor a kisebbnek tűnő madár lehet, hogy csak messzebb van.

Visszatérve a távolság kérdéshez, ha tehát találunk két olyan cefeidát az égbolton, amelyek hasonló ütemben változtatják fényességüket, akkor biztosak lehetünk abban, hogy mindkettő azonos teljesítménnyel sugároz. Ez a tény pedig már felhasználható távolságmérésre.

Nem sokkal az Univerzum galaxisokkal való „megtöltése” után Hubble felfedezte a később róla elnevezett törvényt. Ebből pedig az látszott, hogy a világegyetem tágulóban van, bár az ebből számolható korra eleinte kisebb érték adódott, mint például a Föld kora, mely nyilvánvaló ellentmondás volt.

### **A kozmosz szabadgondolkodói**

A negyedik rész az Eddington által a *Nagy Bumm modell* szemléltetésére alkotott *analógia* bemutatásával kezdődik. Hubble azt észlelte, hogy a galaxisok a Földtől távolodnak, de ezt a tényt a modell támogatói úgy értelmezték, hogy valójában a tér tágul, nem pedig a galaxisok száguldoznak az üres térben. Ennek szemléltetéséhez a következő *analógiát* lehet elmondani: a teret hasonlítsuk egy léggömb felszínéhez, melyre előzőleg pöttyöket rajzoltunk. Ezek modellezik a galaxisokat! Ez után pedig kezdjük el felfújni a léggömböt. Ha az eredeti méret duplájára fújjuk fel a léggömböt, akkor a pontok közti távolság is megduplázódik, és a pontok távolodnak egymástól. Visszatérve az Univerzumhoz, ott a tér tágul, és ez eredményezi a galaxisok közti távolság növekedését.

*Az univerzum állandóságát feltételező modellnek* is voltak azonban hívei, akik egy nagyon érdekes modellt gondoltak ki. Az Univerzum ténylegesen változik, de úgy, hogy az állandóság látszatát keltse bennünk. Az egymástól távolabb kerülő galaxisok helyére mintegy újak születnek, mondhatjuk a semmiből. Hogy ez miként is történik, arra azonban nem volt kielégítő válasz.

A szerző ebben a fejezetben mutatja be a 20. század elejétől kezdődően a különböző atommodellek és a magfizika, mint tudomány kialakulását, vagyis a mikrovilág szerkezetének egyre pontosabb leírását is. George Gamov és munkatársai pedig elkezdtek az e témakörben szerzett új tudást alkalmazni elsősorban az Univerzum korai fejlődésének megértéséhez, majd a csillagokban végbemenő folyamatok leírására. A magfizikát hívták segítségül az Univerzumban található elemeloszlás magyarázatához, és egyáltalán elkezdhettek a kutatók azzal is foglalkozni, hogy miként is jöttek létre a kémiai elemek. E közben folyamatos volt a vita, hogy ténylegesen *mik is a megfigyelhető szilárd tények* valójában, melyek egyik vagy másik modellt alátámaszthatják?

Hermann Bondi, az állandó állapotú univerzum egyik megalkotója ezt a következő szellemes idézetben foglalta össze: „*De valójában mik is azok a csillagászati tények? Leggyakrabban kicsiny maszatok a fotólemezeken!*”

Közben pedig Gamov és munkatársai elméletéből következett egy érdekes jelenség, melynek megkeresésére elsőként 1948-ban tettek javaslatot. Miután az Univerzum kellőképpen lehűlt, és az atommagok elektronokat fogtak be, így kialakultak a semleges atomok. Ekkor pedig az addig mindig valamilyen töltött részecskébe ütköző fotonok már szabadon „közlekedhettek” a semleges atomok közt lévő téren keresztül. Ezt úgy is szokták mondani, hogy az elektromágneses sugárzás lecsatolózott. Ennek a sugárzásnak a nyomai pedig itt kell hogy legyenek, csak jóval nagyobb hullámhosszon, hiszen a tér közben tágult. Az elmélet szerint a mikrohullámú tartományban érdemes keresni.

### **A paradigmaváltás**

Az ötödik, a tudományos történet bemutatását záró fejezet is érdekes idézetekkel kezdődik, melyek közül Richard Feynman gondolatait ezen ismertetőben is közreadom, mivel rendkívül fontosnak és érdekesnek gondolom.

„Egy-egy új törvényszerűséget általában így keresünk. Először is kitalálunk valamit. Ne nevéssenek, ez a legfontosabb lépés. Azután kiszámítjuk a következményeit. Ezeket a következményeket összehasonlítjuk a tapasztalatainkkal. Ha nem egyeznek velük, akkor sejtésünk hibás volt. És ebben az egyszerű állításban van elbújva a tudomány lényege. Semmit nem számít, hogy milyen szép az ötlet, vagy hogy milyen agyafúrt, aki kitalálta, vagy hogy hogyan hívják. Ha nincs összhangban a tapasztalattal, akkor rossz. Ennyi az egész. Ez minden, amit erről el lehet mondani.”

A szerző már könyvének elején Arisztarkhosz mérései esetében bemutatta, hogy bizonyos érvelések *hosszú észlelési logikai láncolat* végén születnek meg. Most nézzük például a galaxisok távolodási sebességének mérési alapjait képező elemeket, mely kulcskérdés volt a Nagy Bumm-elmélet szempontjából:

1. Annak a nagyon gyenge fénynek a detektálása, amely a távoli galaxisokból érkeznek a Földre. Mi történt a fényvel míg keresztülhaladt a galaxisok közti űrön, majd pedig bolygónk légkörén?
2. Meg kellett határozni a beérkező fény hullámhossz szerinti összetételét, ennek alapján azonosítani azokat az atomokat, melyektől a sugárzás eredhetett.
3. Meg kellett állapítani a hullámhosszak eltolódását, majd ennek ismeretében számítani a távolodási sebességet.
4. Figyelembe kellett venni az észlelés során bekövetkező lehetséges hibaforrásokat, a távcső és a színeképelemzéshez használt berendezés tulajdonságait, a használt fotólemezek érzékenységét stb.

A korábban említett cefeidákon alapuló távolságmérés például már nem volt alkalmazható a nagyon távoli galaxisok esetében, mivel azok egész egyszerűen már megfigyelhetetlenek voltak. Ezért új módszert kellett kitalálni. Ez az új eljárás azon a *feltételezésen* alapult, hogy például az Androméda-galaxis legfényesebb csillaga valószínűleg ugyanolyan fényességű, mint bármelyik másik galaxis legfényesebb csillaga. Ez pedig felhasználható már távolságmérésre az  $1/r^2$ -es távolságtörvény alapján.

Miért alkalmazható ez a módszer? Ennek megvilágítására egy érdekes *analógiát* mutat be a szerző. Az emberek magassága különböző. Ha azonban véletlenszerűen kiválasztunk mondjuk 50 felnőttet, akkor a józan ész alapján feltételezhetjük, hogy közülük a legmagasabb körülbelül 190 cm magas. Ezért ha távolról két nagyobb embercsoportot látunk (lásd korábban a vándorló madarakat), és az egyik társaság legmagasabb tagja éppen háromszor akkora látszik, mint a másik társaságnál a legmagasabb, akkor jogosan gondolhatjuk, hogy az előbbi csoport  $1/3$  akkora távolságra van tőlünk. (Az  $1/r^2$ -es távolságtörvény pontszerű források esetében használható, míg itt lineáris közelítést használtunk.) Tehát időközben megoldódott az Univerzum korának kérdése.

Az állandó állapotú modell egyik híres szerzője, Fred Hoyle a középkorú csillagok (mint például a mi Napunk) működésével kapcsolatos szemléletes *analógiát* alkotott. Az ilyen csillag általában stabil, a főleg fény formájában kisugárzott energiát abból pótolja, hogy a csillag magjában a H atommagokból He atommagok keletkeznek. Eközben a gravitációs tere a csillag anyagát befelé vonzza, de az mégsem zuhan be a csillag magjába, mert a magas hőmérséklet miatti igen erős sugárnyomás képes a tömegvonzásból származó erőt kiegyensúlyozni. Ez hasonló ahhoz, amikor a felfújott lufi egyensúlyban van, pedig a feszülő gumimembrán kisebb térfogatra igyekszik húzni a bent lévő gázt, míg a gáz nyomása kifelé nyomja.

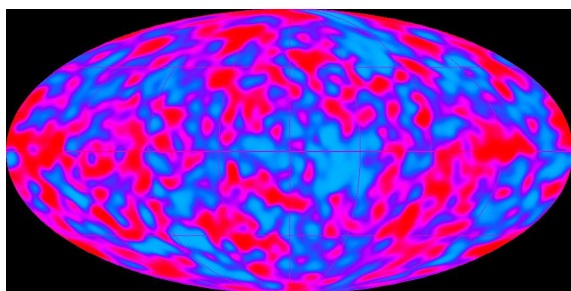
Hoyle volt az, aki megoldotta az egyik legnagyobb rejtélyt, melyet egyik modell sem tudott megmagyarázni. Ez pedig az volt, hogy miként keletkeznek a különböző elemek

atommagjai. A 4-es tömegszámú He keletkezésénél ugyanis elakadt a dolog, mivel 5-ös tömegszámú izotóp nem létezik. De a két  ${}^4\text{He}$  atommagból keletkező  ${}^8\text{Be}$  izotóp sem stabil, nagyon hamar elbomlik két  ${}^4\text{He}$  magra. Ellenben tudjuk, hogy  ${}^{12}\text{C}$  mag létezik. Ennek a keletkezését azért nehéz megmagyarázni, mert három  ${}^4\text{He}$  atommag ütközésének nagyon kicsi az esélye.

Hoyle *hipotézise* az volt, hogy azon rövid idő alatt, amíg a  ${}^8\text{Be}$  mag létezik, történik egy ütközés egy  ${}^4\text{He}$  maggal. Azonban a kötési energia (mely a tömegdefektusból számítható) nem szabadul fel rögtön, ami azonnal szétvetné a keletkezett magot, hanem Hoyle *hipotézise szerint* gerjesztett állapotú (7,65 MeV-es)  ${}^{12}\text{C}$ -es mag keletkezik. Hipotézise alapján ki is mutatták a 12-es szénizotópnak ezt a gerjesztett állapotát. Így már megmagyarázható volt annak létrejötte, és a nagyobb rendszámú atommagok keletkezése is, további  ${}^4\text{He}$  magok befogásával. Végül a Nagy Bumm elmélet segítségével meg lehetett magyarázni a periódusos rendszer elemeinek létrejöttét, és az elemgyakoróságokat is.

Időközben a mikrohullámú háttérsugárzásról teljesen megfeledkeztek, ám Robert Dicke és James Peebles ismét felvetette a kérdést az 1960-as évek elején. Ezzel párhuzamosan, gyakorlatilag véletlenül 1965-ben két rádiócsillagász Robert Wilson és Arno Penzias a Bell Laboratóriumban felfedezték azt. Egyszerűen egy furcsa, állandó sugárzást észleltek a rádióhullámú tartományban a tér minden irányából.

Ez után már csak egy fontos kérdés maradt, melyet a Nagy Bumm elmélet nem tudott megmagyarázni: az, hogy miként keletkeztek a galaxisok? Ehhez azt feltételezték, hogy a megtalált háttérsugárzás mégsem teljesen egyenletes minden irányban. A COBE (Cosmic Background Explorer) műhold végül ezt is kimutatta (7. ábra). Ez a Nagy Bumm elmélet elfogadását és jelenleg történetünk végét jelenti a rivális állandó állapotú univerzum modelljével szemben.



7. ábra A közismert COBE kép, amelyen láthatóak a kis mértékű hőmérséklet-ingadozások

### Mi a tudomány?

A könyv különös értéke az, hogy szerzője nem csak egyszerűen a fizika kiváló ismerője, de hivatkozásai között találunk tudományfilozófiai műveket is. Tehát nem csak egyszerűen a tényeket és elméleteket tárja az olvasók elé, hanem a tudomány működését, a tudományos kutatást is bemutatja. A könyv végén közre is ad több idézetet ezzel kapcsolatban, melyek közül Neumann János gondolatit emelem ki:

*„A tudományok semmit sem próbálnak megmagyarázni, aligha kísérlik meg, hogy értelmezzenek valamit, elsősorban **modelleket** gyártanak. Modell alatt egy **matematikai konstrukciót** értünk, ami bizonyos szóbeli értelmezésekkel kiegészítve leírja az észlelt jelenséget. Egy ilyen matematikai konstrukciónak az egyetlen és precíz indoka, hogy **elvárjuk tőle, hogy működjön.**”*

Összefoglalóan írásomban bemutattam a kozmoszról alkotott elképzelések változását az emberiség történetében Simon Singh: *A Nagy Bumm* című könyve alapján. Egyben betekintést adtam a könyv kapcsán a tudományos kutatási folyamatba is.

#### Ajánlott irodalom

- Koestler, Arthur (1955/1996) *Alvajárók*. Európa Könyvkiadó, Budapest  
 Kuhn, Thomas S. (1984) *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat, Budapest.  
 Eredetileg: Kuhn, T. S. (1962) *The Structure of Scientific Revolution*. Princeton University Press, Princeton.  
 Radnóti Katalin (2002) A fizikatanítás tudományelméleti háttere. In: Radnóti – Nahalka (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 109-128. oldalak <http://members.iif.hu/rad8012/>  
 Radnóti Katalin (2014): A Világegyetemről alkotott képünk alakulása. *Természet Világa*. 2014/1. Melléklet I-VI. oldalak.  
 Simon Singh: *A Nagy Bumm*. Park Könyvkiadó. Budapest. 2006.  
 Simonyi Károly (1978) *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat Kiadó, Budapest

\*\*\*\*\*

### **3. A fizika oktatása során alkalmazható tanulásszervezési és kompetenciafejlesztési lehetőségek**

7 óra

A fizikaoktatás során alkalmazható tanulásszervezési lehetőségekről, a tanári tervezésről bővebben lehet olvasni *A fizikatanítás pedagógiája* című könyv 8. és 10. fejezeteiben, és *A természettudomány tanítása* című könyv 5. fejezetében.

Bevezető beszélgetés témája:

*A képzésre jelentkező tanárok saját tanítási gyakorlatának reflektív átgondolása az alkalmazott munkaformák mentén, mint frontális, egyéni és csoportmunka.*

*Milyen témák feldolgozása esetében alkalmazzák, illetve tartják alkalmazhatónak az egyes tanulásszervezési eljárásokat? Ezekből lista készítése.*

A **frontális** formát akkor célszerű alkalmazni, amikor új, addig a diákok által semmilyen formában nem tanult ismereteket kell közölni. Az előadást érthetőbbé, érdekesebbé és szívesebbé, tehetjük különböző demonstrációkkal és kísérletekkel.

Az alkalmazás jellegű témakörök feldolgozásakor bátran lehet nyúlni a különböző kollektív munkaformák alkalmazásához. Példa lehet erre a különböző atomerőmű-típusok működésének és földrajzi elterjedésének tanulmányozása. Ebben az esetben is vannak új ismeretek, de a fizikai alapfolyamat, a maghasadás már ismert kell, hogy legyen a tanulók számára. A többi új ismeretet már önállóan meg tudják szerezni, az alapokra építkezve. Ezzel fejlesztjük a tanulók élethosszig tartó tanulásának képességét.

Olyan témakörök esetében is célszerű differenciált csoportmunkát szervezni, amikor valamilyen folyamat több tényezőtől is függ. Erre kiváló példa annak megállapítása, hogy milyen tényezőktől függ a párolgás sebessége? A tanulók először alkossanak hipotéziseket erről, majd az egyes diákcsoportok különböző tényezőket tegyenek a vizsgálatuk tárgyává, mint a hőmérséklet, a párolgó felület nagysága, a párolgó anyag anyagi minősége, a környezet páratartalma, a levegő áramlása stb. A munka ebben az esetben is frontálisan kezdődik, hiszen meg kell beszélni, hogy kinek milyen feladatai lesznek. Majd következik a diákcsoportok munkája, elvégzik a szükséges kísérletet. Végül a csoportok beszámolnak a munkájukról. Célszerű elgondolkodni azon, hogy az adott diákcsoport számára miként szervezi meg a tanár

a foglalkozást. Készít-e előre feladatlapokat, és kikészíti-e tálcákra a szükséges eszközöket, vagy a szükséges eszközök kiválasztását a diákoktól várja.

A csoportmunka alkalmazásának előnyeiről és hátrányairól érdekes összehasonlító táblázat található *A fizikatanítás pedagógiája* című könyv 216-217. oldalain.

A fizika egyszerű gépeket ismertető fejezete egy jellegzetesen alkalmazás típusú témakör, mely szinte kínálja magát a kollektív munkaformák alkalmazására. Ez a témakör még kitekintésre is differenciálásra is alkalmas. A történelem iránt érdeklődő gyerekek kutatómunkát végezhetnek arról, hogy az egyes történelmi korokban milyen egyszerű gépeket használtak, ezek hogyan könnyítették meg (vagy tették lehetővé) a munkavégzést. Az ügyesen barkácsoló gyerekek elkészíthetik az egyes típusok modelljét, és ezen keresztül ismerkedhetnek a működésükkel. A téma feldolgozása projektté is kibővíthető. A diákok készíthetnek posztereket is, melyeket a készített modellekkel együtt ki lehet állítani, kiselőadásokat lehet tartani a témából stb.

A következő példa mérési eljárás megtervezését várja el a tanulóktól. Tésztafőzéshez vizet melegítünk egy fazékban. Ha a legnagyobb fokozatra állítjuk a gázlángot, akkor annak mérete nagyobb, mint a lábas alapterülete. A közepes láng viszont éppen megegyezik a lábas alapterületének méretével. Szerintetek melyik esetben nagyobb a melegítés hatásfoka? Gondolkozzatok el problémán, majd tervezzetek méréseket állításotok vizsgálatához!

Ne gondolják azt a kollégák, hogy a felsorolt esetekben esetleg nem végzik rendesen a munkájukat, mivel nem Önök magyarázzák el a tananyagot! A gyerekek azzal, hogy Ők saját maguk szerzik meg a tudást, nagyon sokat fejlődnek. **Napjainkban az egyik legfontosabb feladat az, hogy a tanulókat felkészítsük az egész életen át tartó tanulásra, az önálló ismeretszerzésre.** És ezt csak úgy tudjuk megtenni, ha időnként ténylegesen kitesszük a gyerekeket ilyen helyzeteknek.

Az Önök nagyon fontos munkája ezekben az esetekben abból áll, hogy megszervezzék a gyerekek munkáját, segítsék őket a tanulásban. Azonban a tudást nekik kell megszerezniük! Az ismeretek megszerzésén túl a csoportban végzett tevékenység közben fejlődik az együttműködési képességük, megtanulnak másokra odafigyelni, arányosan és a képességeknek megfelelően elosztani a munkát, felelősséget vállalni stb. A csoportmunka kétségtelen nehézsége az, hogy az így történő munkaszervezéshez Önöknek nagyon jól kell ismerni a gyerekeket. El kell dönteni, hogy, hogyan célszerű a csoportokat kialakítani és kinek milyen jellegű feladatot lehet odaadni. Tehát nem elég az, hogy jól tudják a fizikát, kémiát, biológiát - persze azt is tudniuk kell - hanem az is fontos, hogy ismerjék az egyes gyerekek tudását, képességeit, tulajdonságait, sőt azzal is tisztában kell lenniük, hogy a tanulók között esetleg milyen ellentétek vannak. A tevékenység megkezdése előtt fontos, hogy pontosan fogalmazzák meg, hogy mit várnak el a gyerekektől. Sőt, azt is célszerű elmondani, hogy miért így történik az adott témakör feldolgozása, mi ezzel a pedagógiai cél. Ez nálunk Magyarországon kicsit szokatlan, nem szoktuk a gyerekeket ebbe „beavatni”. Pedig fontos, hogy a gyerekek is tisztában legyenek azzal, hogy mi miért történik velük, mi annak a célja. Sőt, a szülőket is célszerű tájékoztatni az alkalmazott újszerű módszerekről, és azok nevelési céljairól, hiszen Ők nem biztos, hogy ismerik ezeket.

Továbbá fontos megjegyeznünk azt is, hogy ez nem felesleges időpocsékolás, mondván a tanár sokkal gyorsabban el tudná magyarázni az adott tananyagot, és ezen a módon sokkal többet lehetne megtanulni. A gyerekek az önálló tevékenység során sokat tanulhatnak, bár valószínűleg nem mindenki ugyanannyit. Azonban ez a frontális feldolgozás során is így van. Ellenben az, amit a diák ténylegesen megtapasztal, saját maga felfedez, megfogalmaz a vázlatírás során, sokkal maradandóbb lesz számára, ténylegesen világmagyarázata részévé tud válni. Míg a frontális magyarázatok egy része elszáll.

Természetesen nem állítjuk azt, hogy minden anyagrészt csoportmunkában, a gyerekek önálló tanulásával kell feldolgozni. Amikor teljesen új elméleti rendszereket kell megismernie a

gyerekeknek, akkor nem várhatjuk el, hogy azokat Ők önállóan felfedezzék, olvasmányaik hatására átalakítsák az adott témával kapcsolatos gondolkodási rendszereiket. Például a mozgások leírásának newtoni módját, az anyag részecskeképét, a zárt áramkört, a törés és visszaverődés törvényeit, stb. Ellenben amikor már megismerték ezeket, akkor az elmélyítéshez, a gyakorlati felhasználás lehetőségeinek bemutatásához már meg lehet kívánni a tanulóktól az önálló ismeretszerzést, illetve egyszerűbb, az adott elméleti kerethez tartozó kisebb mértékű felfedeztetés is lehet cél. De ez sem azt jelenti, hogy magára hagyjuk a tanulót, csak éppen egy **másfajta szerepet vállal fel a tanár**. Nem ő az ismeretek egyedüli forrása, sokkal inkább segítő funkciót lát el.

Napjaink diákjai motiváltak az Internet használatára, ezért célszerű számukra ilyen jellegű feladatokat is adni, például különböző gyűjtőmunkákat, filmek, képek, animációk keresését. Ez egyben komoly lehetőség az önálló tanulásra, ismeretszerzésre, az élethosszig tartó tanulási kompetencia fejlesztésére. A tanárok számára komoly segítséget jelent ebben a vonatkozásban a fizikatanári levelezőlistákra való feliratkozás (például Moróné Tapody Éva levelezőlistáján átlagosan hetente két alkalommal jelennek meg új tartalmak).

A fentiekén kívül az érdeklődő tanulók nézhetik a különböző ismeretterjesztő csatornák adásait, járhatnak ismeretterjesztő előadásokra (például Atomcsill. az ELTE TTK Fizikai Intézet szervezésében), melyekről rendszeresen beszámolhatnak a tanórákon.

### A kutatás alapú tanulás/tanítás

Több országban elterjedt gyakorlat a természettudományos nevelés, mint kutatás, illetve a kutatás alapú természettudomány-tanítás koncepciója, amelynek lényege, hogy a kutatás képezi a természettudományos nevelés alapját, irányítja a tanulói tevékenységek megszervezésének és kiválasztásának alapelveit.

A kutatás alapú tanulás/tanítás, rövidítve KAT (angolul 'inquiry-based learning', IBL) olyan módszer, amely biztosítja, hogy a tanulók átéljék a tudásalkotás folyamatait. Legfőbb sajátossága a kutatás által stimulált tanulás, mely teljes mértékben tanuló-centrikus megközelítés, ami egyben utat jelent az önszabályozó tanulás felé, a tanulás aktív folyamatként való megközelítésére helyezi a hangsúlyt.

A módszer elnevezésének magyar fordítása több nyelvi problémát is felvet, mivel maga az 'inquiry' kifejezésnek számos jelentése van. Jelent tudakozódást, kérdezősködést, vizsgálatot, kutatást és nyomozást egyaránt a kontextustól függően. A KAT továbbá több tanítási módszerrel is rokonságot mutat, mint például: cselekedve tanulás/cselekvés pedagógiája, felfedezéssel tanulás-tanítás, kutató-felfedező módszer, élményalapú tanulás-tanítás/élményközpontú megismerés, kutató-kísérletező módszerek.

A természettudomány tanulásával kapcsolatban használatos még az angol nyelvterületen az IBST ('*Inquiry Based Science Teaching*') kifejezés is, mely inkább a tanításra koncentrál, míg az előbb említett módszer talán inkább a tanulók tanulására fókuszál.

A módszer fő jellegzetessége az, hogy a diákok végezzenek kutatással kapcsolatos, illetve kutatás jellegű tevékenységeket a természettudomány tanulása során, mint:

- problémák keresése, kutatásra érdemes kérdések megfogalmazása,
- hipotézisek megfogalmazása,
- különböző alternatív magyarázatok megalkotása és elemzése,
- kutatások tervezése, vezetése,
- megfelelő eszközök és technikák használata az adatok gyűjtéséhez,
- az adatok elemzése,
- különböző alternatív magyarázatok megalkotása és elemzése,
- a természettudományos érvek/indokok közlése.

Azonban le kell szögeznünk, hogy a kutatáson alapuló oktatási módszer sem csodaszer a természettudományos oktatás valamennyi problémájának megoldására, bár nagyon hatékony, amely fejleszti a tanulók tartalmi tudását. A tanuló aktívan vesz részt a tanulási folyamatban, saját tudása megkonstruálásában.

A módszer egyben a tanulói szerepek megváltozását is jelenti a tanulási folyamatban. Azáltal, hogy a diákok lehetőséget kapnak arra, hogy az őket érdeklő problémákkal foglalkozzanak, sokkal motiváltabbak, felelőssé válnak saját tanulásukért, ezen kívül az egyéni tanulás összekapcsolódik a társakkal és a tanárokkal való együttműködéssel.

A módszer olyan fizika témakörök feldolgozásában is sikeresen alkalmazható, melyek részei a kötelező tananyagnak. Például a mérési eredmények Excel programmal történő feldolgozásához felhasznált példa esetében is. Ekkor úgy tehetjük fel a kérdést, hogy vajon mitől függhet a rúgóra akasztott test rezgésideje? A diákok alkossanak hipotéziseket (például a rezgő tömeg nagyságától, alakjától, anyagától, a kitérés nagyságától stb.), majd tervezzenek mérési eljárást az előzetes hipotézisek alátámasztásához, végezzék el a méréseket, értékeljék ki a kapott adatokat, és végül adjanak választ a kérdésre. Amennyiben előzetesen nem adunk semmilyen támpontot a diákok részére, akkor azt struktúrátlan módszernek nevezzük. Ha adunk támpontokat, segítő kérdéseket fogalmazunk meg, akkor struktúrált a módszer neve. Hogy mikor melyiket alkalmazzunk, az a tanulócsoporttól és a témától függ.

A tényleges kutatási tevékenység manuális elvégzésére azonban nem mindig, nem minden téma esetében van közvetlen lehetőség. Ilyen esetekben lehet például filmet nézni a kutatásról, de lehet érdekes kutatásokról szóló beszámolókat is olvasni és azokat a szövegeket feldolgozni. Ez utóbbi esetben a feldolgozásnak nemcsak a konkrét szakmai tartalmára érdemes kitérni, hanem a kutatás menetének és módszerének elemzésére is. Erre azért van szükség, mert napjaink embere sokféle kutatási eredményről értesül a közmédiából. Ezek egy része tényleges, valódi kutatásnak tekinthető, de nagy részük sajnos az áltudományos kategóriába sorolható. A természettudományos tanóráknak tehát fontos képességfejlesztési feladata, hogy a diákok képesek legyenek a ténylegesen tudományosnak tekinthető híradások elkülönítésére az áltudományos közlésektől.

**Feladat:** kétféle tanulói feladatlap készítése, egy struktúrált, és egy struktúrátlan KAT jellegű feldolgozáshoz, a tanárjelölt mentorálásának tervezésével együtt, mely **osztálytermi kutatást** is tartalmaz, miként valósítják meg a pedagógiai folyamatot.

A tananyagkészítéshez ötletként felhasználhatók például a Fizikai Szemle folyóirat cikkei.

### A hallgatók feladatai a tanításkísérő szemináriumon:

Az összefüggő tanítási gyakorlatot kísérő félév végi szemináriumi beszámoló vázlat, érintendő témakörök (6-8 oldal)

- Hol, milyen korosztályt, és milyen témaköröket tanított?
- Milyen tanítási problémái voltak és ezeket hogyan oldotta meg? Mely esetekben maradtak kétségei és milyenek? Mi lehetett ezeknek az oka? Milyen megoldási ötletei vannak a későbbiekre nézve?
- Milyen tanulásszervezési módokat alkalmazott és miért?
- Hogyan használta fel a tanulók előismereteit? Milyen előismereteik voltak a tanulóknak és ezek mennyiben segítettek, vagy éppen nehezítették a megértést? Milyen tévképzetekkel találkozott? Hogyan tudta ezeket kezelni? (Sikerült-e a fogalmi váltást elérni?)

### Tanári napló vezetése

- Óratervek, óravázlatok, melyek a következőket tartalmazzák: a tanulók várható előzetes tudása, azokat milyen módokon tudja felhasználni, motiváció módja,

alkalmazott tanulászervezési módszer, értékelési kritérium, mit vár el a tanulótól, tudás, tevékenység, mire legyen képes

- A tanóra tényleges megvalósulása, reflexiók, mit tanult belőle, min fog változtatni a következő órán, illetve ha legközelebb tanítja....
- Dolgozatok és eredményeinek elemzése, értékelése, mit és miért nem tudtak, hogyan tanítja legközelebb
- Néhány kiválasztott gyerek tudásának fejlődését elemezze. Legyen köztük jól és gyengébben teljesítő is. (4-5 fő) Pl. milyen tudásbeli hiányosságaik, tévképzeteik voltak, ezt miképp tudta korrigálni, hogyan lehetett őket motiválni...

#### Beszámoló az osztálytermi kutatásról

**Javaslat a beszámoló szerkezetének felépítésére** (Az 1. szintű felsorolásponatok a beszámoló alcímei lehetnek. A válaszok elemzéséhez 2 alrész is tartozik, a **kvalitatív**- és a **kvantitatív elemzés**. Minden alcímhez tartoznak példák, ezek közül ki kell választani azt, amit éppen aktuálisnak tart a jelölt a saját kutatása szempontjából):

### **BEVEZETÉS**

- **Előzmények**
  - Volt-e bármiféle előzménye a felmérésnek. Ide tartoznak a korábbi felmérések, vagy egy cikk, tanulmány eredményeinek reprodukálása, ellenőrzése, mások által kifejlesztett módszer kipróbálása.
- **Kutatás indoka**
  - Tanári és tanulói szempontból is.
- **Kutatás célja** (példák)
  - ✗ Természettudományos kutatási szöveg megértésének vizsgálata diákjainknál.
  - ✗ A vizsgálat után szándékunkban áll, hogy megkíséreljük a diákokban élő természettudományos szemlélet fejlesztését, az absztrakciós készség kialakítását, és az ide tartozó összes kompetencia erősítését.
  - ✗ A végzős tanárjelöltek testközelségből is megismerkedjenek a kutatás alapú tanulás/tanítás (KAT) módszer egyik lehetséges formájával.
  - ✗ A hallgatók aktív részesei egy kutató munkának, ezáltal közvetlenül élhetik meg azt a tanítási/tanulási módszert, amit saját órájukon majd nekik kell koordinálni.
  - ✗ Társadalomtudományi gondolatokat is bele lehet írni esetleg. Mi a fizikatanítás célja? Például a tudatos állampolgárrá nevelés, hogy az áltudományos információkat el tudja különíteni a valódiaktól, továbbá hogy „ne robbantsa fel magát otthon a gyerek”, stb.
  - ✗

### **A KUTATÁS LEÍRÁSA**

- **A kutatás módszerének leírása** (nagyon röviden, például)
  - ✗ Csoportmunka keretében diagnosztikus mérést végeztünk, mely a diákok természettudományos szemléletét vizsgálta. A mérés formája írásbeli feladatok kitöltése volt: egy, a fizika és a biológia témakörébe tartozó tudományos szöveg értelmezése. A munkaforma frontális illetve, csoportmunka volt. A feldolgozás számítástechnikai, statisztikai módszere.....
  - ✗ A papír alapú feldolgozás után következő tanulói tevékenységek és annak elemzése.



- **Hol és mikor történt a kutatás?**
  - ✗ ... iskola(ák), például 2014.03.10. és 10.22. között írták a tesztet, a kísérleti feldolgozás 2014. 03. 25-én történt.....
- **Kik végezték a kutatást?**
  - ✗ Saját magam és ha más tanárok vagy hallgatók is be lettek vonva, név szerint.
- **Kik voltak az alanyok?**
  - ✗ Évfolyam, hány fő, fiú-lány megoszlás. Milyen tanrend szerint tanulnak (pl. reál vagy humán) milyen tankönyvet speciális oktatási módszert, eszközöket használnak (ha van ilyen, mint pl. az órán minden gyereknek van számítógépe, digitális táblát rendszeresen használnak stb.), hol tartanak a tanulásban. Volt e SNI-es gyerek, szociálisan hátrányos helyzetűek, vagy „elit iskola válogatott gyerekek” stb.
- **Mik voltak a kutatási kérdései, és a kutatás hipotézisei?** (kérdés, utána várt eredmény) [a kutatási kérdések NEM a feltett kérdések]
  - Annak megállapítása, hogy szignifikáns eltérés mutatható-e ki az alábbiakban (példák):
    - *Van-e eltérés a tanulmányaik során jelentős előzetes ismereteket nem szerzett diákok (akik „csupán” mindennapi életükből, élettapasztalatukból szereztek előzetes tudást, mert fizikát és biológiát az előző években még nem tanultak) teljesítése, és a korábbi tanulmányaik folytán nagyobb lexikális előismeretet birtokló tanulók teljesítése közt? Ha van, miért? Ha nincs, miért?*  
*Hipotézis: Nem lesz szignifikáns eltérés, mert „a tankönyvek leszoktatják a gyerekeket a gondolkodásról,” így a kisebb gyerekek még meg lévő kreativitása ki fogja egyensúlyozni az idősebbek lexikális tudását. – Illetve ki mit várt a saját csoportjaitól, illetve az összesített nagy mintától.*
- **A MI KÉRDÉSEINK megválaszolása céljából a gyerekekkel a következő feladatlapot írtattuk meg:** (Ide kell tömören felsorolásszerűen beírni a késéseket. A megszerkesztett, kiosztott a feladatlap(ok) és pl. a kitöltött Excel táblázat(ok) a mellékletbe kerülnek!
- **Az elvárt (helyes) válaszok a következők voltak:** (Adott kérdés után közvetlenül is szerepelhet az arra való elvárt válasz, vagy lehet tömbösítve az összes kérdés után az összes elvárt válasz.)

## A KUTATÁSI EREMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

- **A DIÁKOK válaszainak elemzése: A következő válaszokat kaptuk...** (kérdésenként nézni)
  - *A válaszok kvantitatív elemzése*
  - *A százalékokból és a kapott válaszok értelmezéséből kvalitatív elemzése*
    - ✗ Összehasonlítani pl. a 7-es és a 9-esek teljesítményét a saját csoportok esetében.
    - ✗ Továbbá ezeket összevetni a nagy minta esetében kapott adatokkal.
    - ✗ Keresztleképezések (pl. akik az alapfogalmakban hibáztak, azok nem tudták megoldani a 2. feladatot sem, a fiuk jobban teljesítettek mint a lányok a gyakorlati jellegű feladatoknál stb.)
    - ✗ Érdekes táblázatos formát is alkalmazni, esetleg 1-2 oszlopdiaagramot is

készíteni, ahol ez értelmes.

✱ Statisztikai módszerek: pl. T-próba használata (ha ésszerű)

- **A MI korábban feltett kutatási KÉRDÉSEINKRE, HIPOTÉZISÜNKRE milyen válaszokat kaptunk**

*Amire figyeljünk a válaszok okának magyarázatánál, indoklásnál, például:*

- **Mi lehet a kapott eredmények oka?**

Mindent, vagy a legtöbbet úgy ki kellene fejteni, ahogy például:

*„A harmadik feladatnál azt vettem észre, hogy a gyerekek néhány szó jelentésével nincsenek tisztában. Többen jelezték, hogy a ..... szót még nem is hallották. (Itt kifejteni, hogy vajon miért nem ismerhetik.)*

- **Mi lehet a megoldás a hibákra?**
- **Hogyan, milyen tanulásszervezési eljárás keretében, milyen feladatokkal, magyarázatokkal, stb. orvosolnánk a diákok tévképzeteit?**

Ne jelentsük ki azt, hogy „feltétlenül az az oka”, mert rengeteg tényező befolyásolhatja egy mérés eredményét, pl. egyénileg a diákok beállítottsága, személyisége, hogy milyen napjuk van éppen; és sok egyéb indok lehet jellemző egyes tanulócsoportokra is az adott napon. Inkább mondjuk azt, „ennek oka az *lehet*”. A feltételes módot használjuk később a kutatási kérdések megválaszolásánál, és a diszkusszióknál is. Továbbá lehetőleg soroljunk fel több lehetséges indokot.

## ÖSSZEFOGLALÓ RÉSZ

- **Összefoglalni** maximum fél oldalban még egyszer, hogy mit is csináltuk (kb. tartalomjegyzék), mi volt a cél, stb.
- Tömören összefoglalni, hogy erre mit kaptunk csoport szinten és egyéni szinten is konkrétan az **eredményeket**, például
  - Az összesített eredmények összhangja/kapcsolata a **PISA/TEAMS/kompetencia stb.-mérések** eredményeivel
  - Az eredmények értelmezése (**didaktogén tévképzetek**, stb.)
  - A kvantatív és kvalitatív részben is leírni, de itt megismételni, hogy saját diákjaink a többiekhez képest hogyan teljesítettek, és hogy mi az eredmény oka szerintünk?
  - Hogyan lehetne a helyzeten javítani? → személyes vélemény+megbeszéltek
  - Miért volt jó ezt az egészet végigcsinálni, és mennyit fejlődött mindenki
  - Mely tanulókkal kell differenciáltan foglalkozni (lemaradók → hiányosságok, kiemelkedők→plusz fejlesztő feladat)
- **Az eredmények hasznosulása, hasznosíthatósága**
  - **Az eredmények visszacsatolása (tanár és diák)**
  - Mit kell a jövőben másképp csinálni, mi volt a jó (megerősítés)
  - Személyes reflexiók a közös kutatással kapcsolatban
  - Hogyan (milyen témakör, lecke) képzeljük ezt felhasználni a jövőben, egyénileg hol fejlesztett minket és a diákokat stb.
- **Javaslatok a munka folytatására**
  - Melyek azok a fő tartalmi területek, melyeket a következő felmérés, kutatás során a jelen eredmények birtokában még meg kellene nézni.

## MELLÉKLETEK

Ide kerülhetnek például a megszerkesztett, és kiosztott feladatlap(ok), a kitöltött Excel táblázat, a feldolgozás során esetleg készült fényképek.

## IRODALOMJEGYZÉK

\*\*\*\*\*

3.nap

### 4. Szakmai kiegészítés az energia témaköréhez

5 óra

Az energia a fizikai objektumok egyik skalár jellegű állapothatározója, amelynek a Világmindenség összes fizikai objektumára megállapított értékeinek összege állandó. Az energia-megmaradás törvényének felismerése az egyik legnagyobb hatású fejlemény volt a természettudományokban. Az energia fogalma azért hasznos a törvényszerűségek feltárása során, mert a „világ valahogy úgy működik”, hogy az energia összmenyisége állandó marad. Az energia szó a görög *ενεργεια* kifejezésből ered, ahol az *εν-* jelentése „be-” az *εργον*-é pedig „munka” az *-ια* pedig absztrakt főnevet képez. Az *εν-εργεια* összetétel az ógörögben „istenitett”-et vagy „bűvös cselekedet”-et jelentett, Arisztotelész később „ténykedés, művelet” értelemben használta.

A sajátos gyermeki elképzelésekben az energia „*termelődik és elhasználódik*”, vagyis nem érvényes benne az energia-megmaradás elve. Úgy tűnik, ez a törvény nem tartozik azok közé, amelyek már születésünkkel adóttak bennünk, ezt igen nehéz is lenne elképzelni. Az energia megmaradását tehát meg kell tanulnunk, s a vizsgálatok bizonyosága szerint ez rendkívül nehéz feladat.

Különösen kisebb gyerekeknél fordulhat elő, hogy az energiát kifejezetten az élő szervezetekhez rendelik hozzá. Ez kapcsolatban lehet azzal, hogy *a gyerekek az önmozgással rendelkező „dolgot” tartják élőnek*. Az energia ebben az összefüggésben a „hatással”, a „tevékenységre való képességgel” azonosul. Az energia és az erő a kisgyermek gondolkodásában ugyanannak a differenciálatlan „fogalom-konglomerátumnak” a részei. Ezért nem csodálkozhatunk azon, hogy kezdetben ezek a szavak egymás szinonimái. (Egyik test „erőt ad át a másiknak”, a testnek „elfogy az ereje”, „nagy energiával löki meg az egyik test a másikat”, stb.). Ez a hétköznapi életben is így van. Amikor különböző erőművekről beszélünk, akkor valójában az energiát egyik formájából egy másikba (ez sokszor elektromos energia) átalakító berendezésre kell gondolnunk.

A gyermeki elképzelések között szerepelhetnek az energiával kapcsolatban még a következők:

- az energiának kizárólagosan a mozgó testekhez való hozzárendelése,
- az energiának az energiahordozókkal való azonosítása,
- az energia folyadékként való viselkedésének elképzelése,
- az energia valamilyen hozzáadott anyagként, illetve termékként kezelése.

Az energia fogalma minden fizikai fejezetben előkerül. A mozgások vizsgálatakor, mint a mozgó test energiája, az elektromosságtan esetében, mint az elektromos energia stb.

*Mai modern társadalmunk nem működhetne a sajátos célokra átalakított energia nélkül. Ezért foglalkozunk a továbbképzés keretében ezzel a szakmai témakörrel.*

Mai életünk további fenntartásához a következő három fő területen van szükségünk energiára:

- elektromos energia, egyre nagyobb számú elektromos berendezéseink működtetéséhez,
- termikus energia a fűtéshez és a legkülönbözőbb technológiai folyamatokhoz,
- folyékony üzemanyag a közlekedéshez, szállításhoz, a mezőgazdasághoz (traktorba gázolaj stb.).

A *primer energiaforrásokat* a következőképp csoportosíthatjuk:

- A Naptól származó energia, melyen nem csak a napfény energiáját kell érteni, hanem a különböző körülmények között „eltárolt napenergiát”, mint a biomassa, de ide tartoznak a különböző fosszilis energiaforrások, mint a szén, a kőolaj és a földgáz. Ezek több millió év alatt keletkeztek a régen élt növények és állatok maradványaiból. Valójában a szél-erőművek is a Naptól származó energiát használják fel, hiszen a levegő áramlása miatt alakul ki, hogy a Nap sugarai nem egyenletesen melegítik a Föld felszínét, így hőmérsékletkülönbség és ennek következtében nyomáskülönbség alakul ki. A vízenergia is visszavezethető a napenergiára, ugyanis a víz úgy jut el a Föld magasabb pontjaira, hogy a napsugárzás hatására elpárolgó víz felhőket képez, majd a felhőkből a víz csapadék formájában a magasan fekvő helyekre is hullik.
- A Földből származó energia, mint a geotermikus és a nukleáris energia. Valójában a geotermikus energia is nukleárisnak tekinthető, hiszen a földet a radioaktív izotópok bomlása következtében felszabaduló hő melegíti.

Azt is tudatosítani kell a tanulóknak, hogy valójában *minden primer energiaforrás nukleáris eredetűnek tekinthető*, hiszen a napenergia is nukleáris fúzió eredménye. Mint ennek az „energia termelési módnak” is van számunkra káros hatása, pl. UV sugárzás, amely bőrrákot okozhat, vagy a Naptól kiáramló töltött részecskék, amelyek bizonyos esetekben távközlési hálózatokat tehetnek tönkre.

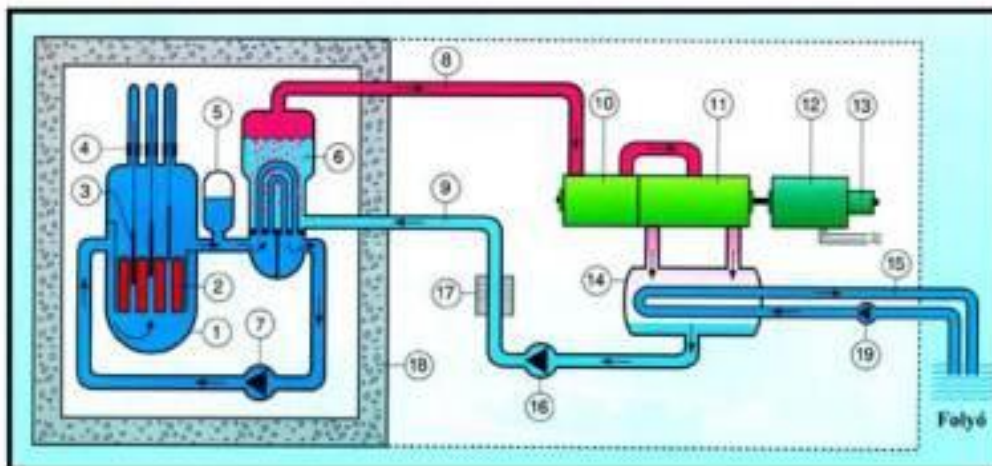
**Minden elektromos energiát előállító erőmű esetében szükséges egy turbina**, melyet a vízerőmű esetében a lezúduló víz, más esetben a felforrósított gőz, vagy a szél stb. megforgat. A következő részben a turbina **megforgatja a generátort**, melyben az elektromágneses indukció elvének megfelelően elektromos feszültség jön létre. Termodinamikai szempontból azt kell megérteni, hogy a turbinákra kerülő forró gőzt kondenzáltatni kell, melyhez hűtés szükséges. Ezért építik az erőműveket sok esetben folyók mellé, mert így a folyó vize tölti be a hűtő szerepét. A lecsapatott víz az erőműben alkalmazott energiaforrásban felszabaduló energia hatására ismét felmelegszik, meghajtja a turbinát, majd lecsapódik ismét. A Paksi Atomerőmű teljes hatásfoka például 34%.

Példaként nézzük végig, milyen energiaátalakulások történnek egy nyomott vizes típusú **nukleáris erőműben!**

A fűtőanyag ebben az esetben az urán 235-ös izotópja, mely elhasad két kisebb rendszámú atommagra, miközben 2-3 neutron szabadul fel. Egy hasadás során 32 pJ energia szabadul fel, mely milliószorosa a kémiai reakciók során felszabaduló energiának. De mit kell ezen az energia-felszabaduláson érteni? Hogyan jelenik ez meg? A hasadványok és a neutronok mozgási energiájaként. A fűtőanyag kicsiny üzemanyag tablettákban van jelen, melynek részecskéi ütközni fognak a nagy mozgási energiával rendelkező hasadványokkal és neutronokkal. Sok-sok ütközés zajlik le, melynek során sok részecske fog gyorsabban mozogni, tehát növekszik a kapszula hőmérséklete. A felmelegedett üzemanyag kazetta vízzel van körülvéve (primer kör), melynek szintén növekszik a hőmérséklete.

A primer körben a vizet nagyon nagy nyomáson tartják (130-150 bar), emiatt az még a magas üzemi hőmérsékleten (300-330 °C) sem forr fel. (A magas primer körű nyomásról kapta a típus a nevét.) A primer körű víz az úgynevezett gőzfejlesztő kis átmérőjű csöveiben átadja hőjét a szekunder kör vizének, azaz lehűl, majd alacsonyabb hőmérsékleten jut vissza a reaktorba.

A szekunder körben levő víz nyomása sokkal alacsonyabb (40-60 bar), mint a primer körben lévőé, emiatt a gőzfejlesztőben a felmelegedett víz felforr. Innen kerül (cseppleválasztás után) a gőz a nagynyomású, majd a kisnyomású turbinára. A turbinából kilépő gőz a kondenzátorban cseppfolyósodik, ahonnan előmelegítés után újra a gőzfejlesztőbe kerül. A primer és a szekunder kör vize nem keveredik egymással! A gőzfejlesztőben is csöveken keresztül adódik át a primer oldal hője. Így elérhető, hogy a hűtőközegbe került radioaktív anyagok a primer körben maradjanak, és ne kerülhessenek a turbinába és a kondenzátorba.



1 Reaktortartály	8 Frissgőz	14 Kondenzátor
2 Fűtőelemek	9 Tápvíz	15 Hűtővíz
3 Szabályozó rudak	10 Nagynyomású turbina	16 Tápvíz szivattyú
4 Szabályozórúd hajtás	11 Kisnyomású turbina	17 Tápvíz előmelegítő
5 Nyomástartó edény	12 Generátor	18 Betonvédelem
6 Gőzfejlesztő	13 Gerjesztőgép	19 Hűtővíz szivattyú
7 Primer körű keringtető szivattyú		

*Az atomerőmű folyamatábrája (forrás: <http://atomeromu.hu>)*

Az erőművek abban különböznek egymástól, hogy milyen folyamatot alkalmaznak arra, hogy a turbinákat, majd azok a generátort megforgassák. Ez lehet kémiai reakcióból származó energia (kőolaj, földgáz, biomassza elégetése), a szél, a lezúduló víz energiája, nukleáris energia, geotermikus energia, napenergia stb.

*Hazánk energiafelhasználása 2010-ben 1085 PJ volt, és célkitűzés, hogy ez 2030-ra se haladja meg az 1150 PJ-t. Energiaellátásunk jelentős része importból származik. A legfontosabb energetikai partner Oroszország.*

A magyar energiastratégia három alappillére:

- a nukleáris energia hosszú távú fenntartása,
- szén alapú energiatermelés fenntartása több okból is, mint
  - o energetikai krízishelyzetben (például földgáz árrobbanás, nukleáris üzemzavar) gyorsan mozgósítható belső tartalék,
  - o az értékes szakmai tudás megőrzése,
- megújuló energia, elsősorban biomassza és geotermikus, de a tervezetben megjelennek a szél erőművek, vízerőművek és napkollektorok is.

"A paksi atomerőmű üzemidő-hosszabbítását minden forgatókönyv tartalmazza" - írja a stratégia, amely kész tényként kezeli, hogy a Paksi Atomerőmű jelenlegi négy blokkja újabb húsz évre megkapja az engedélyt, és 2032-2037-ig termelhet. A stratégia összeállítói azt is eldöntött kérdésként kezelik, hogy a [2009-es országgyűlési határozat](#) alapján Pakson felépül egy vagy két újabb blokk, így a magyar villamosenergia-rendszer teljes kapacitásának több mint felét (összesen 4000 megawattot) az atomenergia adja majd.

Több más elemzéshez hasonlóan az energiastratégia is az atomenergia melletti legfontosabb érvek közt hozza fel, hogy az urán több helyről, politikailag stabil országokból is beszerezhető. A Paksi Atomerőműben két évre elegendő üzemanyagot szoktak tárolni.

Az új Pakson felépülő blokkokkal kapcsolatos, azok műszaki jellemzőit tartalmazó legtöbb megjelent információt a következő írás tartalmazza:

[http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_7\\_1\\_152\\_Hozer.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_7_1_152_Hozer.pdf)

utolsó látogatás 2014. május 2.

További információként egy összehasonlító táblázatot közlünk a jelenleg működő VVER-440-esben és a tervezett AES 2006-os reaktorokban használatos üzemanyag-kazetták jellemzőiről.

	<b>VVER-440</b>	<b>AES 2006</b>
<b>Kazetta hossza</b>	2600 mm	4033 mm
<b>Aktív hossz</b>	2480 mm	3730 mm
<b>Forma</b>	hatszöges	hatszöges
<b>Rudak száma</b>	126	312
<b>Tabletta</b>	7 mm átmérő, 10 mm magas	7 mm átmérő, 10 mm magas
<b>Kazettafal</b>	van	nincs
<b>Kulcsméret</b>	145 mm	235 mm
<b>He nyomás</b>	6 bar	20 bar
<b>Kazetták száma</b>	349 = 312+37 (szabályzó)	163
<b>Dúsítás (235 izotópban)</b>	4,2 %	4,2 %
<b>Kazetta tömege (UO<sub>2</sub>)</b>	121 kg	533 kg
<b>Töltet tömege</b>	42 tonna	87 tonna
<b>Kiegészítő</b>	gadolinium	gadolinium

A témához ajánlott szakirodalmakban található fontos elemel még a 235-ös uránizotóp mellett üzemanyagként használható plutónium 239-es izotópja és többen nagy reménnyel tekintenek a 232-es tömegszámú tórium izotópra is. Az elkövetkezendő évtizedekben minden bizonnyal hallunk még ezekről az elgondolásokról.

#### Az energiátéma feldolgozásához ajánlott néhány tanulói tevékenység

- Szedjétek össze, hogy milyen energiaátalakulások történnek akkor, amikor egy autó elkezd gyorsítani! Hogyan változik az energiafelhasználás ha világítani kell, vagy működik a légkondicionáló berendezés is?

- Az iskola fűtése rossz. Télen sok tüzelőt használunk el, mégis gyakran van hideg. Eddig a tantermeket gázkonvektorokkal fűtöttük, a folyosókon fűtés nem volt. A gázkonvektorok többsége hibás, működésük balesetveszélyes, ezért a fűtési rendszer teljes felújítása nem kerülhető tovább. Tegyetek javaslatot arra, milyen legyen az iskola új fűtési rendszere!

- Napjaink egyik gyakran visszakösző kérdése az, hogyan lehet a társadalom egyre növekvő energia igényét kielégíteni. Sokan azon a véleményen vannak, hogy az atomerőművekben nyert energia segít a gondok megoldásában, mások ellenzik az atomerőművek telepítését. A két nézet képviselői között nem ritka az összeütközés, ilyenkor gyakran alakulnak ki feloldhatatlannak tűnő helyzetek. Hogyan lehet az energiakérdést biztonságosan megoldani?

- Egy város energiaellátása nem megoldott. Többféle lehetőség is felmerül, végül is két nézőpont közül kell választani. A vita azon folyik, hogy az erőmű milyen energiahordozó feldolgozásából nyerjen elektromos áramot. A város lakossága több pártra szakadt. Az egyik csoport vízierőmű építését javasolja. Fő érvük az, hogy szerintük ez semmilyen környezetkárosító hatással nem jár, sőt a víztározó környékén pihenőhely is létesíthető, s így az amúgy is sok védett természeti értékben gazdag környezet még vonzóbbá válna az idegenforgalom számára. Egy másik csoport ezzel szemben a széntüzelésű erőmű építése mellett érvel, mert így a város közelében lévő bánya sok embernek jelentene biztos munkahelyet, s megfelelő szűrőberendezésekkel az erőmű okozta levegőszennyezés nagyon alacsonnyá tehető.

Ti vagytok a város vezetősége, nektek kell döntenek a két álláspont között. Indokoljátok meg a döntéseteket!

- A társadalmi-környezeti problémák iránt érdeklődő gyerekek számára az energia fogalmát többek között az energetika ipar gazdasági-környezeti problémái felől közelíthetjük meg. Elemezhetnek olyan kérdéseket, mint a különböző erőművek okozta környezeti problémák, az erőműveket kiszolgáló bányák környezetkárosító, vagy munkahelyteremtő hatásai. Megvizsgálhatják, hogy milyen ráfordítással oldható meg a különböző energiahordozókkal működő erőművek környezetkímélő üzemeltetése. Elemezhetik, hogy egy-egy területen hosszú- és rövidtávon vajon ugyanakkor az energiahordozónak a felhasználása gazdaságos-e. A történelmi érdeklődésű gyerekek számára olyan tanulási helyzetet kínálhatunk, amelyben a különböző történelmi korok energia-felhasználásának vizsgálata dominál. A tárgyi emlékek, technikai eszközök leírása alapján elemezhetik, hogy a különböző történelmi korokban milyen volt az energiahordozók felhasználásának határfoka, megvizsgálhatják, hogy az energiahordozók kitermelése milyen környezeti károkat okozott a különböző korokban. Kereshetnek és elemezhetnek olyan energiaszervezési lehetőségeket, amelyek kevés környezeti kárt nem okoztak.

### - **Felmérés készítése az energiaszervezéssel kapcsolatban**

Az újságokban, TV-ben, rádióban megjelenő hírek összegyűjtése, majd csoportosítása előre meghatározott szempontok szerint. Ezek a következők lehetnek: különböző gépek, eszközök, berendezések működtetése, fűtés, világítás, közlekedés, az energiahordozók elfogyásával kapcsolatos megjegyzések stb.

#### Felmérés, adatgyűjtés

A felmérés történhet:

- szóban, előre elkészített interjúvázzlat segítségével,
- és/vagy írásban kérdőív felhasználásával, melyben lehetnek előre megadott válaszlehetőségek is.

A kiértékelést célszerű a következő szempontok szerint is elvégezni:

a megkérdezettek	neme,
	kora,
	iskolai végzettsége,
	lakóhelye.

#### Ajánlott kérdések például:

- Mi jut eszébe, ha meghallja ezt a szót, hogy energia?
- Miért van szükségünk energiára?
- Veszélyes-e az energia előállítás?
- Milyen módon állítaná elő az energiát, ha Ön lenne a felelős miniszter?

- Szükség van-e Ön szerint az energiával való takarékosagra? Kérjük, indokolja választát!
- Kellőképpen elterjedtek-e Ön szerint az energiatakarékos megoldások? Mit tenne Ön?
- Miért kell takarékoskodni az energiával, ha az iskolában azt tanultuk, hogy az energia nem vesz el, csak átalakul?
- Tehet-e valamit az állampolgár az energiatakarékoságért? Fontos-e ez?
- Ön mit tesz, hogy takarékoskodjék az energiával?

-Melyik erőműfajta építését támogatnád/elleneznéd, ha megkérdeznék a véleményed: széntüzelésű erőmű, olajtüzelésű erőmű, földgáz elégetésére épült erőmű, vízerőmű, atomerőmű? Indokold meg válaszod!

- Becsüljétek meg, hogy mennyi energia szükséges egy átlagos szoba levegőjének 10°C-ról 20°C-ra való felmelegítéséhez! Mennyi földgázt kell ehhez elégetni.
  - A szükséges adatokat a Függvénytáblázatból keressétek ki!
  - A megoldáshoz készítsetek magyarázó ábrát!

- Nézzetek körül otthonotokban és készítsetek felmérést arról, hogy mely eszközök működnek villamos energia átalakításával! Milyen energiaátalakulás megy végbe az egyes eszközökben? Készítsetek szemléletes magyarázó ábrákat, majd ezekből posztert!

- Gondoljátok végig, hogy mi történne, ha máról holnapra kiiktatnák életünkben a villamos energia átalakítási lehetőséget? Írjátok erről cikket az iskola újságjába!

Tanulmányozzátok az otthoni villanyszámlát. Mennyi villamos-energiát használ fel egy átlagos magyar család 1 év alatt? Becsüljétek meg, hogy mennyi barnaszenet kell felhasználni ennyi energia előállításához? Mennyi földgázra lenne szükség? Milyen és mekkora mennyiségű égéstermék keletkezik az egyes esetekben? Vegyétek figyelembe az egyes tüzelőanyagok összetételét!

A szükséges adatokat vegyétek táblázatokból, illetve különféle prospektusokból!

- Derítsék ki a gyerekek, hogy milyen tüzelőanyagot használnak az iskola fűtésére, abból mennyi fogy el egy fűtési szezonban, s ezért mennyit kell az iskolának fizetnie.

- Nézzenek utána a gyerekek, hogy hány világítótest van az iskolában! Becsüljék meg, hogy ezek mennyi ideig működnek, s nézzenek utána annak, hogy mennyit fizet az iskola az elektromos energiáért!

- Az energiatakarékoság lehetőségei a hétköznapi életben

A gyerekek gyűjtsék össze azokat a lehetőségeket, amelyekkel ésszerűen csökkenthető lenne az energiafelhasználás otthon, az iskolában, illetve egyéb helyeken! Szervezzenek olyan megmozdulást (plakátok, röplapok, iskolarádió stb.), melyek segítségével felhívják az iskolaközösség figyelmét az energiatakarékoság lehetőségeire és annak fontosságára!

- Sajtófigyelés az energiatakarékoság témakörében

A feladatot hosszabb időn keresztül végezzék a gyerekek! Gyűjtsenek össze olyan újságcikkeket, amelyek valamilyen energiatakarékos eszközzel kapcsolatosak. Gyűjtsenek ilyen témájú termékismertetőket, vevőtájékoztatókat is! Törekedjünk arra, hogy lehetőleg a



hétköznapi élet szempontjából fontos eszközökről szóló anyagok domináljanak a gyűjteményben (pl. izzók, fűtőberendezések, mosógépek stb.).

- Nézz körül otthon a szobádban. Hány elektromos berendezés található benne? Mennyi elektromos energiát használnak fel ezek a berendezések, és mennyibe kerül ez havonta?

- Alakítsatok csoportokat, majd készítsetek posztert arról, hogyan és honnan érkezik az elektromos energia a ti iskolátokba!

- Vizsgáljátok meg azt, hogy a reklámokban energiatakarékosnak hirdetett elektromos eszközök vajon ténylegesen energia-takarékosak-e! Elemezzétek működésüket más anyagokkal (pl. víz, vegyszerek) való takarékoskodás szempontjából is!

- Kik azok a tudósok, akik felfedezéseikkel hozzájárultak az elektromos energia széleskörű hasznosítási lehetőségeihez! Több magyar tudós is részt vett ebben a munkában. Dolgozzátok fel ezek életrajzát is. Nézzetek utána annak, hogy hol, milyen kiállítások vannak napjainkban a témával kapcsolatban!

### **Az energia fogalmának és megmaradásának kialakulása a tudomány történetében**

Írjatok ismeretterjesztő cikket az alábbi vázlat felhasználásával!

- Arisztotelész értelmezése
- Jelentése a mechanikus materializmus korában
- Kémiai reakciók energiaviszonyainak tanulmányozásának kezdete, Hess-tétel
- Robert Mayer hajóorvosi tapasztalatai
- Helmholtz 1874-es megfogalmazása, a termodinamika I. főtétele

**Teljesítendő feladatok: beadandó írásban és szóban elmondani a 3. napon:**

Egyéni fejlesztési, foglalkozási tervek készítése, mely tartalmaz osztálytermi kutatást is. Az elkészítéséhez segítség a hallgatók feladatainak leírása a tanításkísérő szeminárium teljesítéséhez.

5 óra

### Felhasznált és ajánlott irodalom:

Radnóti Katalin (Szerk.): *A természettudomány tanítása. Szak módszertani kézikönyv és tankönyv.* MOZAIK Kiadó. Szeged. 2014. 575 oldal

Radnóti –Nahalka (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája.* Nemzeti Tankönyvkiadó. 2002.

Radnóti Katalin honlapja: <http://members.iif.hu/rad8012/>

Radnóti Katalin – Adorjáné Farkas Magdolna (2010): Mit tanítsunk fizikából az általános iskolában? *Fizikai Szemle.* LX. évfolyam 3. szám 84-91. oldalak

<http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivrep.html>

Radnóti Katalin (2010): A fizikai fogalmak alakulása. *Fizikai Szemle.* LX. évfolyam. 7-8. szám. 255-260. oldalak. <http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivrep.html>

Király Márton – Radnóti Katalin (2012): Az energiáról és az energiatermelésről I-II-III. rész. *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Oktatási Stúdió. Szeged. XX. Évfolyam 2. szám 8-18. oldalak, 3. szám 3-12. oldalak és 4. szám 3-14. oldalak.

<http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPfolyoirat.php?op=fizika>

Radnóti Katalin – Adorjáné Farkas Magdolna (2012): A fizika tanításához szükséges tanári tudás rendszere – I-II. rész. *Fizikai Szemle*. LXII. évfolyam. 11. szám. 391-395. oldalak, és 12. szám. 422-425. oldalak. <http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivrep.html>

Radnóti Katalin – Nagy Mária (2013): A rádium felfedezése. Kutatási szöveg feldolgozása a fizika- és/vagy a kémiaórán. *Nukleon*. VI. évfolyam 3. szám 144-es cikk

<http://mnt.kfki.hu/Nukleon/> és <http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek>

Nagy Mária – Horváth Gábor – Radnóti Katalin (2013): Kutatási szöveg tanórai feldolgozása. *Iskolakultúra* 2013/9. 96-109. oldalak

<http://www.iskolakultura.hu/ikultura-folyoirat/index.htm>

Radnóti Katalin (2014): A Világegyetemről alkotott képünk alakulása. *Természet Világa*. 2014/1. Melléklet I-VI. oldalak. <http://www.termeszetvilaga.hu/>

<http://www.kormany.hu/download/e/19/40000/Energiastrategia.pdf>

utolsó látogatás 2014. május 2.

Tóth L. Viktor: A galaxisok világa.

[http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/galaxisok\\_vilaga/book.pdf](http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/galaxisok_vilaga/book.pdf)

utolsó látogatás 2014. augusztus 1.

Hózer Zoltán, Pázmándi Tamás (2014): Új blokkok a paksi atomerőműben. *Nukleon*. VII. évfolyam 1. szám 152-es cikk

[http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_7\\_1\\_152\\_Hozer.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_7_1_152_Hozer.pdf)

utolsó látogatás 2014. május 2.

Keresztúri András és mtrai (2014): Negyedik generációs reaktorok. *Fizikai Szemle*. LXIV. Évfolyam 4. szám

[http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1404/Kereszturi\\_A\\_PatakiI\\_TotaA.pdf](http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1404/Kereszturi_A_PatakiI_TotaA.pdf)

Király Márton (2012): Egy részben elfelejtett technológia nyomában. *Nukleon*. V. évfolyam 3. szám 114-es cikk

[http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_5\\_3\\_114\\_Kiraly.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_5_3_114_Kiraly.pdf)

[http://www.vpg.hu/sites/default/files/minko\\_david\\_szep\\_andras\\_farkas\\_daniel.pdf](http://www.vpg.hu/sites/default/files/minko_david_szep_andras_farkas_daniel.pdf)

Internetes adatok – szándékosan középiskolai tanulók mérési adatait használtuk fel az elemzéshez, mintegy ezzel is jelezvén, hogy a mérés a közoktatásban található egyszerű eszközökkel is elvégezhető, nem csak egyetemi laboratóriumban.

Utolsó látogatás 2014. május 5.

### Minőségbiztosítás

Megvalósította-e a továbbképzés a kitűzött *célokat*? Megfelelt-e az elvárásainak?

Mennyire voltak *újszerűek* a képzésen megismert információk?

Mennyire tudja a *gyakorlatban* használni az itt hallottakat?

Mennyire voltak megfelelőek az alkalmazott *oktatási módszerek*?

Teljesíthetők voltak-e a továbbképzés előírt *követelményei*?

Megfelelő volt-e az ismeretek *ellenőrzésének* módja?

Hogyan ítéli meg az *oktató* munkáját/szaktudását?

Megfelelők voltak-e a *tárgyi feltételek* (általános feltételek, eszközök, segédletek, kötelező irodalom)?

Megfelelő volt-e a továbbképzés *szervezettsége*?

Megfelelők voltak-e a feldolgozott *témakörök*?

Mit hagyna el ezek közül?

Mivel egészítené ki?

Köszönetemet fejezem ki jelen írás első változatának elolvasásáért, és értékes tanácsaiért Adorjánné Farkas Magdolna nyugdíjas fizika-kémia szakos tanárnak!
--