



A természetismeret – mint ahogyan azt már a korábbiakban hangsúlyoztuk – kulcsfontosságú tantárgy az alapképzésben, mert nemcsak hogy valamennyi természettudomány tanulásának alapját képezi, hanem **integrált természettudományos szemléletet** közvetít a tanulók felé. Ennek nagy jelentősége van a tudományágakra vagy tudományterületekre darabolt magyar közoktatásban. Ne feledjük azonban azt sem, hogy elsődleges szerepe a természettudományok megszerettetése a 10-12 éves gyerekekkel, és ezen keresztül tartalmilag a természettudományos gondolkodás természetének megismertetése, nevelési szempontból pedig a természeti környezet jelenségeinek, folyamatainak, titkainak megértése, tisztelete! A következő négy fejezetben tudományos tartalommal és a hozzájuk kapcsolódó metodikai lehetőségek feltárásával bemutatjuk azokat a szemléleti vonatkozásokat, amelyek birtokában a természetismeret szakos tanárok a szaktudományok és a pedagógia elvárásainak megfelelően taníthatják tantárgyukat az 5-6. évfolyamon.

A témák, fejezetek egymásra építése többféle szempont szerint történhet. Azoknak, akiknek a fizikai ismereteik felelevenítésére is szükségük van, javasoljuk, hogy a negyedik fejezettel kezdjenek (A mozgások témakör tanításának szaktudományi háttere és szemléleti kérdései), a harmadik fejezettel folytassák (A kölcsönhatások témakör tanításának szaktudományi háttere és szemléleti kérdései) és utána térjenek vissza a második fejezetre (Az anyagkép és az energiafogalom tanításának szaktudományi háttere és szemléleti kérdései).

## 2.1. Az anyagkép alakítása a természetismeret tantárgyban

Írta: dr. Radnóti Katalin

**Kulcsszavak:** anyagkép, energia, energiamegmaradás, erő, halmazállapot-változás, hőmérséklet, hőtadás, hőelnyelés, hősugárzás, hőtágulás, hővezetés, nyomás, részecskemodell, rugalmasság, sűrűség, tévképzés, modell, tömegmegmaradás, viszkozitás

### 2.1.1. A részecskemodell bevezetése a természetismeret tanításában

#### Hogyan alakul ki az anyag részecskemodelljének képzete?

Az **anyagfogalom** fejlődésében a tanulók számára meghatározó lépés a **részecskemodell** megértése. E nélkül lehetetlen számos jelenség (például halmazállapot-változások, oldódás) megértése. Ezek elsajátítása alapját képezi a későbbi fizika és kémia tanulmányoknak, de a biológiai és a Földön végbemenő változások leírásához is nélkülözhetetlenek (Korom E. 2005). A témakör tanításának az a különös jelentősége, hogy az anyag részecskékből való felépítettségének elve és a gázok számos tulajdonságát hatékonyan magyarázni tudó golyómodell a fizikai ismertetek tanítása során az első, amelyről be is valljuk a gyerekeknek, hogy modell. Az anyag részecskemodellje folyamatosan változik, differenciálódik a közoktatás teljes időtartamában, így e téma tanításának kezdetén a tananyagot túl, deklaráltan is foglalkozni kell a természet megismerése során alkalmazott modellezéssel. A tanítási tapasztalatok szerint a gyerekek könnyen elfogadják a **modellek alkalmazását**, mert a modellalkotás az emberi gondolkodási folyamat természetes része: a mindennapi élet során, a hétköznapi jelenségek magyarázatánál már kisgyermekkorától alkotunk modelleket. Amikor egy, a gyerek számára még ismeretlen tárgyat, jelenséget hasonlatokkal írunk le, akkor valójában modellt alkotunk: kiválasztjuk azt a tulajdonságot, amely az ismerős és az ismeretlen tárgyra egyformán jellemző, miközben a többi tulajdonságot nem vesszük figyelembe. Ezen kívül egymás mellett több hasonlatot is alkalmazhatunk, az egyik nem zárja ki a másikat (például az elefántot hasonlíthatjuk egy házhoz, ha a méretét akarjuk leírni, és a gyerek cipőjéhez, ha a színét). Kulcskérdés a tanulási folyamat kezdetén a gyerekeknek a levegővel való ismerkedése. A levegő fizikai tulajdonságainak a tudományos kép szerinti megkonstruálása alapvetően fontos, de ugyanakkor nehéz feladat. A gyermeki szemléletben a levegő kezdetben azonos a semmivel vagy az álom, az emlékezet, a gondolat asszociálódik hozzá. A gáz a legtöbb gyermek számára nem más, mint az „energianyeréshez” használt földgáz (PB-gáz, háztartási gáz). Az anyag (még a gáz is) a gyermeki elképzelések szerint kezdetben folytonos.

A témakör feldolgozása során több fogalmi váltást kell elérni a tanulóknál, amelyen sok későbbi ismeret megértése múlik. Az anyag részecskemodelljén alapuló **anyagszerkezeti képe** segítségével építhető ki korszerű elképzelés először a gázokról – amit a későbbiek során a többi halmazállapotban lévő anyagra is

alkalmazunk –, az energiaátadás legkülönbözőbb folyamatairól, a termikus kölcsönhatásokról, az anyagmegmaradásról, a nyomásról. Ez teszi lehetővé, hogy a fizikában a hő, a belső energia, a hőmérséklet fogalmak megfelelő módon differenciálódjanak.

Az anyagfogalommal kapcsolatos fogalmi váltás főbb lépései a következők:

1. a gázok részecskékből állnak;
2. a gázok részecskéi egyformán oszlanak szét bármilyen zárt térben;
3. a részecskék között üres tér van;
4. a gáz részecskéi mozognak, és ehhez a mozgáshoz nem szükséges valamifajta külső hatás;
5. két gáz keveredésekor különböző részecskékből álló gáz jön létre.

A témakör feldolgozásához a gázok golyómodelljének alkalmazásával rendkívül sok egyszerű, látványos kísérlet értelmezhető, és sok köznapi jelenség magyarázható meg eredményesen. Ez arra ad jó lehetőséget, hogy a modell alkalmazhatóságáról a tanulókat saját tevékenységeik győzzék meg. E téma tanulása során az elmélet alkalmazása és néhány részlettel való bővítése többségük számára izgalmas szellemi kihívást jelenthet. A téma eredményes tanuláshoz a kezdeti szakaszban (a számszerű összefüggések megfogalmazása előtt) nagyon kevés előismeret szükséges, így különösen a természetismeret tanulása során az figyelhető meg, hogy gyakran azok a tanulók teljesítenek kiemelkedően e témában, akik korábban nem mutattak különös érdeklődést a természettudomány iránt.

Viszonylag sok tanulónál tapasztalhatjuk a téma tanítása során, hogy az anyag korpuszkuláris felépítettségéről alkotott elmélet és a folytonos anyagkép egyidejűleg, mintegy egymással versengve határozza meg a kérdésekre adott válaszaikat. Az egyes magyarázatokban gyakorta felfedezhető e két elmélet elemeinek „összefésülése” is, ami összhangban van azzal, hogy a tudományban is jelen van mindkét elméleti megközelítés, és sok esetben a jelenségek teljes magyarázatát a két elmélet egyidejű alkalmazása adja meg (például a fény, az elektron tulajdonságai, viselkedése). Az nem meglepő, hanem inkább törvényszerű, hogy az egyén – legyen felnőtt vagy gyermek – a jelenségek magyarázatánál ösztönösen a tudománytörténeti úthoz hasonló utat jár be, hiszen az utat mindkét esetben az emberi gondolkodás sajátosságai határozzák meg. Nem ritka az sem, hogy a gyerekek bizonyos jelenségeket a folytonos anyag elképzelése alapján magyaráznak meg, vagy a két elmélet összebékítésére tett konstrukciós kísérleteik során olyan változatokkal állnak elő, amelyek szakmailag ugyan nem helyesek, de ezt addigi ismereteik alapján nem tudhatják. Az ilyen gyermeki konstrukciók megfelelő kezelése komoly felkészültséget kíván a pedagógustól, hiszen – ha ezeket a tanár butaságnak minősítve elutasítja, gyakran igen nagy szellemi teljesítményeket minősíthet „rossznak”, ami örökre elveheti a tanulók kedvét a természettudományos tantárgyakkal való foglalkozástól. A tanulók hibás elméleteinek korrigálása remek alkalmat adhat arra, hogy a tanár beszéljen arról, a tudománytörténet is tele van tévedésekkel, zsákutcába vezető elméletekkel, és a sikerhez gyakran gyötrelmes út vezet. A tudós a jó magyarázatra nem valamilyen megvilágosodás által, hanem komoly munka árán, sokszor kudarcok sorozatán keresztül jut. A tudománytörténeti vonatkozások tárgyalásánál általában a tévedéseket, a hibákat nem említjük meg, így a gyerekekben olyan kép alakul ki a tudományos kutatásról, hogy szinte emberfeletti ésszel megáldott emberek agyából minden tudományos problémára, kérdésre kipattan a megoldás. Ha

érzékeltejük a gyerekekkel, hogy a kutatás során a sikerek mellett természetesen a tévedések is, talán sikerül jobban emberközelbe hozni a tudományt és annak művelőit. Azt is fontos megértetnünk a tanulókkal, hogy a tudomány nem egy lezárt, befejezett mű, hanem állandóan alakul: új elméletek váltanak fel régiakat. Sokszor használják áltudományos elképzelések mellett azt az érvet, hogy egyes tudományos elméletekről is kiderült az idők folyamán, hogy tévesnek bizonyultak, ezt sokszor mintegy „bizonyítékként” hozzák fel amellet, hogy a tudományban sem lehet megbízni. Meg kell értetnünk a tanulókkal, hogy a tudományos kutatásnak természetes velejárói a tévedések is!

A továbbiakban végigtekintjük az anyag szerkezetével kapcsolatos kép alakításának lehetőségeit és az elvárt tanulói teljesítményeket a természetismeret tantárgy keretein belül.

### **Az anyag felépítésének részecske elképzelése a tananyagban**

Az anyag felépítésének részecske elképzelését az 5-6. évfolyamon célszerű megismertetni a tanulókkal. Tudniuk kell, hogy a részecskék szabad szemmel és optikai mikroszkóppal nem láthatóak, és nem rendelkeznek makroszkopikus anyagi tulajdonságokkal (szín, szag, keménység stb.). Az előbbi tényt nehéz elfogadtatni a tanulókkal (még középiskolában is). Ennek több oka van: a köznapi életben azt tapasztalják, hogy ha egy nagyobb tárgyat kicsi darabokra tépünk, törünk, a darabok általában például ugyanolyan színűek, mint amilyen az eredeti tárgy volt. Továbbá nehéz elfogadni, hogy bár a részecskének van tömege, kiterjedése, alakja, azonban nincsenek makroszkopikus tulajdonságai. Előfordulhat ennek az ellenkezője is: ha egy gyerek elfogadja, hogy a részecskéknek nincsenek makroszkopikus tulajdonságai, akkor nehezen fogadja el azt, hogy van tömege. A részecskemodell (és minden más modell) alkalmazásánál a legnehezebb azt megértetni a gyerekekkel, hogy vannak olyan jellemzők, amelyek soha nem hanyagolhatók el (például a molekula tömege akkor sem, ha pontszerűnek tekintjük), azonban vannak olyan tulajdonságok, amelyeket egyes jelenségek magyarázatánál elhanyagolunk, máskor pedig figyelembe veszünk (például a vízmolekulát a vízgőz viselkedésének leírásánál pontszerűnek tekinthetjük, de a víz sok más tulajdonságának magyarázatánál figyelembe kell vennünk a molekula méretét, sőt alakját is). A diákok nehezen fogadják el, hogy valamely jellemző nem abszolút, hanem relatív, vagyis a megítélése a körülményektől, a tárgy környezetétől függ: például a Föld lehet nagy (ez könnyen felfogható, hiszen a tárgyak nagy részét önmagunkhoz mérjük), de lehet kicsi is, például a Naprendszer egészéhez viszonyítva (ezt viszont már nehezebb elfogadni). Ez a gondolkodásmód jellemzi a természettudományokat, ami egyben nehezzé is teszi a tanulását.

A részecskekép kialakítása érdekében több tankönyv tartalmazza a következő vizsgálatot. Egy vízzel félig töltött kémcsőbe töltünk a vízzel közel azonos mennyiségű alkoholt, és jelöljük meg az így kialakult folyadékszintet! Zárjuk le dugóval a kémcsövet, és jól rázzuk össze a két folyadékot! Ezután figyeljük meg ismét a folyadékszintet! Azt fogjuk tapasztalni, hogy a létrejött elegy felszíne az eredeti jel alatt lesz, tehát az elegy térfogata kisebb, mint külön-külön az összetevőké volt. A magyarázathoz az anyag részecskeképe visz közelebb, amelyet a következő modellkísérlettel lehet szemléltetni. Töltsünk meg egy jól zárható befőttesüveget félig homokkal (vagy rizzsel), majd fölötte babbal! Jelöljük meg, hogy az anyagok meddig töltik ki az edényt, majd rázzuk jól össze! Ezt követően nézzük meg ismét, hogy hol van a keverék felszíne

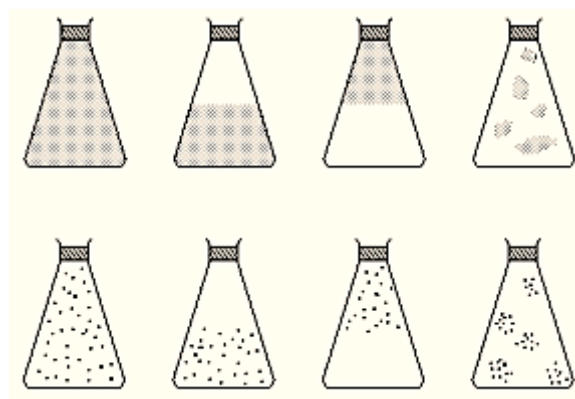
(2.1. ábra)! Az alkohol-víz elegyhez hasonlóan ebben az esetben is alacsonyabban lesz, mint az anyagok beletöltésekor. A jelenségnek az az oka, hogy a részecskék, a babszemek nem töltik ki teljesen a rendelkezésükre álló teret, összerázáskor ezekbe a résekbe mennek a homokszemek. Ehhez hasonlóan kell elképzelni az alkohol-víz elegy térfogatcsökkenését is. Abba ezen a szinten természetesen nem kell belemenni, hogy a vízrészecskék a kisebbek (mint ahogyan a homokszemek), ráadásul nem is a vízrészecskék töltik ki az alkoholorészecskék között kialakuló üres teret, hanem éppen fordítva.



2.1. ábra. Az anyag részecskékének kialakítását célzó vizsgálat (Radnóti K. felvétele)

### Javaslatok az anyag témakör feldolgozásához

Van egy feladat, amelynek segítségével viszonylag egyszerűen elég sokat megtudhatunk a gyerekek anyagfelfogásáról. A tanulónak el kell képzelniük, hogy egy lombikból a benne lévő levegő felét kiszivattyúztuk, és meg kell mondaniuk, hogyan helyezkedik el a lombikban a megmaradt gáz. Azt is el kell képzelniük, hogy a gázt mintegy „láthatóvá tesszük”, vagyis rajzban jól szemléltethető a gáz elhelyezkedése a lombikban. A feladatot érdemes megoldatni úgy, hogy a gyerekeket kérjük rajzolásra, és úgy is, hogy bemutatunk számukra nyolc rajzot, amelyek közül négy a folytonos anyagképhez, négy pedig a részecskeszemlélethez kapcsolódik (2.2. ábra). Ki kell választaniuk, hogy melyik ábra jelzi a leginkább valóságún az anyag lombikban való elhelyezkedését.



2.2. ábra. Ábrásor a lombikban maradt gáz helyes ábrázolásának kiválasztásához

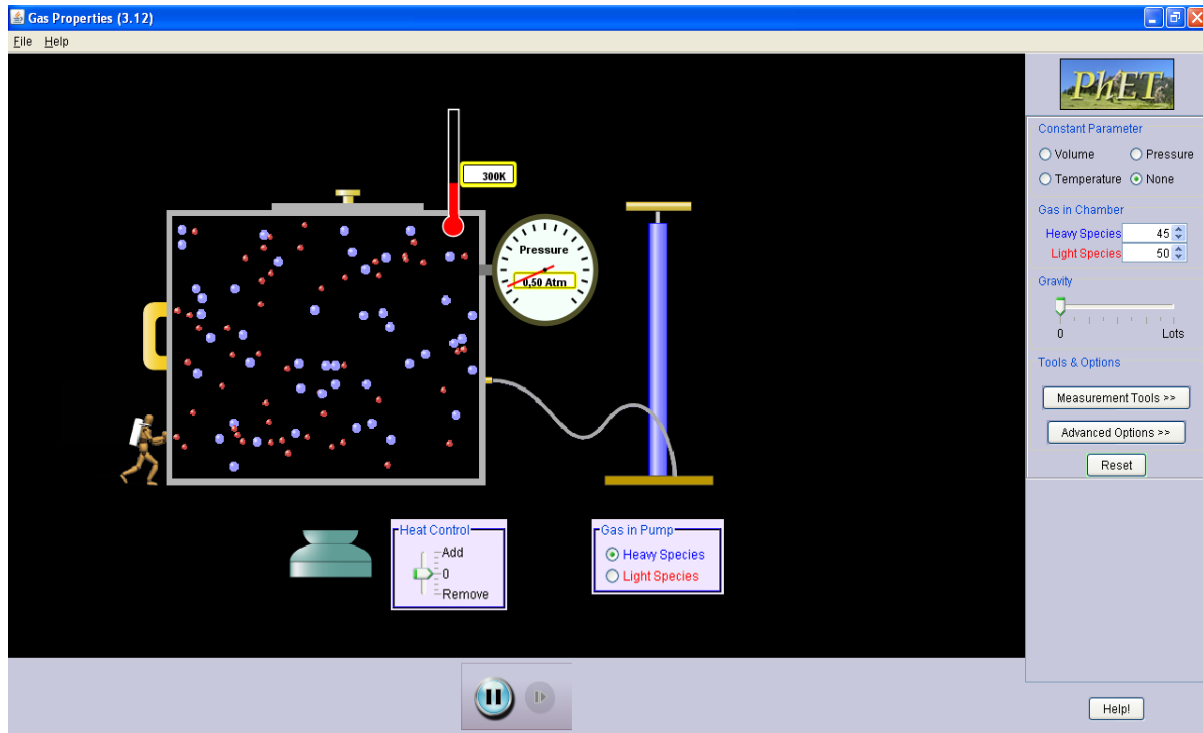
Sok mindent feltár a sajátos gyermeki elképzelések hatásaiból az a feladat, amelyben arra kéri a tanulókat, hogy mondják meg, mi van a részecskék közötti térben. Saját vizsgálatainkban, még a 15 évesek körében is szép számmal tapasztaltuk azokat az elképzeléseket, miszerint a részecskék között levegő van. Nem elhanyagolható arányban kaptunk olyan válaszokat is, amelyekben mikrobák, szennyeződések, más részecskék, s hasonlók szerepeltek, mint amik a részecskék között helyezkednek el. Arra kell gondolnunk, hogy a részecskék nagyon sok gyerek számára egyáltalán nem azt jelentik, mint egy fizikus vagy egy vegyész számára. Sajátos „tárgyaknak” gondolják a részecskéket, olyanoknak, mint amilyenek a székek, a házak, a ceruzák, csak valamivel (esetleg tudják, hogy sokkal) kisebbek. Közöttük mindenféle még kisebb „dolgozók” lehetnek, amik a hétköznapi tárgyaink, anyagaink között is szerepelnek, elsősorban a gyaníthatóan folytonosnak gondolt levegő. Tehát a gyerekek „szótárában” a részecskék hamar megjelennek, azonban a kép „tisztulása” hosszú folyamat. Kutatók gyakran tapasztalják, hogy a gyerekek a részecskéket kis anyagdaraboknak gondolták, a folyadékok esetében például cseppeknek, amelyek ugyanolyan tulajdonságokkal rendelkeznek, mint bármilyen más anyagdarab, s nincs közöttük kölcsönhatás. Ez mintegy „mentő kísérlet” a folytonos anyagkép fenntartása érdekében, hiszen csak annyit kell elképzelni, hogy ezek a kis „részecskék” együttesen építik fel a vizsgált anyagdarabot, s tulajdonképpen az egész folytonosnak tekinthető. Ebből a képből vezethető le a gyermeki elképzeléseknek az a szintén nagy arányban előforduló jellegzetessége, hogy az anyagi tulajdonságokat (mint a keménység, a hideg, a meleg, a szín, az összenyomhatóság, stb.) a részecskéknél, később gyakran az atomoknak tulajdonítják.

A **részecskékép fejlődését** jelzi a kisebb gyerekek esetében a szilárd anyagok részecskéinek elképzelése során gyakran előforduló képzet, hogy véletlenszerűen elhelyezkedőnek gondolják az építőköveket, addig az idősebbek egyre inkább elfogadják a rendezett struktúra létét. Míg a fiatalabbak nem gondolják a részecskéket egyformáknak egy adott (homogén) anyagdarabban, addig az idősebbek (16-18 évesek) nagy többsége már birtokolja ezt a tudást. Az egymással való kapcsolatok, kölcsönhatások tekintetében is fogalmi váltás következik be. A fiatalabbak még kisebb arányban tudják, hogy a részecskék vonzzák és taszítják egymást, s ennek jelentős a szerepe a szilárd anyagok szerkezetének kialakulásában.

A fizikát tanuló egyetemista már jól tudja, hogy a fázisátalakulások során az anyag „jellege”, vagyis alapvető kémiai „azonossága” nem változik meg. Ezt a gyerekek nem minden esetben gondolják így. Jellegzetes példa a vízgőz. Vannak, akik szerint az valójában levegő, mások vízcseppekként gondolnak a vízgőzre, csak kicsiben, tehát nem különálló vízmolekuláknak képzelik a levegőmolekulák között. A 12 éves gyerekek többsége már használja a részecskék fogalmát a fázisátalakulások megmagyarázása során. A részecskék sebessége, kölcsönhatásai, egymástól való elszakadásuk már magyarázataik részét képezi. Ugyanakkor e folyamatok szemléletét még számos sajátos elképzelés terheli, s nehezíti meg a későbbiekben a tudományos magyarázatok elsajátítását.

Az anyagmegmaradás, vagy kicsit precízebben a **tömeg- és energia-megmaradás** sokáig nem része a gyermeki tudásnak. Saját vizsgálatainkban is tapasztaltuk, hogy még a 15 évesek is igen nagy arányban gondolják úgy, hogy a jég elolvadásakor csökken a tömeg, ugyanez a helyzet a forrással és az égéssel is.

A helyzetet a tanítás szempontjából megkönnyíti, hogy a leggyakrabban alkalmazott modell, amit gyakran golyómodellnek is nevezünk, viszonylag egyszerű. Ráadásul ezt a modellt számos könnyen és szabadon elérhető internetes szimuláció is jól szemlélteti, amely sok gyerek számára könnyebbé teszi a megértést (például a 2.3. ábra).



2.3. ábra. Az anyagfelépítés golyómodelljének szimulációja  
(forrás: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>)

A hőmérséklet növekedése következtében bekövetkező térfogati változások, hogy a részecskék a magasabb hőmérséklet hatására megnőnek. Ez természetesen nem igaz, de a golyómodellben nem szoktuk megfogalmazni azt, hogy a részecskéket jelképező merev golyók mérete állandó. Így logikailag akár jó is lehetne a tanulók megoldása, persze tudjuk, hogy ez a magyarázat nem helyes. Az előbbi példát azért mondtuk el, mert e téma tanítása során különösen igaz, hogy csak akkor van esélyünk az igazi sikerre, ha a gyermeki magyarázatok értékelésénél mindig figyelembe vesszük, hogy azon ismeretek alapján, amelyekkel a gyermek rendelkezhet, logikailag helyes-e a válasza. Ha igen, és ez a konstrukciók fejlődése, alakulása szempontjából hallatlanul fontos, azt meg kell mondanunk neki, akkor is, ha esetleg a végeredmény tudományos szempontból még nem helyes. Miután itt deklaráltan egy modell működtetése során nyert eredményekről, magyarázatokról van szó, különös gondtal kell értékelni és elemezni a tanulók válaszait. Természetesen azonnal ki kell egészíteni a modellt, el kell mondani a helyes megoldást.

A **nyomás** fogalmának kialakítása is a részecskéképhez tartozik. A természetismeret tanulásának végére már elvárható a tanulóktól, hogy tudják, a levegőnek is van nyomása és azt a részecskéképpel magyarázzák. A nyomásfogalom alakításához is jól használható a fentebb ajánlott szimulációs program, melyet célszerű kiegészíteni különböző tanulói vizsgálatokkal is. Például a léggömb nyomásának vizsgálata



felfújás közben, vagy gyűjtsenek példákat a tanulók a gázok nyomásával kapcsolatban, például miként és miért úgy változik egy félig üres műanyagflakon térfogata, ha kivesszük a hűtőszekrényből? Az áramlások részecskekép segítségével történő magyarázatához az alábbi kísérleti vizsgálat javasolható:

- Tegyetek vizet egy főzőpohárba, majd a pohár falához közel dobjatok bele hipermangán kristályt! Kezdjék el itt melegíteni! Mit gondoltok, hogyan fog változni az oldat színe a melegítés során?
- Rajzoljátok le fél percenként a látottakat!
- Ismertek-e a tapasztalathoz hasonló földrajzi jelenséget?
- Fújjatok két függőleges helyzetű papírlap közé! Mit vártok, mi fog történni?
- Magyarázzátok meg a tapasztalt jelenséget!

## 2.1.2. A sűrűségfogalom kialakítása a természetismeretben

### A sűrűségfogalom

Az anyagi tulajdonságok egyik fontos jellemzője a sűrűség, pontosabban a tömegsűrűség, melynek kialakítása a természetismeret tantárgy keretein belül történik. A fogalommal kapcsolatban azonban több tévképzet is létezik. A vizsgálatok szerint a sűrűség fogalma keveredik a viszkozitás fogalmával a gyermeki gondolkodásban, de nyugodtan mondhatjuk, hogy a mindennapi életben is. Különösen áll ez folyadékok esetében. Bizton állíthatjuk, hogy az emberek döntő többsége az étolajat sűrűbbnek tartja, mint az ivóvizet, a kenyérrre kenhető vaját sűrűbbnek, mint a tejet, a háziasszony pedig habarással sűríti be a levest. Ezért a tanulás kezdetén tisztázni kell a sűrűség fizikai fogalma és a köznapiban használt sűrűség fogalma közötti különbséget. Mivel a köznyelvben a sűrűség keveredik a viszkozitással, ezért a sűrűség fogalmával párhuzamosan célszerű foglalkozni a viszkozitással is, legalább a megkülönböztetés szintjén.

A sűrűség fogalmának kialakításához elengedhetetlen a térfogat, a tömeg és az anyag állandósága tudatának kialakulása. *Piaget* (1970) agyaggolyós kísérlettel vizsgálta az említett fogalmak megmaradását. „A kísérleti személynek egy agyaggolyót adunk, és felszólítjuk, hogy csináljon egy másik, ugyanilyen nagyságú és súlyú golyót, az egyik golyóból hurkát, süteményt vagy több apró darabot csinálunk.” Kérdések: ugyanannyi mennyiségű anyag van-e még? (anyagmegmaradás); ugyanannyi-e a súly vagy sem? (súlymegmaradás, tömegmegmaradás); ugyanannyi helyet foglal-e el a vízben, és ugyanolyan magasra fogja-e felnyomni a vizet? (térfogat megmaradás). Az anyag és a tömeg állandóság képzelete már 9-10 éves korra kialakul, és 11-12 éves korra a tanulók közel 80%-a jut el a térfogat állandóságának felismeréséig.

### A sűrűségfogalom egy lehetséges feldolgozása

Az alábbiakban bemutatunk egy lehetséges, néhány tanórát igénylő feldolgozási lehetőséget a sűrűségfogalom bevezetésére.

## 1. óra – Bevezető, diagnosztikus feladatok

Három csoportot alakítunk, és a csoportok asztalára előkészítünk különböző anyagpárokat:

- A. csoport: olaj – víz, puding – olaj, vas – víz, vas – alumínium
- B. csoport: alkohol – víz, méz – olaj, alumínium – víz, vas – alumínium
- C. csoport: glicerin – víz, tejföl – tej, fa – víz, meleg víz – csapvíz

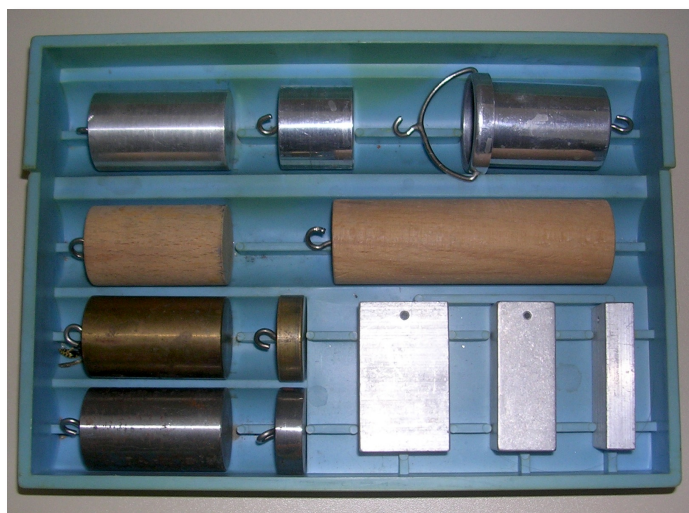
A következő kérdés adható: Mit gondoltok, az asztalon lévő anyagpárok melyik tagja a sűrűbb? Indokoljátok a választotokat!

Nem biztos, hogy minden anyag ismert a tanulók előtt, ezért célszerű azokat megnézni, megtapogatni, vizsgálgatni. Biztosan lesznek olyanok, akik egyik edényből átöntik a folyadékot egy másik edénybe, lehet, hogy néhányan vízbe helyezik a felsorolt szilárd tárgyakat. Sőt, ha érdekesnek tartják a tanulók, a folyadékokat is egymásra rétegezhetik, esetleg összekeverhetik. A várható válaszok között az alábbiak fordulhatnak elő:

- az olaj sűrűbb, mint a víz, mert lassabban folyik;
- a vasnak nincs is sűrűsége, mert nem folyik;
- a vas sűrűbb, mint a víz, mert elmerül a vízben;
- a szilárd testek sűrűbbek, mint a folyadékok, mert azokban közelebb vannak a részecskék egymáshoz (ezzel a megállapítással jól lehet továbbhaladni, már közelít a helyes fogalomhoz);
- az a fém a sűrűbb, amelyik a nehezebb (ha ilyen megállapítás előfordul, akkor nyert ügyünk van, mert ez már a sűrűség fogalmához vezet).

Érdekes ezek után megkonstruálni a sűrűség, pontosabban **tömegsűrűség** fogalmát, miszerint: az azonos térfogatú anyagok között az a nagyobb sűrűségű, amelyik nehezebb, azaz amelyiknek nagyobb a tömege. Állapodjunk meg tehát abban, hogy a testek sűrűségét azzal jellemezzük, hogy mekkora az egységnyi térfogat tömege!

Jöhet a következő kérdéskör: mit kell megmérnünk ahhoz, hogy meg tudjuk állapítani az asztalunkon lévő tárgyak sűrűségét? A csoportok beszéljék meg elképzeléseiket, majd ismertessék a kialakult véleményeket. A megbeszélés után ki kell alakulnia a mérési módszernek. Ezek után arra kérünk egy csoportot, hogy az asztalunkon található szilárd testeknek mérjék meg a tömegét és a térfogatát! A többi csoport folyadékokkal foglalkozva ugyanabból az anyagból válasszon ki különböző térfogatokat, és azoknak a mérje meg a tömegét! A hőtani tanulókísérleti eszközkészlet (2.4. ábra) elemei között található megfelelő testeket a mérésekhez. Amennyiben szükséges, adjunk segítséget. A folyadékokat célszerű mérőhengerbe tölteni, így a térfogat azonnal leolvasható. A szilárd anyagok térfogatát pedig a folyadék-kiszorításos módszerrel lehet meghatározni, vagy megmérhetik a jellemző hosszúságadatokat, és azokból számolják ki a térfogatot. A kapott mérési adatokat jegyezzék föl, mert a következő órán ezekkel az adatokkal fogunk tovább dolgozni.



2.4. ábra. Hőtani tanuló kísérleti eszközkészlet (Radnóti K. felvétele)

### 2. óra. A mérési adatok feldolgozása

Az előző órán kapott adatokat dolgoztatjuk fel a tanulókkal. Minden csoport egyféle anyagnak a mérési adatait ábrázolja olyan koordináta-rendszeren, amelynek tengelyein az anyag térfogatát illetve tömegét ábrázoljuk. Az a jó, ha minél több mérési adat kerül az ábrára, ezért felhasználhatják a másik csoport által mért adatokat is. Az egyféle anyag esetében felvett pontokra feltehetően egyenest lehet illeszteni. A testek tömege és térfogata közötti összefüggés tehát egyenes arányosság, matematikailag kifejezve: egy adott anyagból kiválasztott anyagmennyiség tömegének és térfogatának hányadosa állandó. Az így kapott mennyiséget nevezzük a test sűrűségének, amely minden anyag esetében más és más, de az adott anyagra jellemző állandó.

Az óra további részében az összegyűjtött adatok alapján a tanulók kiszámítják az asztalokon lévő tárgyak, folyadékok sűrűségét és táblázatot készítenek a kiszámított sűrűségértékekből. Az elkészült táblázatot összehasonlíthatják a tankönyvben lévő táblázattal. Ezt követően felvethetjük a kérdést: valóban állandó-e a testek sűrűsége? Nem változhat-e egy anyag sűrűsége azáltal, hogy felmelegítjük? Ne adjuk meg rögtön a választ, hagyjuk, hogy a csoportok tagjai gondolkodjanak el a kérdésen, beszéljék meg egymással gondolataikat, majd mondják el, hogy mire jutottak! Az előzetes elképzelések megbeszélése után a tanulók nézzenek meg a tanár által bemutatott konkrét eseteket (például a víz, az alkohol, a levegő, a huzalok hőtágulását), majd beszéljék meg, hogy milyen gyakorlati következményei vannak felfedezésüknek (a hőtágulósos példa stb.). Továbbá lássák, hogy egy anyag sűrűsége mindig csak adott körülmények között állandó, az anyagra jellemző érték, ha változik az anyagok állapota, változhat a sűrűsége is.

### 3. óra. A következtetések megfogalmazása

Ezen az órán térjünk vissza a sűrűség hibás értelmezéséből adódó téves válaszokra, amit az 1. órán a diagnosztizáltunk, de már akkor utaltunk arra, hogy ezekre még visszatérünk!

## A testek úszása és elmerülése a folyadékokban

A gyerekek sokszor azt gondolják, hogy egy tárgy úszása vagy elsüllyedése annak tömegéről függ, amelyet úgy fogalmaznak meg, attól függ, hogy „milyen nehéz a tárgy”. Pedig valójában a sűrűségek viszonya a döntő. Annak ellenére gondolkodnak így, hogy tudják, például az acélból készült hajók úsznak a vízen, pedig eléggé nehezek. Az e témakörhöz tartozó feladatok azt a célt szolgálják, hogy rámutassunk a sűrűségviszonyok szerepére.

### Feladatok

1. Írjátok le elképzeléseketek arról, mitől függ, hogy egy test elmerül vagy úszik valamilyen folyadékban!
2. Helyeztetek fahasábot különböző folyadékokba (vízbe, alkoholba, olajba, glicerínbe stb.)! Nézzétek meg, hogy mennyire merül el a hasáb az egyes folyadékokban!
3. Ismételjétek meg az előbbi vizsgálatsorozatot az egyik alumíniumtesttel is!
4. Hasonlítsátok össze a fa, a víz és az alumíniumtest sűrűségét! Mire következtettek ezekből az adatokból?
5. Helyeztetek kis orvosságosüveget vízbe, olajba, glicerínbe, alkoholba különböző esetekben! Egyszer legyen teljesen üres, majd félig, illetve teljesen megtöltve vízzel! Mérési eredményeiteket, tapasztalataitokat táblázatos formában jegyezzétek föl!
6. Miért nem süllyednek el az acélból készült hajók? Hogyan változik egy hajó bemerülési mélysége, ha árut szállít / édesvízben (folyami hajózás) vagy tengeren (tengeri hajózás) közlekedik?
7. Mit gondoltok, ha egy kémcsőben lévő víz tetejére olajat öntötök, melyik anyag lesz felül és melyik alul? Miért? Végezétek is el a vizsgálatot! Az történt, amit vártatok?  
Rázzátok össze a kémcsőben lévő folyadékokat, majd várjátok meg, míg ismét szétválnak! Ebben az esetben is az az anyag kerül végül felülre, mint az összerázás előtt?
8. Vágjatok le néhány csíkot egy nagyon vékony papírból, majd tartsátok ezeket a fűtőtest fölé! Miért fognak vajon felfelé lebegni?  
Környezetismeret órán többször emlegettétek, hogy a meleg levegő felszáll. Meg tudjátok magyarázni ezt a tényt eddigi ismereteitekkel?

## Van-e kapcsolat a folyadékok sűrűsége és folyékonysága (viszkozitása) között?

A gyerekek egy részénél a sűrűségfogalom keveredik a viszkozitás fogalmával. Azt az anyagot nevezik sűrűbbnek, amelyik nehezebben folyik, ezért például az olajat sűrűbbnek tartják, mint a vizet. Tehát a feldolgozás során differenciálni kell a két fogalmat. A gyerekeknek látniuk kell, hogy mást jelent a sűrűség fogalma, mely tömegsűrűség, és mást a folyósság, melyet a viszkozitás fogalmával jellemezhetünk, ami egy másfajta tulajdonsága a folyadékoknak.

Az egyes folyadékok különbözőképpen „folynak”. Az egyik hígan folyó, míg a másik kevésbé. Ezek a mindennapi kijelentések azt jelentik, hogy az olaj például sokkal lassabban folyik át egy szűk tölcserén, mint a víz. Az egyes folyadékok folyósságának a mértéke a **viszkozitás**. Egy erősen viszkózus folyadékban – ami lassan áramlik át egy szűk csövön – sokkal nehezebben mozognak a különböző tárgyak, mint a kisebb viszkozitásúban. Ezt az utóbbi jelenséget fogjuk felhasználni néhány folyadék viszkozitásának összehasonlításához mi is.

### Feladat a sűrűség és a viszkozitás fogalmak elkülönítéséhez

1. Töltsetek azonos térfogatot a mérőhengerekbe vízből, étolajból, glicerinnél, denaturált szeszben! Ejtsetek azonos méretű és anyagú golyókat az egyes folyadékokba, és mérjétek a leeséshez szükséges időket!
2. Állítsátok sorba a folyadékokat csökkenő viszkozitásuk alapján!
3. Állítsátok sorba az előző folyadékokat csökkenő sűrűség szerint is!  
Láttok-e valamilyen összefüggést a sűrűség és a viszkozitás között?

### A sűrűség táblázat használata

Gyakoroltassuk a tanulókkal a sűrűség táblázat használatát! A gyakorláshoz kérdéseket tartalmazó feladatlapot kaphatnak a tanulók. Fontos, hogy lássák a különböző táblázatok használhatóságát, amelyek segítségével a legkülönbözőbb kérdésekre lehet választ találni. Bátorítsuk őket, hogy tervezzenek kísérleteket is, amit azonnal el is végezhetnek. Továbbá tegyenek fel kérdéseket ők is egymásnak, amelyekre a táblázat adatainak felhasználásával lehet válaszolni!

### Feladatok a sűrűség táblázat használatára

1. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának a vízben?
2. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának az olajon?
3. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának a higanyon?
4. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának az alkoholon?
5. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának a glicerinen?
6. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának a szén-tetrakloridon?
7. Mely anyagokból készült tárgyak úsznának a tengervízen?
8. Melyik anyag sűrűsége a legkisebb?
9. Melyik anyag sűrűsége a legnagyobb?
10. Melyik szilárd anyag sűrűsége a legkisebb? Szerinted mi lehet ennek az oka?
11. Milyen furcsaságot fedezel fel a víz (folyadék és szilárd állapotban is) sűrűsége és a hőmérséklete között? Mely jelenségeket lehet ennek ismeretében megmagyarázni?
12. Bizonyára hallottál arról, hogy az egyes anyagok különböző keménységűek. Vajon van ennek köze a sűrűséghez? (Például a gyémánt az egyik legkeményebb anyag a világon, az arany viszont az egyik legpuhább fém (ezért kell ezüsttel ötvözni az ékszerek esetében). Megmutatkozik ez a sűrűségükben is?)
13. Találjatok ki kérdéseket egymás számára, amelyekre a táblázat adatainak felhasználásával lehet válaszolni!

### Arkhimédész és a korona

Szirakuza királya, Hierón, koronát csináltatott magának. Ehhez megadott mennyiségű aranyat adott át az ötvösének. Később azonban gyanút fogott, hogy az ékszerész az arany egy részét ezüstre cserélte. Gyanújának igazolásához Arkhimédészt kérte fel. Tegyük fel, hogy a korona éppen 1 kg tömegű volt.

- a. Mekkora térfogatú lett volna a korona, ha színaranyból készült? (az arany sűrűsége:  $19,3 \text{ g/cm}^3$ )
- b. Mekkora lett volna a korona térfogata, ha színezüstből készült? (az ezüst sűrűsége:  $10,5 \text{ g/cm}^3$ )
- c. Tegyük fel, hogy az ötvös valóban csaló: az arany tömegének egytized részét ezüsttel helyettesítette. Mekkora lett volna a korona térfogata ebben az esetben?
- d. Hogyan jött rá Arkhimédész a csalásra?

e. Próbáljátok meg bemutatni az esetet vas és alumínium felhasználásával! A szükséges adatokat mérjétek meg, illetve használjátok sűrűség táblázatot!

Tanácsok az arkhimédészi koronával kapcsolatos feladathoz:

- A kétféle fémet nem kell feltétlenül megolvasztani és ténylegesen összekeverni, elég, ha csak szorosan összeerősítik a gyerekek.
- A sűrűségértékeket lehet kerekíteni. Az arany esetében  $20 \text{ g/cm}^3$ -re, míg az ezüstét  $10 \text{ g/cm}^3$ -re.

Csak háttérismeretként írjuk le, hogy a legnagyobb sűrűségű elemek a periódusos rendszerben a d mezőben helyezkednek el, azok közül is a nagyobb rendszámúak, mert ezek a legkompaktabbak. Nagy az f mezőbeli elemek sűrűsége is. Továbbá az atommagok sűrűsége állandó, függetlenül attól, hogy mely elem atommagjáról is van szó. Sőt, mai tudásunk szerint vannak olyan égitestek, amelyek atommagnyi sűrűségűek, ezek a neutroncsillagok.

### 2.1.3. A testek rugalmassága

A **rugalmasság** fogalmának kialakításánál először a tanulók mindennapi tapasztalataira építünk. Szerencsés, hogy a rugalmasság köznapi életben használt fogalma nem tér el a tudományostól. Ebben a témakörben alig vannak általánosnak mondható tévképzetek. Arra azért megfelelő időben fel kell hívni a tanulók figyelmét, hogy ha összenyomunk vagy megnyújtunk egy szilárd testet, annak nem változik meg a térfogata. Az **erő** fogalmát az erő alakváltoztató hatásán keresztül is lehet szemléltetni az erő mozgásállapot-változtató hatása mellett. Mind a rugalmasság, mind az erő fogalma kialakításának már a természetismeret tantárgy keretében el kell kezdődnie. A 7-8. évfolyamon a tanulók már kvantitatív ismereteket is kell, hogy szerezzenek a rugalmas alakváltozás mértéke, a rugalmas erő és a test rugalmas tulajdonsága közötti összefüggésről (grafikonon történő ábrázolás, számítási feladatok). A rugalmas tulajdonság magyarázatánál felhasználjuk a részecskeképet, az anyagok belső szerkezetének ismeretét.

A gyerekek már egészen fiatal életkorban sokféle tapasztalattal rendelkeznek a testek és az anyagok makroszkopikus tulajdonságairól, így a rugalmasságról is, amelyekre nagy mértékben támaszkodhatunk a rugalmasság fogalmának kialakításánál. A mindennapi életben a közlekedés során, játék közben, sportolás során megfigyelhetik, hogy a tárgyaknak megváltozhat az alakja, és arról is vannak tapasztalataik, hogy a változás valamilyen külső hatásra következik be. Azt is megfigyelhetik, hogy a külső hatás lehet természeti (például erős szélben meghajlanak a fák) vagy embertől származó (például eltörünk vagy meghajlítunk egy ágat). Egyaránt találkoznak rugalmas és rugalmatlan tárgyakkal.

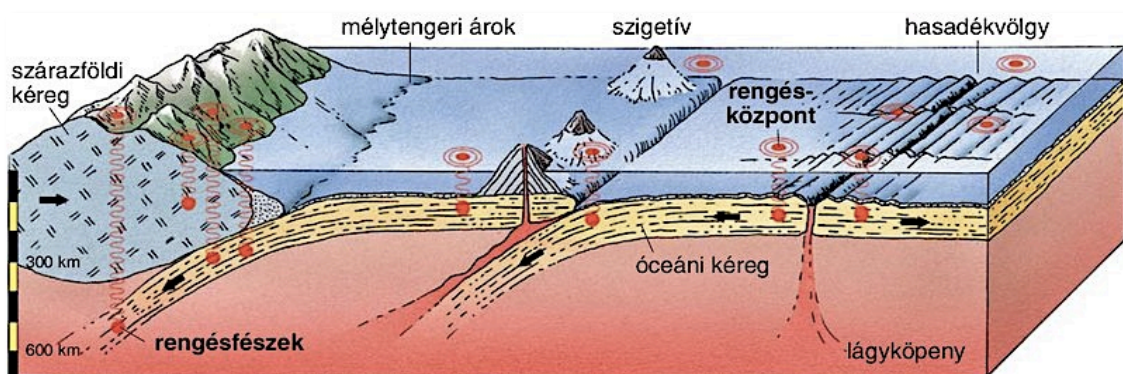
- Megfigyelhetik, hogy egyes tárgyak alakja a külső hatás megszűnése után újra ugyanolyan lesz (például a gumilabda újra gömbölyű lesz), míg más tárgyaknál megmarad az alakváltozás (például elszakad a ruha, összetörik a porcelántányér).
- Megfigyelhetik, hogy a tárgyak rugalmas tulajdonsága részben az anyagától függ (például a leejtett labda visszapattan, a nyers tészta szétlapul, az üvegtárgy pedig eltörik).

- Megfigyelhetik, hogy a tárgyak rugalmas tulajdonsága a tárgy alakjától is függ (például másképpen pattan vissza a tömör labda, mint az üreges, vagy másképpen viselkedik hajlításkor egy fémrúd, mint egy rugó).
- Meg tudják figyelni azt is, hogy az alakváltozás mértéke az erő nagyságától is függ (például minél erősebben húzunk ki egy gumikötelet, annál hosszabbra nyújtható). Sőt azt is érezhetik, hogy minél jobban megnyújtják a gumikötelet, annál nehezebb azt tovább húzni.
- Vannak tapasztalataik azzal kapcsolatban is, hogy különböző erősségű külső hatás esetében ugyanaz az anyag szenvedhet maradós és nem maradós (rugalmas) alakváltozást, sőt a kettő között átmenet is van (például ha meghúzzák egy lufi anyagát, az elszakad, vagy a hatás megszűnése után teljesen visszanyeri eredeti alakját, vagy tartósan deformálódik).
- Vannak tapasztalataik azzal kapcsolatban is, hogy a testek rugalmas tulajdonsága megváltozhat (például a pulóver a sok használat során kinyúlhat, a forró vízben mosott ruha gumija elveszíti rugalmasságát, vagy a labda már nem pattog olyan jól, mint új korában).

A természetismeretet tanulóktól elvárható, hogy egy vázlatos ábrába be tudják rajzolni egy nyíllal az alakváltozást létrehozó, valamint a kezükre ható erőt. Így is bevezethetjük a kölcsönhatás fogalmát, az erő – ellenő (hatás – ellenhatás) fogalmakon keresztül. A tanulók már megtanulhatják az erő jelét és mértékegységét is. Ismerjék fel azt, hogy a rugalmas alakváltozás arányos az alakváltozást létrehozó erővel: figyeljék meg azt, hogy ha nagyobb erőt fejtenek ki, azzal nagyobb alakváltozást tudnak létrehozni (például gumikötéllel, rugóval)! Figyeljék meg azt is, hogy minél jobban megnyújtanak egy gumikötelet vagy rugót, annál nehezebb további alakváltozást előidézni!

#### A testek rugalmasságával kapcsolatos feladatok

1. Nyújts meg egy acélrugót! Készíts erről egyszerű rajzot! Rajzold be egy nyíllal az alakváltozást létrehozó, valamint a kezre ható erőt!
2. Nyújts meg egy acélrugót! Figyeld meg, hogy milyen összefüggés van a kifejtett erő és a megnyúlás között! Írd le, hogyan változik az általad kifejtett erő, miközben egyre jobban megnyújtod a rugót!



2.5. ábra. A földrengés a rugalmas energia szétszóródásának következménye (szerk. Makádi M.)  
(forrás: [http://www.mozaweb.hu/Lecke-gqhr\\_fy-A\\_Fold\\_amelyen\\_elunk\\_9-Mivel\\_jar\\_a\\_nyughatatlansag-106260](http://www.mozaweb.hu/Lecke-gqhr_fy-A_Fold_amelyen_elunk_9-Mivel_jar_a_nyughatatlansag-106260))

A földrengések kialakulása a szilárd anyagok szerkezetével, azok rugalmasságával kapcsolatos jelenség. A földrengések jelentős része a kőzetlemezek találkozásának közelében pattan ki (2.5. ábra). Ennek oka, hogy amikor az egyik kőzetlemez a másik alá bukik, a lefelé haladás közben a lemezt felépítő kőzetek egy darabig rugalmasan változtatják alakjukat, de amikor már nem bírják a keletkező feszültséget, akkor a felgyűlt rugalmas energia földrengés formájában szóródik szét.

### Hallgatói kérdések és feladatok

1. Figyelje meg hospitálások és saját tanítási gyakorlata során, hogy a különböző anyaggal kapcsolatos kérdésekre (például hőtágulás, halmazállapot-változás, oldódás) érkező tanulói válaszokban milyen mértékben figyelhető meg az anyagról alkotott folytonos kép, illetve a részecskekép! Van-e olyan tanulói válasz, ahol a kétféle elképzelés keveredik?
2. Tervezzen vizsgálatot a tanulók anyag és a sűrűség fogalommal kapcsolatos elképzeléseinek feltérképezéséhez! Mennyiben mutatható ki a viszkozitással való keverés?
3. Tervezzen meg egy tanórát az anyagok rugalmasságának vizsgálatával kapcsolatban!
4. Tervezzen meg egy olyan kísérletekre épülő órát, ahol a gyerekeknek egy szabálytalan alakú test, például kavics sűrűségét kell meghatározni!

## 2.2. Az energiafogalommal kapcsolatos tudás fizikai alapozása a természetismeretben

Írta: dr. Radnóti Katalin

**Kulcsszavak:** energia, energialánc, fény, halmazállapot-változás, hő, hőáramlás, hőmérséklet, hőmérséklet-változás, hővezetés, üvegházhatás

Az energia szó a görög ενεργεια kifejezésből ered, ahol az εν- jelentése be-, az έργον-é 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. Mai értelmezésünk szerint az **energia** a fizikai objektumok egyik skalár jellegű állapotjelzője, amelynek a Világegyetem összes fizikai objektumára megállapított értékeinek összege állandó. A természettudományokban az energia-megmaradás törvényének felfedezése az egyik legfontosabb elem volt. Az energia – mai tudományos szemléletünkben – egy konstrukció, emberi alkotás, amely azért lehet hasznos a törvényszerűségek feltárása során, mert a „világ valahogy úgy működik”, hogy az energia összmenyisége állandó marad.



## 2.2.1. Az energiaforrások és az energia megmaradása

### Az energia fogalma

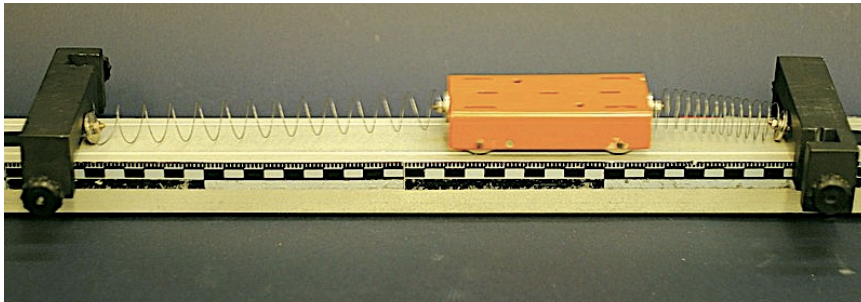
Az energia fogalmának kialakulását és vele együtt az energia megmaradásának, a termodinamika első főtételének (a viszonylag késői) felismerését a hő és a (mechanikai, elektromos, kémiai) munka „rokon” voltának tapasztalati alátámasztása tette lehetővé. A munka és a hő analóg fogalmak, mindkettő energiaközlési forma, de egyik sem energiafajta. Ezért a „hőenergia” nem elfogadható kifejezés, helyette a termikus energia kifejezést lehet használni. Az energia állapotfüggvény, értéke csak a kezdeti és a végállapottól függ, az úttól nem, megmaradási törvény van rá. A hőre és a munkára mindez nem mondható el.

Vigyázat, **az energia nem azonos a munkavégző képességgel**. Egyrészt ez a definíció csak akkor volna igaz, ha nem lenne disszipáció! (A **disszipáció** egy zárt rendszerben az energia munkavégző képességének csökkenése, mivel a hőmérséklet-kiegyenlítődés megszünteti a munkavégzés lehetőségét a rendszerben.) Másrészt az energia ténylegesen megmarad a folyamatok során, ellenben csak egy része alakítható át munkává, másik része szétszóródik a környezetben a termodinamika második főtétele szerint. Ugyanakkor éppen ez a szétszóródás teremti meg annak a lehetőségét, hogy egy részét munkavégzésre lehessen felhasználni. Nézzünk erre példákat!

Amikor egy kazánban olajat, fát vagy kőszénét égetünk el, akkor szándékosan belső energiává alakítunk át más energiaformákat. Azonban energia ekkor sem keletkezik. Amikor az olaj, a fa stb. molekulái és az oxigénmolekulák reakcióba lépnek, az égési folyamatban új molekulákat alkotnak. Annyi történik, hogy az eredeti molekulák atomjai úgy rendeződnek át, hogy több energia raktározódjon belső energiaként, és – ami nagyon fontos – magas hőmérsékletet érjünk el. Szerkeszthetünk olyan gépeket, amelyek munkát végeznek számunkra, példaként tekinthetjük a benzinmotort, és megmagyarázhatjuk, miként alakul át a benzin és az oxigén energiája az égéstermékek belső energiájává. A hőmérséklet az égés során nagyon magas lesz, melynek következményeképp a hengerben magas lesz a nyomás, mely mozgásra készíti a dugattyút. Ha például a motor egy autót mozgat hegynek felfelé, akkor az energia egy része potenciális energiává alakul. Egy hegyi úton felfelé haladó autó motorja néha annyira felforrósodik, hogy meg kell állni, és hagyni kell hűlni. E példával tehát rámutathatunk arra a tényre, hogy a betáplált energia egy része mindig a környezet belső energiájává alakul. A példa alapján be lehet látni, hogy az a kifejezés, hogy „elhasználjuk az energiát” mindössze azt jelenti, hogy az előidézett folyamat során a különböző energiafajták egy része az abban a folyamatban használhatatlan belső energiává alakul.

Az energiaátalakulásokat egyszerű vizsgálatokkal demonstrálhatjuk. Például egy kiskocsit helyezhetünk egy pályára – amelyet első közelítésben súrlódásmentesnek tekintünk – és a pálya végébe egy rugót helyezünk (2.6. ábra). A kiskocsit elindítjuk a pályán, kezdeti mozgási

energiát adunk neki. Amikor nekiütközik a rugónak, a kiskocsi lassan nyugalomba kerül, és energiáját az összenyomott rugó tárolja mint potenciális energiát. Ezután a rugó visszalöki a kiskocsit, ekkor a rugó által tárolt potenciális energia újra a mozgó kiskocsi mozgási energiájává alakul. Ha ki tudjuk küszöbölni a súrlódást, akkor a kiskocsi ugyanolyan sebességgel indul el visszafelé, mint kezdetben. Az előbbi folyamat során a potenciális energia mozgási energiává és a mozgási energia potenciális energiává alakulhat veszteség nélkül, ha nincs súrlódás. Az ilyen rendszert konzervatív rendszernek is nevezik.



2.6. ábra. Az energiaátalakulás vizsgálata kiskocsival  
(forrás: [https://www.mozaweb.hu/Lecke-FIZ-Fizika\\_11-](https://www.mozaweb.hu/Lecke-FIZ-Fizika_11-)

[1\\_2\\_A\\_harmonikus\\_rezgomozgas\\_dinamikai\\_feltetele\\_A\\_rezgesido\\_Az\\_energiaviszonyok-105010](https://www.mozaweb.hu/Lecke-FIZ-Fizika_11-1_2_A_harmonikus_rezgomozgas_dinamikai_feltetele_A_rezgesido_Az_energiaviszonyok-105010))

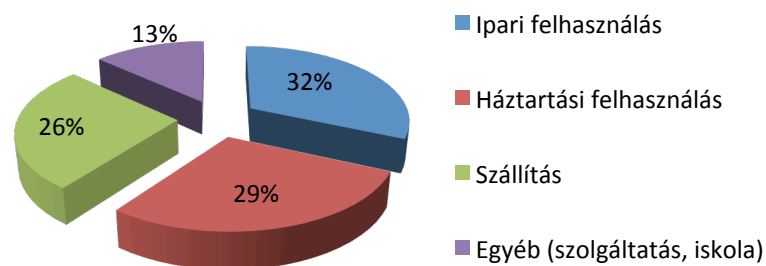
Tanári háttérismeretként írjuk le, hogy a belső energia a molekulák, atomok vagy ionok mozgásával és kölcsönhatásaival függ össze. Az anyag alkotóelemei közötti kölcsönhatások nagy része az elektromágneses kölcsönhatás megnyilvánulásainak tekinthető. Az erős és a gyenge kölcsönhatás kis hatósugarú és az atommagban hat, a gravitációs kölcsönhatás pedig jellemzően a Föld és a tárgyak közötti kölcsönhatásra egyszerűsíthető, mivel kis tömegek esetén a gravitációs vonzás közöttük elhanyagolható. A nehéz atommagokban nagy mennyiségű energia van felhalmozva, amely úgy is magyarázható, hogy az egymást elektromosan taszító protonok rendkívül kis távolságra vannak egymástól és közöttük potenciális energia raktározódik. Az atomok egymással az elektronburkon keresztül érintkeznek, ezek közül is a legkülső, úgynevezett vegyérték elektronok vesznek részt a kötések kialakításában. Mechanikai kölcsönhatás esetén is a két érintkező test külső elektronjai szorulnak egymáshoz és taszítás alakul ki közöttük. Az energiaforrások gyakorlatilag potenciális energiát tárolnak, melyek láthatatlan „rugóknak” tekinthetők. Az energia megmaradás törvényét figyelembe véve ezt úgy is tekinthetjük, hogy amikor „energiát termelünk”, akkor az ezekben a „rugókban” tárolt energiát szabadítjuk fel.

### **Az energiaforrások és az energia felhasználása**

Az energiafelhasználás problémaköre két lényeges pontra koncentrálódik a tanítás során. Egyrészt az energiaforrásokra, a természetben található „nyers” formákra, mint például az olaj, a gáz, a szén, a nap-, a víz- és a szélenergia. Másrészt mindezek használatára, azaz a hálózatban hasznosítható munkára, mint például világítás, fűtés, főzés, szállítás, ipari árucikkek előállítása. A két rész között kell elhelyeznünk az úgynevezett **konvertereket**,

amelyek abban vannak segítségünkre, hogy az energiát számunkra hasznosítható formába alakítják át. Létrejön az **energialánc**, ami a konverterek olyan sorozata, amelyek összekötik az energiaforrásokat a végső felhasználással (Duclaux 1984).

A legjobb energia-átalakító az **elektromos rendszer**. Szinte mindegyik energiaforrás felhasználható arra, hogy elektromos energiát állítsunk elő belőle, és az elektromos energiát is át lehet alakítani például melegítésre, hűtésre, világításra, szállításra, kommunikációra. Az energia tetszőlegesen osztható, kényelmes, könnyen ellenőrizhető. Az energia-átalakító ipari üzemeket általában erőműveknek nevezik, ahol az energiát előállítják. Azonban ez több szempontból is helytelen, függetlenül attól, hogy a köznyelvben így használjuk. Először is az erő és az energia fogalmak keveredése figyelhető meg, továbbá azért, mert nem energiatermelésről, hanem az energia átalakításáról van szó. Energia szükséges ruháink, bútoraink előállításához és még sok egyéb dologhoz, amelyek kényelmesebbé, komfortosabbá teszik életünket (2.7. ábra).



2.7. ábra. Az energiafelhasználás szerkezete a világban (2014)

### A fogalmi képzet alakulási folyamata

Az energiának, különösen a hőnek valamifajta, a kémiai anyaghoz hasonló szubsztanciaként való felfogása a tudomány történetének egy szakaszát ugyanúgy jellemezte, mint ahogy a gyermekek és a felnőttek nagy részének e fizikai fogalommal kapcsolatos gondolkodását is. A fogalom kialakulása a 19. században zajlott, s már ekkor eltávolodott a tudomány az energia szubsztanciaként történő felfogásától. A szakmódszertan egyáltalán nem veti el az energia „kvázi szubsztanciaként” való kezelését. Ez azt jelenti, hogy a **gyerekek fejében kialakuló energiafogalom** lényegében bátran építhető az energiának valamifajta „vándorlással” kapcsolatos képére, az „ide-oda adogatásra”, a „tárolásra”. Ez ugyan nem a lehető legkövetkezetesebb kezelés, de a gyerekek számára rendkívül szemléletes lehet, vagy legalábbis sokkal jobban megérthető, mint a fizikai objektumokhoz rendelt, teljes összegében minden folyamatban megmaradó skalár fogalma. Nem baj, ha a tanuló az energiát áramló valaminek képzelel. Természetesen a lehető leggondosabban tisztázni kell vele, hogy ez nem azt jelenti, mint a víz vagy a levegő áramlása! Ez a kép könnyebben elfogadhatóvá teszi az energia-megmaradás törvényét is.

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

születésünkkor adottak bennünk, ezt igen nehéz is lenne elképzelni. Az energia megmaradását tehát meg kell tanulnunk, s a vizsgálatok bizonyossága 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 „dolgozat” tartják élőknak. 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.).

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

- 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.

### Néhány energiával kapcsolatos tanulói tevékenység

1. Fogalmazzatok meg állításokat az „energia” szó használatával!
2. Gyűjtsétek össze, hogy milyen energiahordozókat ismertek! Válasszatok ki egyet közülük, majd gondolkozzatok el az alábbi kérdéseken:
  - Milyen kölcsönhatás során változik meg a kiválasztott energiahordozó energiája?
  - Milyen típusú felhasználási lehetőségei vannak?
  - Hogyan juthat hozzá az emberiség? (például bányászat)
  - Milyen előnyei és hátrányai vannak az alkalmazásának?
3. Gyűjtsétek képeket különböző erőművekről! Rendszerezétek azokat valamilyen átalatok választott szempontok alapján!
4. Gyűjtsétek össze, hogy mi mindenre kell az energia! Válasszatok ki közülük egyet, majd gondolkoztatok el az alábbi kérdéseken:
  - Milyen kölcsönhatás zajlik le a felhasználás során?
  - Milyen energiaváltozás történik?
5. Vizsgáljátok meg többfajta élelmiszer energiatartalmát a csomagoláson található adatok alapján!
6. Gyűjtsétek össze, hogy magatok és a környezetetek milyen folyamatokhoz használ fel energiát!

A feladatok megbeszélése során nagyon kell hangsúlyozni azt, hogy nem létezik olyan energiatermelési mód, amely nincs káros hatással a környezetre. Az is sokak által hangoztatott tévhit, hogy vannak olyan energiatermelési módok, amelyek ingyenesek (a szél ingyen fúj, a Nap ingyen süt), de e lehetőségek felhasználásához is berendezéseket kell építeni, amelyek drágák. További problémát jelent, hogy a szél nem fúj állandóan, és a nap sem süt mindig, a kieső időben egyéb forrásból kell biztosítani az energiát, az esetleges túltermelés esetére pedig tároló kapacitásokat kell létrehozni. Azt lehet csupán mérlegelni, hogy adott helyen melyik módszer okozza a legkevesebb környezeti terhelést, illetve melyik a leggazdaságosabb.

Fontos tudatosítani a tanulóknak, hogy az energiatermelést gazdasági-társadalmi igény teszi szükségessé. Szokásos – és sokszor a média által is támogatott – tévhit, hogy az energiatermelés csupán a kőolaj- vagy az atom lobbis érdekeit szolgálja, és nem a mi igényeinket elégíti ki. Ezzel szemben a valóság az, hogy az előbb említett energiaforrások, energiatermelési lehetőségek nélkül nem tudnánk kielégíteni energiaigényünket, ami egyre nagyobb lesz. Gondoljunk bele, hogy egyre több elektromos berendezést működtetünk a háztartásokban is, nemcsak a világítás energiaigényéről kell gondoskodni, hanem a televízió, a mosógép, a mosogatógép, egy vagy több számítógép, mobiltelefonok stb. már természetes tartozékai a mai életünknek! Szintén tévhit, hogy csupán takarékossgal meg lehet oldani az energia-kérdést. (Persze a takarékoság is fontos.) Hogy milyen módszert választ egy ország vagy egy régió, az gazdasági és (sajnos) politikai szempontok alapján dől el. A természettudomány és a technika csupán a lehetőségeket biztosítja és segíthet mérlegelni (ha a döntéshozók hallgatnak a szakemberekre), valamint enyhítheti a környezeti terheket.

Adható olyan feladat a tanulóknak, hogy döntsék el lakóhelyetek adottságai alapján, hogy milyen új (nem hagyományos) energiatermelési módot érdemes ott választani. Nézzenek utána az interneten a tényeknek (például: a napsütéses órák száma, a szélviszonyok, a lakóhely közlekedésföldrajzi helyzete, folyó, tó, tenger közelsége, az ellátandó lakosok száma, kőszénbánya, olajvezeték közelsége).

## 2.2.2. A hő és a hőmérséklet fogalmának szétválasztása

### Hő és hőmérséklet

A természetismeret tanítása során fontos feladat, hogy elkezdődjön a hő és a hőmérséklet fogalmak elkülönülése, differenciálódása sok hétköznapi tapasztalat felhasználásával. Lényeges momentum annak a megértése, hogy a hőmérséklet kiegyenlítő mennyiség, amihez az egyik legjobb tanulói tevékenység a hideg és meleg víz hőmérséklet-kiegyenlítésének vizsgálata, a hőmérsékletek alakulásának grafikus ábrázolása (lásd lentebb).

A tanítás során a **hő és a hőmérséklet fogalmak szétválasztására** a következő lépéseket ajánljuk (amelyeket e fejezet különböző részeiben fejtünk ki részletesebben):

- a. Mérjék meg a tanulók egyensúlyi állapotban lévő testek hőmérsékletét, a mérés megkezdése előtt alkossanak a mérendő értékekre vonatkozó hipotéziseket, és vessék össze azokat a tényleges tapasztalattal.
- b. Értelmezzék a termikus egyensúlyt.
- c. Magyarázzák meg a különböző hőérzeteket a hővezetés különböző módjainak ismeretében.
- d. Vizsgálják meg a hőmérséklet alakulását egy fázisátalakulás kapcsán, amely elvégzése előtt alkossanak hipotézist a hőmérséklet változási ütemével kapcsolatban, majd vessék azt össze a tényleges tapasztalatokkal.

A tanórai kísérletezés során a fázisátalakulások tapasztalt hőmérsékleti jellemzői (hogyan közben van hőfelvétel, mégsem változik a hőmérséklet) alkalmasak arra, hogy a tanulók különbséget tegyenek a hő és a hőmérséklet fogalma között.

Az **intenzív paraméterek kiegyenlítődésének** egyfajta, tanulói kísérletekre alapozott feldolgozási lehetőségére jó példa, ha különböző hőmérsékletű folyadékokat, vizet, öntenek össze a gyerekek. A feldolgozás lépései a következők:

- Előzetes hipotézist kérünk a tanulóktól arra vonatkozóan, hogy szerintük mi történik, ha azonos tömegű hideg és meleg vizet összeöntünk. Legyen 100 g a tömeg és a hőmérsékletek egyik esetben 20 °C és 40 °C, majd a második esetben 40 °C és 60 °C. Indokolják is meg a hipotézisüket! (A gyermektudományi vizsgálatok szerint a 10 év körüli gyerekek esetében az a leggyakoribb, hogy a tanulók az első esetben 60 °C-os közös hőmérsékletet várnak, míg a második esetben 100°C-ot. Ez azért is érdekes, mert ekkor forrnia kellene a víznek.)
- Arra kérjük a gyerekeket, hogy tervezzenek mérést állításuk igazolására.
- A tanulók elvégzik a mérést.
- Levonják a következtetést a tapasztalat alapján. Ebben természetesen a tanárnak segítenie kell. (Előfordult, hogy amikor a hőmérő nem a várt 60 °C-ot vagy 100 °C-ot mutatta, a tanulók másikat kértek, mondván az ő hőmérőjük elromlott, mivel csak 30 °C-ot, illetve 50 °C-ot mutat.)
- A tanár további problémákat vet fel, valamint lehetőséget ad differenciált foglalkozásokra is (például más kiindulási hőmérsékletek vizsgálata, különböző tömegű vízminták használata, különböző anyagok használata stb.).

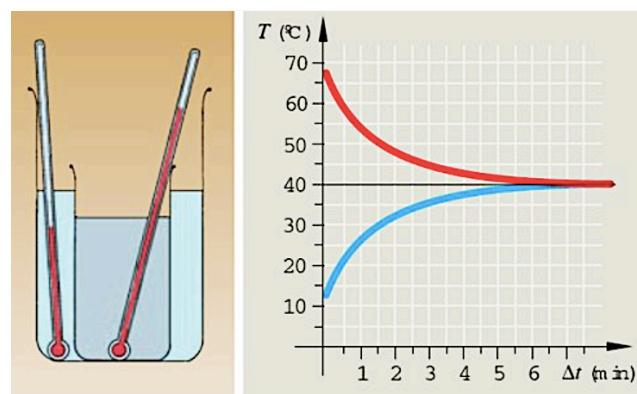
A megbeszélés során célszerű egyszerű mennyiségi leírást is adni a jelenségekre. A gyerekekkel el kell fogadtatni azt a tapasztalatot, hogy a közös hőmérsékletet nem összeadással kapjuk meg. Azonos víztömegek esetében a két hőmérséklet egyszerű számtani középértéke a várható eredmény, egyéb esetekben pedig a víztömegek arányától függ. Erre is kérjük előrejelzéseket a gyerekektől néhány egyszerű, konkrét példa (1 : 2 és 1 : 3 tömegarány stb.) kapcsán! Mivel ez a fajta becslés különböző anyagok esetében már nem használható, érdemes erre az esetre is példát nézni. Például melegítsenek főzőlapon azonos ideig azonos tömegű (például 100 g) vizet, denaturált szeszt és olajat, miközben mérjék a hőmérsékletemelkedést, ami természetesen eltérő lesz a különböző anyagok esetében. Elég csak ennyit megállapítaniuk a gyerekeknek. Ezzel a fajdó fogalom bevezetését készítjük el, amely a 7. évfolyamon tananyag.

### **A közös hőmérséklet kialakulásának vizsgálata**

Sok tankönyvben szerepel az alábbi kísérlet a termikus kölcsönhatás vizsgálatához: Egy meleg vízzel telt poharat nagyobb méretű hideg vizet tartalmazó pohárba helyezünk. Mindkét pohárba hőmérőt is teszünk, majd figyeljük a hőmérsékletek alakulását az idő

függvényében (2.8. ábra). Mindkét víz hőmérséklete megváltozik, a hideg víz folyamatosan melegszik, a meleg pedig hűl. A **hőmérséklet-változás** addig tart, amíg a két vízmennyiség hőmérséklete egyenlővé válik.

A tanulók alkossanak hipotéziseket a közös hőmérséklet és a hideg és a meleg víz hőmérsékletének időbeli változását mutató grafikonok várható menetével kapcsolatban. (Nem biztos, hogy minden gyerek köztes hőmérsékletet vár, mert számára a hőmérséklet összeadó mennyiség.) Ténylegesen végezzék el a mérést, jegyezzék le az adatokat és készítsék el azokból a grafikonokat! Ezt kövesse a kapott grafikonok elemzése. A valóságban a grafikonok általában nem olyan szabályosak, mint az ábrán. A kék és a piros grafikon a közös szakaszon nem lesz vízszintes, ha az elméletileg várható közös hőmérséklet magasabb lenne, mint a környezet hőmérséklete. Végül a teljes rendszer hőmérséklete azonos lesz a környezet hőmérsékletével. Érdekes ezen is elgondolkodni. Miért nem köztes hőmérséklet alakul ki? A magyarázat az, hogy a környezet ténylegesen melegszik, de jóval kisebb mértékben, hiszen nagyobb a tömege.



2.8. ábra. A közös hőmérséklet kialakulásának vizsgálata (forrás: [http://www.mozaweb.hu/Lecke-Termeszetiismeret-Termeszetiismeret\\_6-1\\_Kolcsonhatos\\_valtozas-105303](http://www.mozaweb.hu/Lecke-Termeszetiismeret-Termeszetiismeret_6-1_Kolcsonhatos_valtozas-105303))

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

2.2. táblázat. Táblázat a hideg és a meleg víz hőmérsékleti változásának rögzítéséhez

### Feladatlap tanulók számára

- Tölts a 150 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba 100 g 40 °C-os vizet, majd ezt állítsd bele a 250 cm<sup>3</sup> térfogatú főzőpohárban lévő 100 g 20 °C-os vízbe!
- Állíts hőmérőt mindkét főzőpohárban lévő vízbe! Félpercenként olvasd le, majd jegyezd fel mindkét víz hőmérsékletét (2.3. táblázat)!
- Mit vársz, hogyan változik a hőmérséklet?
- Ábrázold egyetlen grafikonban, hogy hogyan változott a hideg illetve a meleg víz hőmérséklete a mérés során!
- Olyat grafikont kaptál, mint amelyet elképzeltél? Elemezd a kapott grafikont!

Javasoljuk az alábbi vizsgálatok elvégzését is. Helyezzenek a tanulók különböző anyagból (például vas, alumínium, réz) készült fémtárgyakat forrásban lévő vízbe, és melegítsék azokat! Majd helyezték a fémtárgyat hideg vízbe, és olvassák le a közös hőmérsékletet! A tanulók fogalmazzanak meg hipotéziseket a közös hőmérséklet alakulására vonatkozóan a különböző fémek esetében!

A természetismeret tantárgy tanulása során vizsgált jelenségek közül fontos a **halmazállapot-változások vizsgálata**. Az olvadás, forrás, lecsapódás stb. jelenségeket, az olvadáspont, forráspont fogalmakat kell megismerni a tanulóknak. A jelenségek szemléletes elképzeléséhez a részecskeképet használják a tanulók, mely a kémiai tanulmányok során kibővül azzal, hogy a halmazokat felépítő részecskék különböző kölcsönhatásokban lehetnek egymással, mely meghatározó jelentőségű az egyes anyagok tulajdonságai szempontjából.

Jellegzetes tanulói tévképzet az olvadás és a szilárd anyag folyadékban történő oldódása folyamatok összekeverése. Az oldódási folyamatot is sok esetben olvadásnak nevezik a tanulók, például a só elolvad a vízben, a feloldódik helyett. Mindkét folyamatban ténylegesen szétesik a részecskék kristályos szerkezete, de másképp, más folyamatban és más hatásra.

### A hőtágulás értelmezése

Az anyag részecskeképeivel jól magyarázható a **hőtágulás** jelensége mindhárom halmazállapotban. Ez azért is fontos, mert így láthatják a tanulók, hogy **egy modell alkalmazásával** miként lehet jelenségeket megmagyarázni, illetve előre jelezni, hipotéziseket alkotni, azok alapján kísérleteket tervezni, majd azokat ténylegesen elvégezni, mely vagy alátámasztja az előzetes várakozásokat, vagy nem. A témakör feldolgozásához sokféle kísérlet végezhető el és sok példa hozható a mindennapi életből is (hidak, vasúti sín, gázvezeték stb.), amelyek érdekessé tehetik a témakör tanulását.

A melegebb környezetben a részecskék élénkebben mozognak, és ez magyarázza azt, hogy nagyobb a helyigényük. Analógiaként elmondható például az, hogy amikor futkároznak a gyerekek a testnevelés órán, nagyobb teremre van szükségük, a tornaterem mindig nagyobb,



mint az osztályterem. Sok esetben felfedezhető egy olyan tanulói elképzelés, amely szerint a hőtágulásnak az az oka, hogy megnő a részecskék mérete. Ez a részecskeképnek ténylegesen nem mond ellent, abból akár következhet is, de itt nem ez a helyzet. Amennyiben megjelenik ez az elképzelés, mindenképpen dicsérjék meg a tanulót, hiszen jól gondolkodott, valóban van olyan eset, nevezetesen az elektronállapotok gerjesztődésekor, amikor ténylegesen megnő a részecskék mérete. A beszélgetés során rá lehet térni arra, hogy mit gondolnak a tanulók, mely halmazállapotban milyen mértékű lehet a hőtágulás. Melyik esetben lehet a legnagyobb és mikor a legkisebb? Ennyi elméleti meggondolás után célszerű rátérni a tényleges halmazállapotokénti vizsgálódásokra. A legtöbb természetismereti és fizika tankönyv a szilárd anyagok hőtágulásával kezdi a téma feldolgozását.

### A szilárd testek hőtágulása

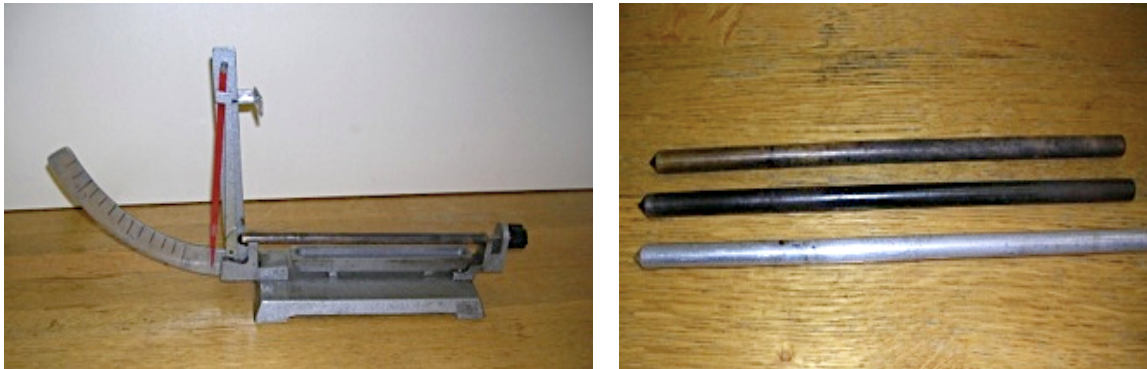
A **szilárd testek hőtágulása** kiválóan szemléltethető a **rézgolyó–rézkarika párossal**, ami sok szertárban megtalálható, az eszköz neve kitalálójá után Gravesande-féle **karika, golyó** (2.9. ábra). Gondolkozhatnak a tanulók arról, hogy mi fog történni, ha egyiket, másikat vagy mindkettőt felmelegítik, vajon átfér-e a golyó a karikán. A rézkarika környílása pontosanakkora, hogy szobahőmérsékleten a golyó éppen átfér rajta. Ha a golyót felmelegítjük, az kitágul, és így már nem fér át a karikán. Melegítsük a karikát is! A felmelegített karika nyílásán a meleg rézgolyó ismét átfér, bizonyítva ezzel, hogy a szilárd testek belső üregei melegítés hatására ugyanúgy tágulnak, mintha az üreget is anyag tölténé ki.



2.9. ábra. A Gravesande eszköz a szilárd testek hőtágulásának vizsgálatához  
(Radnóti K. felvétele)

Ezt követően csak az úgynevezett **vonalas esetre** korlátozódik a tárgyalás, amikor a hosszúság mellett a többi méret elhanyagolható. A vizsgálathoz a legtöbb iskolai szertárban megtalálható emeltyűs pirométer használható (2.10. ábra). Hosszúkács vájzatába borszeszt kell önteni és azt meggyújtani, majd figyelni, hogy a behelyezett fémrúd miként változik a

hosszúsága, melyet a skála előtt elmozduló piros mutató jelez. A kísérletet csak tanár végezheti! A tanulók előzetes hipotézist alkothatnak a következőkről:



2.10. ábra. Emeltyűs pirométer (balra) és a három féle anyagból (vas, réz és alumínium) készült rúd (Radnóti K. felvétele)

- Hogyan változik a megnyúlás, ha egyre hosszabb ideig melegítik a rudakat?
- Azonos ideig tartó melegítés esetében melyik rúd fog legnagyobb mértékben megnyúlni: a vas, a réz vagy az alumínium?

A tanulók megfigyelhetik, hogy minél hosszabb ideig tart a melegítés, annál nagyobb lesz a megnyúlás mindhárom anyag esetében. Azonos ideig tartó melegítés esetében pedig az alumíniumrúd nyúlik meg legjobban.

Vegyük észre, hogy a rudak hőmérsékletét nem tudjuk megmérni, és egyáltalán nem biztos, hogy az azonos ideig tartó melegítés hatására azonos lesz a három rúd hőmérséklete. Sőt, biztos, hogy nem, hiszen különböző a fajhőjük. De erről a természetismeret órán nem kell beszélni, csak tanári háttérként írjuk le. A függvénytáblázatban megtalálhatók az úgynevezett hőtágulási együtthatók, de a természetismeret tanulás során mégsem ezt érdemes használni, mivel az kicsit bonyolult fogalom a 10-11 évesek számára ebben az életkorban. E helyett a tankönyvek azt szokták táblázatba foglalni a gyerekek számára, hogy az adott anyagból készült egy 1 méter hosszúságú rúdnek mekkora a hosszváltozása 100 °C hőmérsékletemelkedés hatására (2.2. táblázat).

A hőtágulást sok példán megfigyelhetik a tanulók a mindennapokban. Például a hőtágulással magyarázható, hogy nyáron a távvezetékek megnyúlnak, télen pedig csökken a hosszuk. A tartóoszlopokat úgy kell tervezni, hogy nyáron a belógó vezetékek ne akadályozzák például a közlekedést, vagy ne okozzon balesetveszélyt, télen pedig a méretcsökkenés miatt fellépő feszítőerő ne döntse ki az oszlopokat. Általában a hidaknak csak az egyik végét rögzítik, a másik végük gyakran görgőkön nyugszik, így a híd a hőtágulás következtében nem deformálódik. A tűzjelzőkben vagy a gázmelegítő készülékekben használt bimetall szalagban két különböző hőtágulási együtthatóval rendelkező fémet (alumínium és réz) szegecselnek össze. Azonos hőmérsékletváltozás hatására a két fém különböző mértékben tágul, ezért a fémszalag elhajlik.

Anyag	Hosszváltozás 100 °C hőmérsékletemelkedés hatására (mm)
alumínium	2,4
beton	1,2
ezüst	1,9
gyémánt	0,1
ólom	2,4
réz	1,7
vas	1,2

2.2. táblázat. Néhány szilárd anyag hőtágulása

### A folyadékok hőtágulása

A **folyadékok hőtágulásával** minden bizonnyal találkoztak már a gyerekek a természetismeret tantárgy tanulása előtt, hiszen a folyadékos hőmérők ezen az elven működnek. A részecskekép alapján is ki lehet gondolni, hogy a folyadékok is, a szilárd anyagokhoz hasonlóan, magasabb hőmérsékleten nagyobb térfogatot foglalnak el. Hogy mennyivel, az pedig anyagi minőségüktől függ. Ezt célszerű néhány esetben megvizsgálni (példaként víz, alkohol esetében), és összehasonlítani az eredményeket. A vizsgálat menete a következő:

- Töltsünk meg egy kémcsövet színültig vízzel, egy másikat pedig alkohollal! Ezt követően mindkettőt zárjuk le egy-egy üvegcsöves gumidugóval! Jelöljük meg a folyadékszintek helyzetét az üvegcsövön!
- Helyezzük mindkét kémcsövet egy meleg vízzel töltött, akkora méretű főzőpohárba, amelyben a víz szinte ellepi a kémcsöveket! Figyeljük meg a folyadékszintek változását!
- Hasonló vizsgálat végezhető úgy, hogy hideg vizet tartalmazó főzőpohárba tesszük a kémcsöveket.

A folyadékok hőtágulási együtthatója is megtalálható a függvénytáblázatban, de a természetismeret tanításakor mégis olyan táblázat adatait elemezzük a gyerekekkel, amelyben 1 liter térfogatú anyagok esetében az van megadva, hogy hány ml-rel növekszik a térfogat 10 °C hőmérsékletemelkedés hatására (2.3. táblázat).

Mindenképpen meg kell említeni, hogy ebből a szempontból a közismert víz különlegesen viselkedik, hiszen csak 4 °C felett jellemzi e viselkedés, 0 °C és 4 °C között csökken a térfogata a hőmérséklet emelkedésekor. A víz több szempontból is különlegesen viselkedik, például szilárd állapotában kisebb a sűrűsége, és fagyáskor a többi anyagtól eltérően a víz térfogata megnő (mintegy 9%-kal). Ezért úszik a jég a vízben. Ezeknek komoly jelentősége van a földi élet szempontjából, télen a folyóknak és a tavaknak csak a felszíne fagy be, így a jég alatt életben maradhat az élővilág.

Anyag	Térfogatváltozás 10 °C hőmérséklet-emelkedés hatására (ml)
alkohol	11
benzin	10
víz	1
higany	2

2.3. táblázat. A folyadékok hőtágulása

Fontos gyakorlati vonatkozása van annak, hogy a folyadékok hőtágulása általában nagyobb, mint a szilárd anyagoké. A szilárd anyag hőtágulása során növekszik az edény térfogata, de az edényben tárolt folyadék térfogata általában ennél nagyobb mértékben nő. Ezért ha színültig töltünk egy edényt folyadékkal egy adott hőmérsékleten, majd felmelegszik, akkor a folyadék egy része kifolyik. Ezért nem szabad az edényeket színültig tölteni folyadékkal (például folyékony étel, ital mélyhűtőbe helyezésekor, vagy a benzin kannában tárolásakor). Ezt a jelenséget használják fel a folyadékos hőmérő készítésénél. Mivel a folyadék nagyobb mértékben tágul, mint az üveg, ezért a vékony üvegcsőben felkúszik a folyadékszint, ha nő a hőmérséklet.

### A gázok hőtágulása

A **gázok hőtágulásának** szemléltetéséhez a következő kísérletet ajánljuk. Tegyük festett (például réz-szulfáttal) vizet egy nagy üvegdobba, amibe a széléről beelóg egy hosszú nyakú lombik szája! Melegítsük kezünkkel vagy esetleg borszeszégő lángjával a lombikban lévő levegőt! Kérdezzük meg a tanulóktól, mit várnak, mi fog történni? Ahogy a levegő kitágul, buborékok távoznak a lombikból. Le is húthatjuk a lombikban maradt levegőt. Öntsünk óvatosan kevés hideg vizet a lombikra! Tapasztaljuk, hogy az összehúzódo levegő helyére víz áramlik be. A vizsgálat alapján is látható, hogy a különböző halmazállapotú anyagokat összehasonlítva a gázok térfogatváltozása a legnagyobb. A gázok esetében azért nem közlünk táblázatot, mert a hőtágulás mértéke nem függ az anyagi minőségtől. Gyakorlati vonatkozása, hogy nem szabad szórópalackokat (spray-s dobozokat) a tűző napra tenni, mert a gázok hőtágulása miatt szétrobbanhatnak azok.

### 2.2.3. Az energiaterjedés módjai

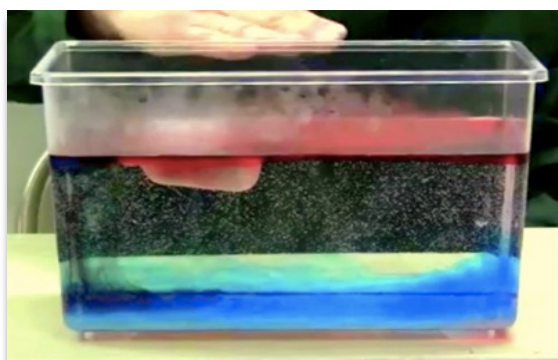
Az **energiaterjedés** (vagy régies nevén hőterjedés) mechanizmusa többféle lehet: hővezetés, hőáramlás és a hőszugárzás. Mielőtt elkezdjük e téma feldolgozását a tanulókkal, célszerű beszélgetni velük arról, hogy ismét az anyag részecskemodelljét használva, milyen energiaterjedési lehetőségeket tudnak elképzelni.

- A modell alapján kikövetkeztethető, hogy az egyik lehetőség az, hogy a részecskék nem vándorolnak el a helyükről, csak a hőmozgás élénksége az, ami szomszédra terjed. Ez a **hővezetés** jelensége.
- A másik esetben pedig a részecskék ténylegesen elvándorolnak, ami a **hőáramlás** jelensége.

### A hővezetés és a hőáramlás vizsgálata

A hővezető-képesség is függ az anyagi minőségtől, mint sok más tulajdonság. A fémek jó **hővezetők**, míg például a műanyagok, a téglá, a víz, a fa, a papír, a gyapot nem, ezek **hőszigetelő anyagok**. Érdekes vizsgálatok és kísérletek végezhetők ebben a témában is. Például több tankönyv ajánlja a következőt: A hőtani tanulókísérleti készletben található vas-, réz- és alumíniumlemezre rögzítsünk viasszal kis rajzsögeket, majd egyik végükön kössük össze a lemezeket! Kezdjük el melegíteni az összekötött lemezrészlet! Figyeljük meg, hogy melyik lemezről potyognak le hamarabb a rajzsögek! A felhasználás módjától függ, hogy éppen jó vagy rossz hővezető, hőszigetelő anyagra van-e szükség. Az épületekben használt fűtőtesteket például jó hővezető anyagból célszerű készíteni, míg a házakat jó hőszigetelő üreges téglából, mert a téglá üregeiben lévő levegő is jó hőszigetelő. Általában a laza szerkezetű anyagok jó hőszigetelők.

Milyen anyagokban terjedhet hőáramlással az energia? Kikövetkeztethető, hogy ez a fajta energiaszállítás a folyadék és a gáz halmazállapotú anyagokra lehet jellemző. De merre áramlik a folyadék vagy a gáz, ha elkezdjük melegíteni? Minden irányba, vagy lesz kitüntetett irány? Nézzünk két, a kérdés eldöntésére szolgáló vizsgálatot! Melegítsünk egy lombikban lévő vizet alulról! A víz útjának jelzésére tegyünk az aljába szép lila hipermangán kristályt! Látható a képen, hogy a víz felfelé áramlik. Több tankönyvben megtalálható a következő kísérlet, amelyhez a szükséges üvegeszköz általában a fizika- vagy kémiaszertárban fellelhető. Ejtsünk hipermangán kristálydarabkát négyzetesre hajlított, vízzel töltött üvegcső egyik sarkába! Ezen a helyen kezdjük el melegíteni, és figyeljük, hogy merre áramlik a víz!



2.11. ábra. A tenger- vagy tóvíz körforgásának modellezése (Makádi M. felvétele)

Mindkét vizsgálatban az látható, hogy a melegített víz felfelé kezd el terjedni. A négyszögre hajlított üvegcsőben lévő hipermangán lila színe szépen mutatja, ahogy a víz mintegy körbemeget a csőben, először felfelé, majd balra, végül le, és csak végül lehűlve tér vissza a kiindulási helyre. Ugyanezt látjuk a tengervíz mozgását (vízkörzést) modellező vizsgálatban is, ahol a pirosra festett meleg víz felfelé, a kék hideg víz pedig lefelé törekszik (2.11. ábra). A légkörben is hasonló jelenség játszódik le, amikor az a felszín közelében, a felmelegedő felszín hatására felmelegszik, és ennek következtében felemelkedik (2.12. ábra). A felemelkedő levegő egyre alacsonyabb hőmérsékletű tartományba kerül, így fokozatosan hűl, a hideg levegő pedig lefelé áramlik. Így alakulnak ki a különböző szélrendszerek.



2.12. ábra. A felmelegedő levegő felszállásának modellezése (Makádi M. felvételei)

A víz és a levegő felemelkedésének oka a felhajtóerő, mely azonban nem tananyag a természetismeret tantárgyban, csak tanári háttértudásként említjük meg. Mivel ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  felett) a víz vagy bármilyen folyadék, illetve gáz a növekvő hőmérséklet hatására egyre jobban kitér (hőtágulás), a melegítés helyén és körül kisebb sűrűségű lesz, és elkezd felfelé emelkedni. A felmelegedett folyadék, gáz helyére hideg folyadék, gáz áramlik, amely ott szintén felmelegszik, kitér és felemelkedik. A folyamat így állandósult körforgáshoz vezet. Egyik technikai alkalmazása a központi fűtési rendszer. A jelenség magyarázza, hogy miért van a kazán az épületek legalsó szintjén. Ezen az elven alapult a padlófűtés már az ókori rómaiaknál is.

### A hőszugárzás vizsgálata

A Nap és lakóhelyünk, a Föld nevű bolygó közötti hatalmas tér csaknem teljesen üres, majdnem tökéletes vákuum uralkodik ott. A napfény mégis eljut hozzánk, energiát, életet adva a Földnek. A harmadik energiaterjedési mód a hőszugárzás, amelynek terjedéséhez nincs szükség semmiféle közegre, annak bármilyen mozgására.

A természetismeret órán kívül is megfigyelhetik a tanulók, hogy a napsugárzás hatására erősebben felmelegednek a sötét színű tárgyak, mint a világos színűek, vagyis a hőelnyelés és hőkibocsátás a test

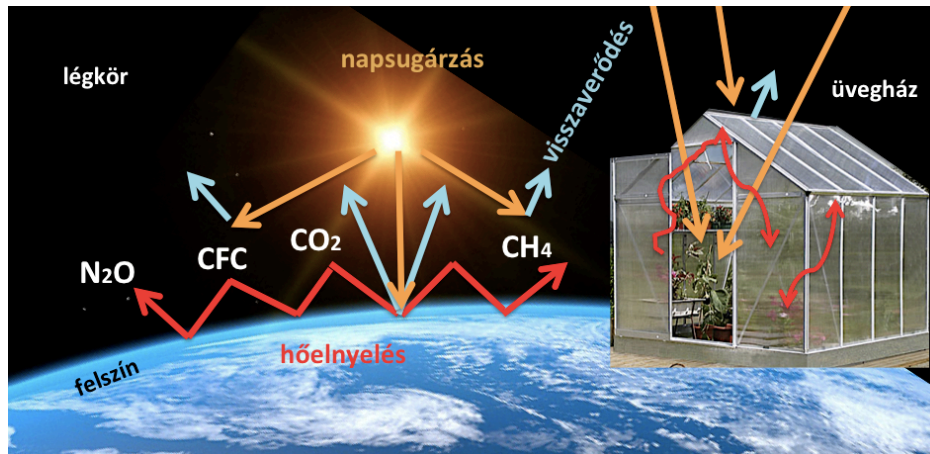
felületének színétől is függ. (Meglepő megfigyelés: ha behunyt szemmel simogatunk meg egy napozó sötét-világos foltos macskát, akkor a hőmérséklet-eltérés alapján is tökéletesen ki lehet tapintani a foltok helyzetét.)

A **hőelnyelés** és **hőkibocsátás** vizsgálatára érdemes kísérletsorozatot végezni. A hősugárzás forrása lehet a Nap, egy hősugárzó vagy egy infralámpa. Például a hősugárzótól azonos távolságban helyezzenek el két azonos sugarú gömblombikot, amelyeknek eltérő a külső felülete: az egyiké fekete (festett, kormozott vagy fekete papírral bevont), a másiké pedig fehér (festett vagy fehér papírral bevont) vagy fényes (alufóliával bevont). A sugárzásnak kitett eltérő felszíni tulajdonságokkal rendelkező lombikok különböző mértékben nyelik el, majd sugározzák ki a hőt. A tanulók javasoljanak módszereket arra, hogy megmutassák a különbséget! Azokat, amelyek megvalósíthatók a gyakorlatban, próbálják ki, akár otthon is! Például ha lombikokba azonos hőmérsékletű vizet öntenek, és azonos idő elteltével megméri a hőmérsékletüket, azt tapasztalják, hogy a fekete felszínű lombikba töltött víz melegszik fel jobban, vagyis a fekete felületű tárgy nyel el, majd bocsát ki több hőt. A világos vagy fényes felületű tárgy pedig kevesebbet nyel el, és ezzel párhuzamosan több sugárzást ver vissza. Hívjuk fel a tanulók figyelmét arra, hogy az a test, amelyik több hő elnyelésére képes, az több hőt is bocsát ki!

Érdemes arról is beszélni, hogy a hősugárzás (infravörös sugárzás) a fényhez hasonló elektromágneses sugárzás egyik fajtája. Bármely test, amelyik melegebb az abszolút nulla foknál, elektromágneses sugárzást – és így infravörös sugárzást is – bocsát ki magából. Ez alapján lehet úgynevezett infrakamerával megtalálni sötétben is élőlényeket, embereket, vagy azt vizsgálni, hogy egy háznak jól zárnak-e a nyílászárói, hol szökik a hő stb. A gyakorlatban felhasználható tapasztalat, hogy a világos, sima felületek (például fehérre festett házfalak, a tengerpart homokos fövénye) jól visszaverik a hőt és rosszul sugározzák ki, míg a sötét, érdes felületek (például szántóföld, aszfaltozott úttest, panelházak betonfelületei) jó hőelnyelők és jól is sugároznak. A mindennapokban az is lehet cél, hogy egy tárgy erősebben felmelegedjen és az ellenkezője is. Gyűjtsenek a tanulók olyan eszközöket, berendezéseket, technikai megoldásokat, ahol ezt a jelenséget valamelyik cél érdekében felhasználják! (Néhány példát mi is felsorolunk: a kerti zuhanyozó víztartályát feketére festik; a termosz belső falát fényes bevonattal látják el; a lakás ablakára fényvisszaverő fóliát ragasztanak; a parkoló autó szélvédőjére nyáron fényvisszaverő fóliát tesznek; nyáron világos színű ruhákat hordunk, télen pedig inkább sötét színűeket.)

A hőelnyelés jelenségének az időjárás alakulása szempontjából is van jelentősége. A földfelszín anyagi tulajdonságainak (például szín, érdesség, szerkezet) különbözősége miatt a hőelnyelés, majd a hőkibocsátás is eltérő. Ezért a felszín fölött hőmérséklet-különbség alakul ki, aminek nyomáskülönbség a következménye. Amíg ki nem egyenlítődik a nyomáskülönbség, addig levegő áramlik a nagyobb nyomású hely felől a kisebb nyomású felé, vagyis a felszín közelében fúj a szél. A hőelnyelést a növénytermesztésben is felhasználják. Az üvegházban vagy a fóliasátorban melegebb van, mint azon kívül, mert a napsugárzás nagy energiájú összetevőkből áll, nagyrészt keresztülhatol az üvegen vagy a fólián, elnyelődik a talajban, a berendezési tárgyakban, a növényekben, és felmelegíti azokat. A felmelegített testek kisugározzák az elnyelt energiát, de mivel a hőmérsékletük alacsonyabb, mint Napé, ezért kisebb energiájú sugárzást (főként infravörös sugárzást) bocsátanak ki. Ennek azonban csak egy kis

része tud áthatolni az üvegen vagy a fólián, ezért „csapdába esik” és felmelegíti a bezárt levegőt (2.13. ábra). Érdeemes arról is beszélni, hogy ilyen módon egyszerűen fel lehet használni a Nap energiáját és nem kell például fosszilis energiahordozókat elégetni az üvegház fűtésére. Keressenek a tanulók példákat az üvegházhatásra a mindennapokból! Bizonyára sokan mondják majd példának, hogy a napsugárzás érezhetően felmelegíti a levegőt szobában vagy az autóban.



2.13. ábra. A hőscapdaként működő üvegház modellje (Makádi M.)

A Föld is üvegházként működik: az üveg szerepét a bolygót körülvevő légkör játssza. A Napból érkező nagyenergiájú elektromágneses sugárzás lényegében akadály nélkül halad át a légkörön, és a felszínt elérve, felmelegíti azt. A felmelegedett földfelszín kisebb energiájú sugárzást (főként infravörös sugárzást) bocsát ki. Ennek azonban csak egy része tud áthatolni a légkörön, más része visszaverődik és melegíti azt. Az üvegházhatásnak köszönhetjük, hogy ki tudott alakulni az élet a Földön, hiszen e nélkül a Föld átlaghőmérséklete lényegesen (kb. 30 °C-kal) alacsonyabb lenne. Az **üvegházhatás** mértéke a légkör összetételétől és a földfelszín tulajdonságaitól is függ, ugyanis mindkettő befolyásolja a sugárzás elnyelésének és kibocsátásának mértékét. A légkör összetételénél fontos, hogy milyen az üvegházhatást okozó gázok (szén-dioxid, metán, vízgőz, nitrogén-oxidok, halogénezett szénhidrogének) mennyisége. A földfelszín sugárzáselnyelő tulajdonságát pedig az befolyásolja, hogy mi borítja a felszínt: víz, hó és jég, növényzet, kopár talaj, szikla vagy utak és épületek.

Egyszerű vizsgálattal modellezhető az üvegházak és a földi üvegházhatás működése a természetismeret tanítás-tanulás folyamatában. (A vizsgálatot érdemes tanórán kívül, otthon elvégezni, mert időigényes.)

- Tegyenek a tanulók egy átlátszó tálat, poharat vagy Petri-csészét az asztalra a szájával lefelé, és helyezzenek hőmérőt az edény alá! (Fontos, hogy ne legyen rés az edény és a felület között, hogy ne „szökjön meg” a meleg.) Egy másik hőmérővel mérjék az edényen kívüli hőmérsékletet! A hősugárzás forrása lehet a Nap, egy hősugárzó vagy egy infralámpa. Akár egyszerre, akár egymásután végzik el a különböző a méréseket, arra nagyon kell ügyelni, hogy azonos módon érje a sugárzás az „üvegházakat”!
- Mérjék meg a tanulók a hőmérsékletet adott időközönként, és rögzítsék táblázatban az adatokat!
- Tegyenek az edény alá különböző tulajdonságú felületeket, fehér papírt, fekete papírt, alufóliát, virágföldet, homokot, gyepreveget stb.!
- A mérések előtt állítsanak fel hipotéziseket, majd hasonlítsák össze a mérési eredményeket, és vonják le a következtetéseket!



## A fény mint az energiaterjedés egyik formája

A természetismeret tanulása során is szükség van olyan alkalmakra, amelyeken a fény természete kerül szóba. Ebben az esetben is fontos a gyerekek előzetes tudásának felmérése, hogy ők miképpen gondolnak a fényre. Célszerű a felnőttek számára gyakran furcsának tűnő kérdéseket feltenni, mert ezek segítségével közelebb juthatunk a gyermekek világmagyarázatát képező elméletekhez. Ilyen kérdések lehetnek például: Van-e fény a sötétben? Miért látjuk a sarokban álló szekrényt? Mi történik a fényvel, ha egy befüggönyözött szobában lekapcsoljuk a villanyt? Mi történik, ha ezután felkapcsoljuk a világítást? Mit tudtok mondani az árnyékról?

**A fényvel kapcsolatos gyermeki elképzelések** a következőképp foglalhatók össze:

- A fényvel kapcsolatos értelmezések kezdetben messze állnak a tudományos elképzelés(ek)től. A gyerekek nem mint önálló fizikai létezőt szemlélik a fényt, hanem szorosan összekapcsolják a fényforrással (szinte azonosítják azzal), vagy a „tér” egyfajta állapotaként értelmezik (világos van). Mindenesetre a 300 000 km/s sebességgel száguldó „valamik” (hullámok, részecskék) képzete nehezen és csak sokára alakul ki.
- A kisgyerekek megkülönböztetik az éles és a „hétköznapi” (vagyis a dolgokat megvilágító) fényt. Ebben a képben a fények egy skálán helyezhetők el a nagyon éles, direkt fénytől a sötétségig (sok kisgyerek a sötétséget „fekete fénynek” tartja). Az árnyék ebben a képben csak az éles fény hatására alakul ki.
- Sok gyerek számára a fény részecskékből áll.
- Tapasztható az is, hogy a gyerekek olykor a fényt nem kapcsolják össze a látással. A fény megvilágítja a tárgyakat, de a kérdésekre adott válaszaikban nincs jelzés arra, hogy a látás a fény visszaverődése és a szembe jutása révén jönne létre. A látást pusztán annak tekintik, hogy a szem érzékeli a megvilágított dolgokat.
- A fényt emberi szándékokkal összefüggésben értelmezik: a fény azért van, hogy láthassuk a dolgokat.
- A fény a gyermeki tudatban a nagy, fénykibocsátásra képes tárgyak tulajdonsága.
- Úgy képzelik, hogy a fény éjszaka messzebb jut el, mint nappal.
- A tanulók a fényt nem kapcsolják össze a mozgással, úgy gondolják, hogy a fény körülöttünk, a dolgok körül van, de nem halad, nem mozog.
- A látást a kisgyerekek azzal magyarázzák, hogy a szemből sugarakat bocsátunk a tárgyra. (Ez volt az ókori elképzelés is.)

A természetismeret tanítása során nem arra van szükség, hogy a tanár „átadja a helyes ismereteket” a tanulóknak. Ehelyett meg kell ismernie a gyerekek elképzeléseit, s ami még ennél is fontosabb, nekik maguknak kell tudniuk kifejezni, egyre plasztikusabban megfogalmazni saját gondolataikat. A tudományos (vagy annak tartott) elképzelés alapgondolata, mint alternatíva szerepeljen, kínáljuk fel értelmezési lehetőségként. Kisebb gyerekeknek talán a részecskemodell a leginkább megfelelő: a fényben

nagyon-nagyon kicsi golyócskák repülnek iszonyúan nagy sebességgel. Ehhez persze szükséges, hogy már az anyaggal kapcsolatban egy viszonylag jól formált részecskeképpel rendelkezzenek.

Érdekes feladat, hogy a tanulók gyűjtsék össze csoportmunkában, miért, mennyi ideig és hogyan használunk különböző fényforrásokat a lakásban, az iskolában, a településeken, a színpadon, a közlekedésben és a természetben (például milyen lámpát használunk olvasásához, hová, hogyan helyezzük el az asztali lámpát, milyen lámpát használjunk a nappali szoba megvilágításához, stb.). A tanulók beszéljenek arról is, hogy fontos, hogyan takarékoskodjunk a fényforrások használatával.

### Hallgatói kérdések és feladatok

1. Gyűjtsön kifejezéseket, szóösszetételeket, amelyben az energia szót használja a köznyelv! Milyen szemlélet áll ezek mögött? Melyik fizikai alapú?
2. Vizsgáljon meg ismeretterjesztő könyveket, cikkeket, nézzen meg ismeretterjesztő filmeket és figyelje abból a szempontból, hogy milyen módon írnak/beszélnek az energiáról! Milyen jellegzetes tévképzetek találhatók benne? Használják-e a hőenergia fogalmát? stb.
3. Vizsgáljon meg tankönyveket abból a szempontból, hogy a fejezetben tárgyalt jelenségek, mint hőtágulás, halmazállapot-változások, hővezetés, hőáramlás értelmezéséhez milyen mértékben használja az anyag részecskemodelljét!
4. Vizsgáljon meg természetismeret tankönyveket abból a szempontból, hogy milyen fénnel kapcsolatos jelenségeket tartalmaz, és ezekhez milyen értelmezéseket fűz!
5. Vizsgáljon meg természetismeret tankönyveket abból a szempontból, hogy miként írnak az energiatermelésről, mennyire hangsúlyozzák például a megújuló energiaforrásokat?
6. Tervezze meg az energiával foglalkozó fejezetben tárgyalt valamelyik témakör feldolgozását a tanári és a tanulói tevékenységekkel együtt!

### A fejezetben felhasznált és ajánlott irodalom

1. *Budó Á. (1977):* Kísérleti fizika. Tankönyvkiadó, Budapest, 517 p.
2. *Carlton, K. (2000):* Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 2. pp. 101–105.
3. *Chi, M. T. H. – Slotto, J. D. – deLeeuw, N. (1994):* From Things to Process: A Theory of Conceptual Changes for Learning Science Concepts. *Learning and Instruction*, 4. pp. 27–43.
4. *Driver, R. (1983):* The Pupil as Scientist? Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia, pp. 541–555.
5. *Driver, R. – Guesne, E. – Tiberghien, A. (szerk., 1985):* Children's Ideas In Science. Open University Press; Milton Keynes, Philadelphia, pp. 193–201.
6. *Csapó B. – Szabó G. (szerk., 2012):* Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 179–311.
7. *Csákányiné – Károlyházy F. (1996):* Fizika 6. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 124 p.
8. *Király M. – Radnóti K. (2012):* Az energiáról és az energiatermelésről I-III. A Fizika Tanítása. MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged, XX. 2. pp 8–18., 3. pp 3–12., 4. pp 3–14.
9. *Korom E. (2005):* Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 192 p.
10. *Nahalka I. – Wagner É. (1996):* Természetismeret. Tanterv 1–6. osztályosok számára. KOMP Iskolamodell, Budapest, 75 p.
11. *Nahalka I. (1997):* Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron I-III. Iskolakultúra. VII. évf. 2. pp. 21–33.; VII. évf. 3. pp. 22–40.; VII. 4. pp. 21–31.

12. *Nahalka I. – Poór I. – Radnóti K. – Wagner É. (2002): A fizikatanítás pedagógiája.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 330 p.
13. *Novick, S. E. – Nussbaum, J. (1978): Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter; An interview study.* Science Education, 62. 3. pp. 273–281.
14. *Radnóti K. – Király B. (2013): Modellszámítások az energia oktatásához.* Fizikai Szemle. LXIII. évf. 12. pp. 422–425.
15. *Radnóti K. – Nahalka I. (szerk., 2002): A fizikatanítás pedagógiája.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 330 p.
16. *Radnóti K. – Schusztér F. (2003): Így is lehet tanítani.* Módszertani Lapok, Fizika, 10. évf. 2. pp. 8–14.
17. *Radnóti K. (szerk., 2014): A természettudomány tanítása.* Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv. MOZAIK Kiadó, Szeged, pp. 70–180.
18. *Vosniadou, S. (1994): Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change.* Learning and Instruction. 4. pp. 45–69.
19. *Wagner É. (2008): A gyermeki elképzelésekkel és változásaikkal kapcsolatos ismeretek és alkalmazásuk a konstruktivista szemléletű fizika tanítás során.* PhD értekezés, Budapest, ELTE PPK, 141 p.

