

# Bolyongó részecskék

**A tevékenység rövid leírása:** A vizet alkotó részecskék mozgásának megfigyelése különböző körülmények között.

**Cél:** A vizet alkotó anyagi részecskék mozgásának közvetett bizonyítása. A Brown-mozgás és a diffúzió egyszerűsített fogalmának és szerepének megismerése. A tanulók legyenek képesek útmutató alapján összetett tevékenységsoron végighaladva, önállóan és precízen elkészíteni működőképes eszközöket, azokkal feladatokat, megfigyeléseket elvégezni és következtetéseket levonni.

**Tantervi kapcsolódás:** Anyagok és tulajdonságaik; Mérések; Megfigyelés, kísérletezés, tapasztalás; Anyagi részecskék; A víz tulajdonságai; A hőmérséklet és mozgás összefüggése

**Tantárgyi kapcsolódás:** matematika, technika és tervezés, digitális kultúra

**Megismerési módszer:** megfigyelés, leírás, összehasonlítás, vizsgálat

**Anyag, eszköz:** főzőpohár vagy üveg pohár, fekete karton, olló, cellux, erős fényű lámpa, üveg poharak, üvegtál, ételfesték, víz, szemhéjpúder, okostelefon

**Időigény:** 45 perc

## A TEVÉKENYSÉG MENETE

1. A tanulók 4 fős kis csoportokat alakítanak
2. A Brown-mozgás vizsgálatának elvégzése (**1. melléklet**). A tapasztalatok megbeszélése.
3. A hőáramlás vizsgálata, bemutatása (**2. melléklet**). A tapasztalatok megbeszélése, a vizsgálat során elkészült time lapse videók megtekintése.

## HÁTTÉR

**1. Brown-mozgás:** Robert Brown skót botanikus 1827-ben publikálta megfigyeléseit: az esővízes hordó vizét mikroszkóp alatt tanulmányozta, és abban szüntelenül mozgó valamiket látott, amiket eleinte apró élőlényeknek tartott. De bárhogy is próbálta azokat megölni (például forralással), hogy abbahagyják a mozgást, azok továbbra is szüntelenül „ficánkoltak”. Amikor eső idején egy tiszta pohárral a kezében kiment a szabadba, a frissen gyűjtött esővízben nem látott ilyen mozgó dolgokat, de az ereszből vett vízmintában igen. Végül rájött, hogy az „elpusztíthatatlanul” izgó-mozgó apróságok pollenek, azaz apró virágporszemcsék. A jelenség magyarázata az, hogy egy pollenszemcse – a mi esetünkben púderszemcse – a jelenség számára pont optimális méretű, azaz:

- már van olyan nagy, hogy az általunk használt megvilágítás mellett már éppen látható legyen (ellentétben a vízmolekulákkal),
- de még kisebb annál, hogy a szüntelenül nekilökdösődő vízmolekulák már ne tudják időnként egy kicsit arrébb lökni

A púderezemcsét nem egyetlen vízmolekula löki meg valamelyik irányba, hanem amikor (a véletlenek játéka miatt) egyik irányból éppen több vízmolekula ütközik neki (vagy azok nagyobb átlagos sebességgel csapódnak neki), mint az ellentétes irányból, akkor megindul a nagyobb eredő erő irányába. Vagyis a Brown-mozgás egy „statisztikai” következménye az igen apró molekulák véletlenszerű mozgásának, amelyeket a jelenség során nem is látunk. Vagyis közvetett bizonyítéka annak, hogy a folyadék igen apró molekulákból áll, amelyek szüntelenül mozognak (hőmozgást végeznek). A jelenség első matematikai leírását Albert Einstein adta meg 1905-ben.

Látványos videók a Brown-mozgás bemutatására:

[https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/brownian\\_motion\\_2.mp4](https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/brownian_motion_2.mp4)

[https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/pollen\\_grains\\_in\\_water\\_-\\_brownian\\_motion.mp4](https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/pollen_grains_in_water_-_brownian_motion.mp4)

Szimuláció a Brown-mozgás bemutatására:

[https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/brownian\\_motion\\_hd.mp4](https://www.netfizika.hu/sites/default/files/videos/original/brownian_motion_hd.mp4)

**2. Hőáramlás:** Hőáramlásról akkor beszélünk, ha a folyadék (vagy gáz) egy része felmelegszik a többi részekhez képest, a felmelegedéstől kitágul, vagyis a térfogata megnő, a sűrűsége pedig lecsökken. A folyadék ezen felmelegedett része felszáll, felfelé áramlik. A felszínen szétáramlik, majd lehűl, ettől összehúzódik, térfogata lecsökken, sűrűsége megnő és lefelé süllyed.

A hőáramlás során tehát molekulák sokasága (makroszkopikus mennyisége) vándorol el a saját méretéhez képest hatalmas távolságokra. Ezt az áramlást hívjuk hőáramlásnak. Ha a melegítés (hűtés) a folyadék/gáz egyik részén folyamatosan fennáll, akkor az áramlás állandóan visszatér, ezt hívjuk cirkulációnak, pontosabb nevén gravitációs cirkulációnak.

A hőáramlás körébe tartoznak a tengeráramlások is, amelynek az a „hajtóereje”, hogy a víz eltérő hőmérsékletűvé válik, és a hidegebb anyag lesüllyed, a melegebb pedig felfelé igyekszik.

Time lapse technika: [https://timelapse.blog.hu/2009/02/25/vihar\\_timelapse](https://timelapse.blog.hu/2009/02/25/vihar_timelapse)

**1. melléklet:** A Brown-mozgás (tanulók részére)

**2. melléklet:** A hőáramlás (tanulók részére)