

Az mpemba-effektus  
kísérlettel  
alátámasztott vizsgálata

Készítette: Ladik Szabolcs Viktor

Az Mpemba-paradoxon a víznek azt a tulajdonságát írja le, miszerint bizonyos körülmények között a fagyni kitett meleg víz hamarabb fagy meg, mint mellette a hidegebb. A jelenséget az újralfelfedezőjéről, a tanzániai diákról Erasto B. Mpembáról nevezték el. A definíció szerint az azonos mennyiségű, és hasonló edényben elhelyezett hidegebb illetve melegebb víz fagypontra hűtéskor a kezdetben melegebb folyadék fog hamarabb kristályosodni.

A kísérleteink során számos körülményt vizsgálunk, mivel rengeteg mítosz övezi a jelenséget. A mérés pontosságát a digitális hőmérőszensorokkal ( $0,1^{\circ}\text{C}$  lépték), valamint  $0,1\text{g}$  pontosságú mérleggel biztosítjuk, továbbá laboratóriumi boroszilikát üvegedényeket alkalmazunk.

- Főzőpohár:  $V_{\text{max}} \approx 100\text{ml}$   $d=43\text{mm}(\pm 0,01\text{mm})$
- Hűtőszekrény: Electrolux ERB3445 fagyasztója
- Hőmérő: Dallas Semiconductor DS18B20 (TO-92)

Az alábbi összefüggésekben fogjuk megvizsgálni és méréssel alátámasztani a jelenséget:

- A kezdeti hőmérséklet-különbség mértéke

Az időmérés szükségességét kiküszöbölve a definíció szerint járunk el, két azonos edényben azonos térfogatú vagy tömegű folyadékot mérünk. A hőmérsékletet grafikonon ábrázoljuk.

Első mérésenként a hőmérő szenzorok differenciáját vizsgáltuk, ugyanazon folyadékba helyezve őket végeztünk mérést. 200 mintavételből 174-nél a differencia nulla volt (kevesebb mint  $0,1^{\circ}\text{C}$ ), 26 esetben pedig  $0,1^{\circ}\text{C}$  differenciát tapasztaltunk.

A hűtőszekrény kinyitásakor történő hőcsere nem kimutatható, a levegő hőmérséklete nem változott.

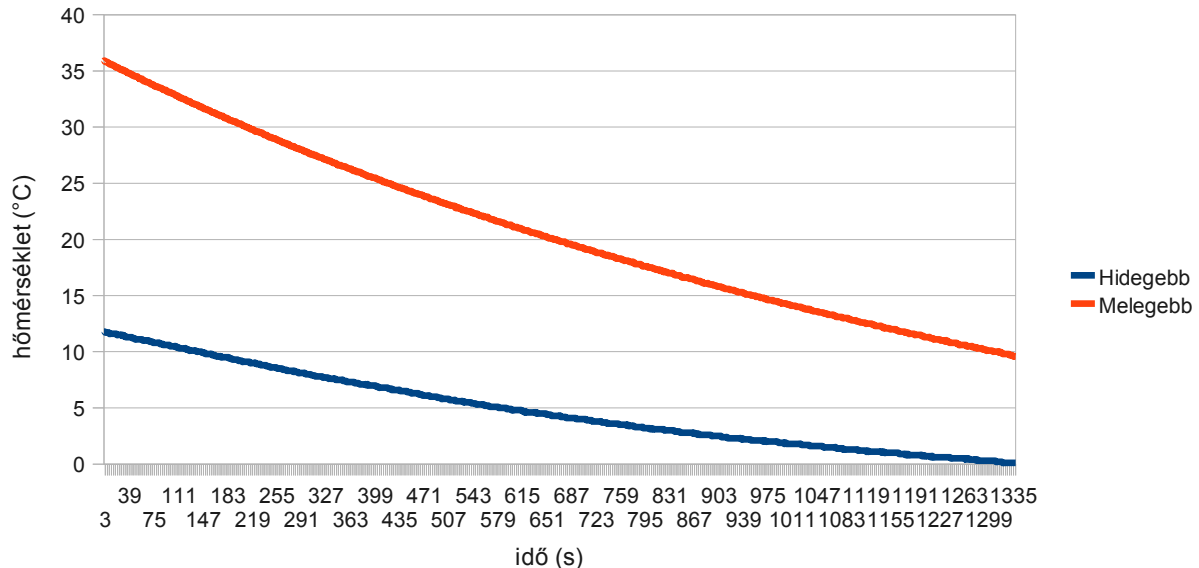
A mérések során a párologtatás mértéke nem volt kimutatható a tömegből, a kezdeti és vég tömegek azonosak voltak.

## A kísérletek

Főzőpoharakba 50g csapvizet töltöttünk, az edény nyitva maradt. A mérést addig végezzük, amíg valamelyik edényben a hőmérséklet 0.1°C nem lesz.

Kezdeti hőmérsékletek:  $T_1=11,8^\circ\text{C}$  ;  $T_2=35,9^\circ\text{C}$ .

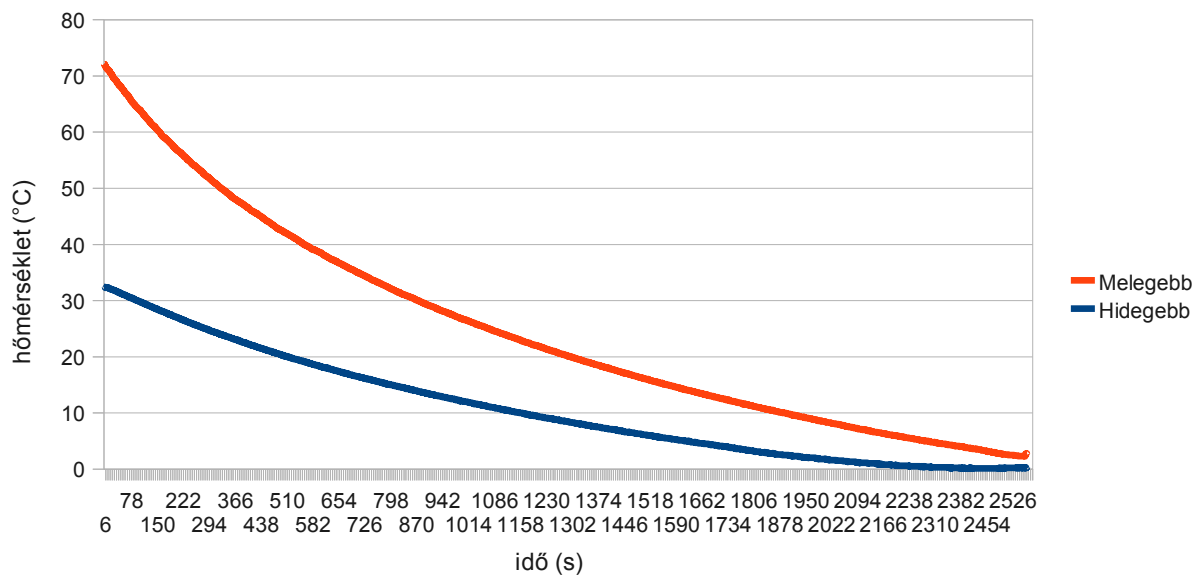
A mérés eredménye grafikonon ábrázolva:



A grafikonról leolvasható, hogy a hőmérséklet-csökkenés látszólag logaritmikus, tehát magasabb hőmérséklet-tartományban egységnyi idő alatt a változás nagyobb, mint alacsonyabb tartományban. A kezdetben hidegebb fagyott meg hamarabb, a fagypont elérésekor a differencia 9,6°C.

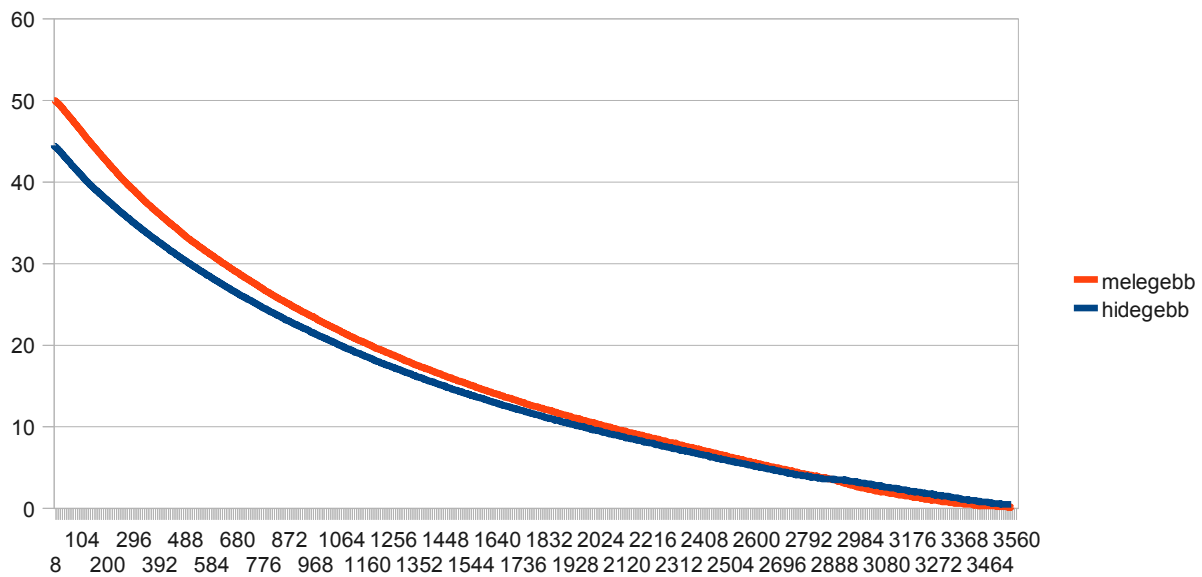
Mivel az effektus definíciója nem tartalmaz semmilyen megkötést a kezdeti hőmérsékletekkel kapcsolatban, ezért további méréseket eszközöltünk a fenti paraméterekkel, de más kezdeti hőmérsékletekkel.

Kezdeti hőmérsékletek:  $T_1=32,4^\circ\text{C}$  ;  $T_2=72,2^\circ\text{C}$ .



A függvény jellege az előzőekhez hasonló, viszont a kezdeti hőmérsékletet, valamint a hőmérséklet-különbséget is megemeltük. Látható, hogy a fagypont elérésekor a két hőmérséklet között 2,4°C különbség volt, de a kezdetben hidegebb fagyott meg hamarabb.

Kezdeti hőmérsékletek:  $T_1=44,5^\circ\text{C}$  ;  $T_2=50,0^\circ\text{C}$ .



A kísérletet szintén magas kezdeti hőmérséklettel, viszont kis differenciával elvégezve meglepő eredményeket kapunk. A kezdetben melegebb folyadék hamarabb érte el a nulla fokot, mint a kezdetben hidegebb.

A mérési hibát kiküszöbölendő, ugyan ezzel a kezdeti hőmérséklettel még háromszor végeztük el a mérést, ezekben az esetekben is az effektus érvényesült, a mérések közti differencia elhanyagolható volt.

A mérési adatokból kiderül, hogy  $3,5^\circ\text{C}$ -nál lett azonos a hőmérséklete a két folyadéknak. A legnagyobb differencia ezalatt a hőmérséklet alatt  $0,8^\circ\text{C}$  volt.

A problémát tehát több szempont szerint is vizsgálni kell a továbbiakban, a felületi kristályosodás lehetőségét kiküszöbölni, valamint a vegyi összetételt is precízebben meghatározni (rezgőasztalos vizsgálat, spektroszkópia, stb.)