

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

Hővezetés, hőáramlás és hőszigetelés

A tapasztalatok szerint a melegebb testek hőt adhatnak át a hidegebb testnek. A hőátadásnak három formája lehetséges: a *hővezetés*, a *hőáramlás* és a *hőszigetelés*.

Hővezetés

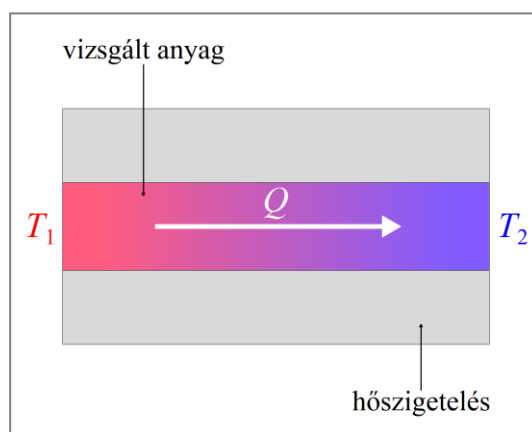
A forró kávéba tett kiskanálnak rövid időn belül a nyele is felmelegszik. A gáztűzhelyre tett edény belsejében a víz felmelegszik, mert az edény alja a lángtól hőt vezet a vízhez. *A hőátadásnak azt a formáját, melynél a hő a melegebb testből úgy jut el a vele érintkező hidegebb testhez, hogy közben nem történik makroszkopikus anyagáramlás, hővezetésnek*



nevezzük. Az anyagban tehát a részecskék nem végeznek rendezett, egyirányú mozgást, hanem rendezetlen hőmozgásuk energiájának egy részét átadják a szomszédjaiknak.

A gyertya lángjába tartott néhány centiméter hosszú rézhuzal jó hővezető, ezért a huzal másik vége is hamar forróvá válik. A meggyújtott gyufa lángja hasonló hőmérsékletű, mint a gyertyaláng, de a fa rossz hővezető, ezért a gyufaszál másik vége nem válik forróvá. Hasonló megfigyelések és kísérletek szerint a különféle anyagok különböző mértékben vezetik a hőt.

Az anyagok hővezető képességének meghatározásához az adott anyagból készült rudat hőszigeteléssel veszik körül. A rúd két végének hőmérsékletét folyamatosan T_1 és T_2 hőmérsékleten tartják, és mérik a Δt időtartam alatt a rúdon áthaladó hőmennyiséget. A mérések szerint ez a hőmennyiség egyenesen arányos a rúd keresztmetszetével, a



hőmérsékletkülönbséggel és az időtartammal, továbbá fordítottan arányos a rúd hosszával és függ a rúd anyagától. Ennek megfelelően a rúdon áthaladó Q hőmennyiség:

$$Q = \lambda \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t}{l}.$$

A fenti összefüggésben szereplő λ együtthatót, amelynek értéke a rúd anyagától függ, az adott anyag *hővezetési együtthatójának* nevezzük. Képlettel:

$$\lambda = \frac{Q \cdot l}{A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t}.$$

A hővezetési együttható SI-mértékegysége:

$$[\lambda] = \frac{[Q] \cdot [l]}{[A] \cdot [T_1 - T_2] \cdot [\Delta t]} = \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}} = \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}},$$

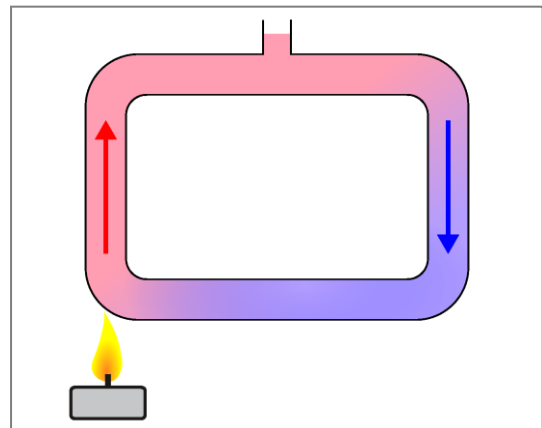
azaz

$$[\lambda] = \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}.$$

A mérések szerint *jó hővezetők* a fémek, ezeknél a hővezetési együttható viszonylag nagy. *Rossz hővezetők* (azaz *hőszigetelők*) például az üveg, fa, papír, habok, a habosított műanyagok, a nem fémes folyadékok és a gázok, ezeknél a hővezetési együttható viszonylag kicsi. A legjobb hőszigetelő a vákuum, mert a vákuumban gyakorlatilag nincsenek részecskék, amelyek részt vehetnének a hővezetésben (és hőáramlásban).

Hőáramlás

A kályha vagy fűtőtest által felmelegített levegő kitágul, sűrűsége csökken, ezért a felhajtóerő következtében felemelkedik, helyébe pedig a padló közelében hidegebb levegő áramlik. A kályha vagy fűtőtest fölé helyezett papírkígyóval, vagy a felszálló levegőbe fújt szappanbuborékokkal ez az áramlás könnyen kimutatható. Hasonló áramlás alakul ki a téglalap alakúra hajlított üvegcsőben, ha a cső egyik alsó sarkát felmelegítjük. (Az erről készült *YouTube* videó itt érhető el: <https://youtu.be/NXYobsnGRjQ>.)



Hőáramlásnak nevezzük a hőátadásnak azt a gázokban és folyadékokban előforduló formáját, melynél a hőt a melegebb testből az anyag részecskéinek áramlása juttatja el a hidegebb testhez.

A hőáramlásnak jelentős szerepe van az alulról melegített folyadékok teljes és viszonylag gyors felmelegedésében. Például a tűzhelyre tett fazékban a fazék alja által felmelegített víz felemelkedik, és ez hoz létre hőáramlást a vízben. Ugyancsak a hőáramlás hozza létre a szelet és az óceáni áramlatokat.

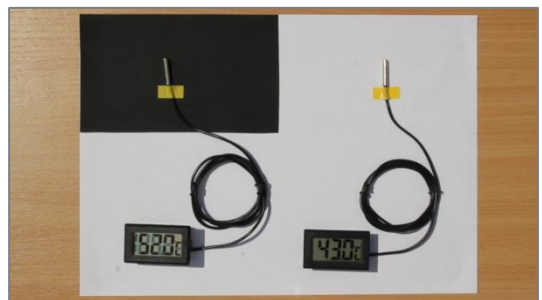
Hősugárzás

A Nap melege sugárzás útján, közvetítő közeg nélkül, a vákuumon keresztül jut el a Földre. A hősugárzás melegítő hatásának szerepét jól mutatja a nappali és éjszakai hőmérséklet különbözősége. Bronzöntéskor az olvadt, kb. 1000 °C-os bronz jelentős mennyiségű hőt sugároz, ezért az öntőmunkások karjukat és testük első felét eltakaró hővédő ruházatot, valamint álarcot viselnek.



A hősugárzás során a testek energiájuk egy részét sugárzás formájában kibocsátják, illetve más testek rájuk eső sugárzásnak egy részét elnyelik. A hősugárzás terjedéséhez nincs szükség közvetítő közegre.

Megfigyelések és mérések szerint ugyanaz a test adott idő alatt magasabb hőmérsékleten lényegesen több energiát sugároz. Közismert tapasztalat az is, hogy a fekete és durva felületű testek azonos körülmények között több energiát sugároznak ki, és több energiát is



nyelnek el, mint a világos és fényes felületűek. Emiatt például a napsütésre kitett fekete karton jobban felmelegszik, mint a fehér. (A kísérletről készült *YouTube* videó megnézhető itt: https://www.youtube.com/watch?v=-HX_kguq4Z0.)

Mivel a hősugárzás is *elektromágneses sugárzás*, részletesebb vizsgálatával később, [Az infravörös sugárzás](#) című fejezetben foglalkozunk.

Kiegészítések

1. A hővezetési együttható másik elnevezése *hővezető képesség*.
2. A hővezetési együttható SI-mértékegységét $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ alakban is használhatjuk.
3. Néhány anyag hővezetési együtthatója:

Anyag	$\lambda \left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$
Gyémánt	2300
Réz	401
Arany	314
Alumínium	236
Grafit	142
Vas	80,2
Beton	2,1
Tégla (tömör téglából)	0,9
Üveg	0,76
Víz	0,5562
Fa	0,14
Jég	2,33
Hó (250 kg/m ³)	0,16
Polisztirol hab („hungarocell”)	0,038
Levegő	0,0262

Figyeljük meg, hogy a *gyémánt* és a *grafit* hővezetési együtthatója jelentősen különbözik egymástól! Bár mindkét anyag szénatomokból áll, de az atomok más módon rendeződnek kristályrácsba. Az eltérő rácsszerkezet miatt sok más tulajdonságuk (sűrűség, átlátszóság, keménység, fajlagos ellenállás stb.) szintén jelentősen eltér egymástól.

4. *A szél kialakulása a hóáramlás következménye.* Azokon a helyeken, ahol a levegő a napsütés következtében jobban felmelegszik, mint a környezete, ott a levegő sűrűsége csökken. A meleg levegő ezért felemelkedik, helyére pedig a talaj közelében a környező területekről hidegebb levegő áramlik, ezt érzékeljük szélként. A felemelkedő meleg levegő a magasban lehűl, a benne található vízgőz lecsapódik és vízcseppekből álló felhőket hoz létre, amelyből jelentős mennyiségű csapadék hullhat vissza a talajra. A meleg nyári napokon így jönnek létre a hatalmas, üllő alakú viharfelhők, és az így kialakuló záporok, zivatarok.
5. Az ablakoknál a két üveg közti levegőréteg jó hőszigetelő. A vastagabb levegőréteg ugyan kevésbé vezetné a hőt, de könnyebben kialakulna benne hóáramlás. Ezért a jobb hőszigetelés érdekében a napjainkban használt kettős üvegek között csak vékony (10–15 mm) levegőréteg van. Újabban már három üveglapból álló, két légréteget tartalmazó üvegeket is használnak.
6. A porózus anyagok (habok, vatta, posztó, szövetek, papír stb.) jó hőszigetelők, mert a bennük lévő levegő rossz hővezető. A ruházatot alkotó anyagokban a vékony szálak pedig megakadályozzák a hóáramlás kialakulását. A ruházat szerepe is hasonló, a testfelület és a ruha közti levegőréteg jó hőszigetelő, a kis rétegvastagság miatt viszont nem alakulhat ki hóáramlás. A több rétegből álló ruházat ugyanezen okok miatt jobban szigetel, mint egyetlen vastagabb réteg.
7. A Napból a földi légkör felső határának minden négyzetméterére merőlegesen beeső *összes sugárzás* (látható fény, hősugárzás, ultraibolya sugárzás stb.) teljesítménye 1361 W. Ezt az 1361 W/m² értéket *napállandónak* nevezzük. A légkör azonban ennek a sugárzásnak mintegy 30 százalékát (a sugárzás fajtájától is függően) elnyeli, így a földfelszínre elérő sugárzás teljesítménye csak kb. 950 W négyzetméterenként.
8. A napsütés hősugárzását jól szemlélteti ez a háztetőről készült téli fotó. A Nap hősugárzása a tetőnek a déli oldalán leolvasztotta a havat, a nyugati oldalt azonban kevesebb hősugárzás érte, így ott megmaradt a hó. (A levegő hőmérséklete természetesen mindkét oldalon gyakorlatilag ugyanakkora volt.)



9. Elsősorban a műszaki gyakorlatban használják a *hőátbocsátási együtthatót*. Ha egy A felületű fal két oldalán T_1 , illetve T_2 hőmérsékletű gáz vagy folyadék van, és ennek hatására Δt időtartam alatt a falon Q hőmennyiség halad keresztül, akkor a mérések szerint ez a hőmennyiség egyenesen arányos a fal felületével, a hőmérsékletkülönbséggel és az időtartammal, továbbá függ a fal anyagától. Ennek megfelelően a falon áthaladó hőmennyiség:

$$Q = k \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t .$$

A fenti összefüggésben szereplő k együtthatót, amelynek értéke a fal jellemzőitől függ, az adott fal *hőátbocsátási együtthatójának* nevezzük. Képlettel:

$$k = \frac{Q}{A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t} .$$

A hőátbocsátási együttható SI-mértékegysége:

$$[k] = \frac{[Q]}{[A] \cdot [T_1 - T_2] \cdot [\Delta t]} = \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} ,$$

azaz

$$[k] = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} .$$

A hőátbocsátási együttható hozzávetőleges értéke néhány, az építőiparban használt falszerkezetnél:

Falszerkezet	$k \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right)$
Vasbeton	6,2
Tömör téglafal (25 cm)	1,82
Tömör téglafal (38 cm)	1,37
B30-as téglafal (30 cm)	1,37
Hungarocell (15 cm)	0,255
B30-as téglafal (30 cm) + hungarocell (15 cm)	0,215
Üveg (0,5 cm)	152

A fentiek szerint $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ külső és $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ belső hőmérsékletnél egy $5\text{ m} \times 3\text{ m}$ méretű, 30 cm vastag B30-as téglafalon másodpercenként távozó hő mennyisége:

$$Q = k \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t = 1,37 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 15\text{ m}^2 \cdot 30\text{ K} \cdot 1\text{ s} \approx 617\text{ J}.$$

Az állandó hőmérséklet fenntartásához szükséges (hő)teljesítmény tehát:

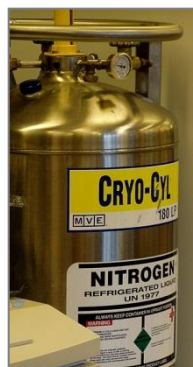
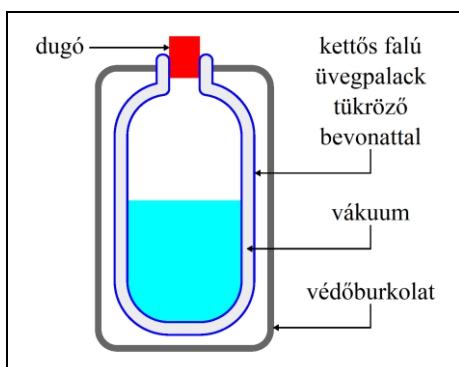
$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{617\text{ J}}{1\text{ s}} = 617\text{ W}.$$

Ugyanígy számítható ki, hogy ha ugyanezen a falon 15 cm hungarocell hőszigetelés is volna, akkor a szükséges teljesítmény csupán 97 W lenne.

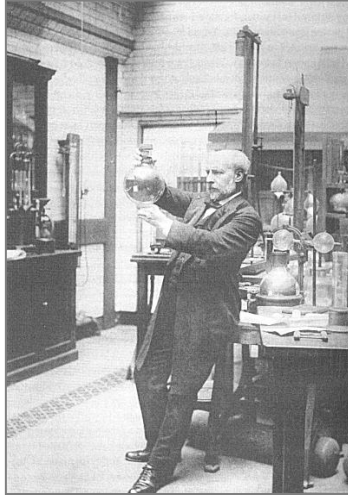
A képen egy polisztirol habbal szigetelt falrészlet látható. (A hungarocell is ehhez hasonló polisztirol hab.)



- 10.** A Dewar-palack egy kettős falú, többnyire üvegből készült palack, amelynek kettős fala között vákuum van, és gyakran mindkét fal tükröző fémréteggel van bevonva. Az ilyen palackokat általában egy külső védőburokba teszik. A vákuum a legrosszabb hővezető, hőáramlás sem jöhet létre benne, továbbá az üvegfelületek tükröző fémbevonata a hősugárzás nagy részét visszaveri. A Dewar-palack így akkor is sokáig megőrzi a benne elhelyezett test (általában folyadék) hőmérsékletét, ha az jelentősen eltér a környezet hőmérsékletétől. Dewar-palackban tárolják az alacsony hőmérsékleten cseppfolyósított gázokat (hidrogén, hélium, nitrogén stb.), és Dewar-palack a háztartásokban forró kávé vagy tea, illetve hideg italok tárolására használt *termoszok* egy része is. A jobb oldali képen látható a szétszerelt termoszból kiemelt, fémesen csillogó Dewvar-palack is.



11. *James Dewar* (1842–1923) skót fizikus, kémikus a róla elnevezett palack megalkotója. Ezt az eszközt a gázok cseppfolyósítása terén végzett kísérleteihez fejlesztette ki a *Royal Institution* (Királyi Intézet) munkatársaként 1892-ben. Dewar másik fontos eredménye 1898-ban a hidrogén cseppfolyósítása volt, egy évvel később pedig sikerült szilárd hidrogént is előállítania.



Képek jegyzéke

	Kiskanál forró kávéban © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0090.jpg
	Rajz a hővezetési együttható értelmezéséhez © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0298.svg
	Hőáramlás kialakulása © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0299.svg
	Hősugárzás elleni védőöltözet © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0460.jpg
	Hősugárzás elnyelődése © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1024.jpg <i>Kapcsolódó videó:</i> © https://www.youtube.com/watch?v=-HX_kguq4ZO
	Napsütés hatása © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0388.jpg
	Polisztirol hab hőszigetelés egy falon W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wall_and_window.jpg
	A Dewar-palack szerkezete © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0300.svg

	<p>A Dewar-palack folyékony nitrogén tárolásához (–196 °C; 101 325 Pa) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liquid_nitrogen_tank.JPG</p>
	<p>Termosz egyben és szétszerelve (középen a belőle kiemelt Dewar-palack) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Termosy-elementy.jpg</p>
	<p>James Dewar arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James_Dewar.jpg</p>
	<p>James Dewar a Királyi Intézet egyik laboratóriumában W File:Heike Kamerlingh Onnes - 33 - James Dewar in the Royal Institution in London, around 1900.png - Wikimedia Commons</p>
	<p>Dewar-palack a Királyi Intézetben W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ri_2014_-_Thermos_flask_-_James_Dewar_(27).jpg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.