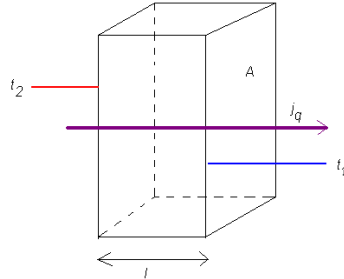


Hővezetési tényező meghatározása

Hővezetési tényező definíciója



Ha A keresztmetszetű, l vastagságú fal egyik oldalán a hőmérséklet t_1 , a másik oldalán t_2 , és $t_2 > t_1$, akkor a falon áthaladó hőáram, ill. a hőáramsűrűség

$$J_q = \frac{Q}{\tau} = \lambda \frac{t_2 - t_1}{l} A, \quad j_q = \frac{Q}{A\tau} = \lambda \frac{t_2 - t_1}{l}$$

ahol Q a τ idő alatt a falon átáramlott hő. A fenti összefüggésekből kifejezve a hővezetési tényezőt, a λ -t:

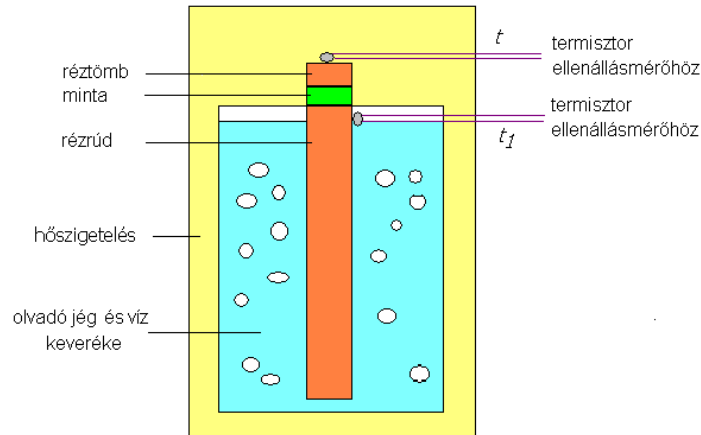
$$\lambda = \frac{J_q}{A \frac{t_2 - t_1}{l}}, \quad \lambda = \frac{j_q}{\frac{t_2 - t_1}{l}},$$

azaz a hővezetési tényező számértéke egyenlő az egységnyi hőmérséklet gradiens esetén, egységnyi keresztmetszeten átáramlott hőárammal, ill. egyenlő az egységnyi hőmérséklet gradiens esetén átáramlott hőáramsűrűséggel. Mértékegysége W/mK.

A hővezetési tényezőt a fenti összefüggések alapján is lehet mérni. Ha sikerül a t_1 és t_2 hőmérsékleteket állandó értéken tartani, akkor a hőáramsűrűség is állandó lesz. Ekkor, mivel időben egyik mennyiség sem változik, a mérési módszert stacionárius módszernek nevezzük. A hőmérsékletek állandó értékre történő beállítása viszonylag hosszú – több órás - szabályozási folyamat. Az élelmiszerek, ill. élelmiszer alapanyagok megváltoznak ennyi idő alatt. Ezért gyors módszerekre van szükség. Az egyik gyors módszer a Fitch-módszer

Hővezetési tényező mérése Fitch-módszerrel

A mérésre használt eszköz felépítése



A termosztban állandó hőmérsékleten (t_1) – olvadó jég és víz keverékében - tartjuk a rézrudat. A rézrúd hőmérsékletét termisztorral mérjük. A mérés kezdetekor a rézrúdra helyezük a henger alakú, szobahőmérsékletű mintát. A mintára kerül a szobahőmérsékletű réztömb, amelynek a hőmérsékletét szintén termisztorral mérjük. Feltételezzük, hogy a réztömb hőmérséklete csak azért változik, mert hőáram indul meg a mintán keresztül. Ha a réztömb tömege m , fajhője $c=385,2 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, a minta keresztmetszete A , vastagsága l és hővezetési tényezője λ , akkor a $d\tau$ idő alatt a réztömbből kiáramlott hő $dQ=cm dt$ (dt a réztömb hőmérsékletváltozása $d\tau$ idő alatt) a mintán vezetéssel megyát:

$$\lambda A \frac{t_1 - t}{l} = cm \frac{dt}{d\tau}$$

Ez egy differenciálegyenlet, amelyet integrálva kapjuk, hogy

$$\ln \left(\frac{t_0 - t_1}{t - t_1} \right) = \frac{\lambda A}{lcm} \tau$$

Ez az egyenlet megadja, hogyan függ a réztömb hőmérséklete az időtől, t_0 a minta, ill. a réztömb hőmérséklete a mérés kezdetén. Ábrázolva a baloldali logaritmikus kifejezést az idő függvényében egyenest kapunk, amelynek a meredeksége

$$\frac{\lambda A}{lcm},$$

és amely tartalmazza a minta hővezetési tényezőjét..

A mérés menete

Töltsük meg a termoszt jég és víz keverékével. Állítsuk bele a rézrudat a termisztorral. Helyezzünk rá egy hőszigetelő lemezt. Várjunk néhány percet, amíg a rézrúd lehűl – a termisztor ellenállása megnő. Vágjuk ki a mérendő anyagból a mintát, egy d átmérőjű, l hosszúságú hengert. A henger hossza kb. 0,5 cm legyen. Mérjük meg a minta átmérőjét és vastagságát. Számítsuk ki a minta keresztmetszetét, A -t. Ezután helyezzük a mintát a hideg rézhengerre, és a minta tetejére tegyük rá a réztömböt, fedjük be egy hőszigetelő lemezzel. Olvassuk le percenként a rézrúdon és a réztömbön levő termisztor ellenállását. A termisztor

ellenállás értékekből határozzuk meg a hőmérsékleteket. Számítsuk ki az $\ln \left(\frac{t_0 - t_1}{t - t_1} \right)$

értékeket, és ábrázoljuk az idő függvényében. A mért pontokra illesszünk regressziós egyenest. Az egyenes meredekségéből számítsuk ki a minta hővezetési tényezőjét.

Hőmérséklet mérése termisztorral

A termisztor ellenállását, R -t, mérjük egy digitális műszerrel. A termisztor ellenállása, R , a következőképpen függ a hőmérséklettől

$$R = R_0 e^{\frac{B}{T}}$$

Ha ismerjük az R_0 és B értékét, akkor a következő kifejezések adják meg

$$T = \frac{B}{\ln R - \ln R_0}, \text{ ill. } t = T - 273,15$$

az abszolút hőmérsékletet, ill. a °C-ban mért hőmérsékletet.

A mérésekhez felhasznált termisztorok B és $\ln R_0$ értékeit, valamint a réztömbök tömegét az alábbi táblázat tartalmazza:

Termisztor száma	1	2	3	4	5	6
B , K	4192,4	4187,9	4125,2	4151,6	4162	4187,4
$\ln R_0$	-4,83	-4,8	-4,59	-4,69	-4,73	-4,77
réztömb tömege, m, g	28	25,5	30,7	31,1	28,7	

Termisztor száma	7	8	9	10	11	12
B , K	4177,4	4231,3	4140,8	4221	4198,2	4079,3
$\ln R_0$	-4,78	-4,94	-4,68	-4,91	-4,85	-4,51
réztömb tömege, m, g					28,9	

Feladat

Határozzuk meg a kiadott anyag hővezetési tényezőjét!