**Mérési jegyzőkönyv**

**04. Termoelektromos hűtőelemek vizsgálata**

A mérést végezte és a jegyzőkönyvet készítette:

Radics Máté (RAMRAAT.ELTE), Fizika BSc II. évfolyam

A leadás ideje: 2010. október 18. (kedd)

**1. A mérés célja**

A mérés célja a Thomson-, a Seebeck-, és a Peltier-effektus, a hővezetés és a Joule-hő megismerése volt egy Peltier-elem vizsgálatán keresztül.

Mérési feladatok:

1. A vízhűtött réztömb egyensúlyi hőmérsékletének, valamint a felső áthidalás hőmérsékletének meghatározása
2. Adott áramerősségnél a karakterisztikus idő mérése
3. A hűtött tér hőmérsékletének, mint az áramerősség függvényének vizsgálata, ebből a maximális hőmérsékletkülönbséghez tartozó és értékek kiszámítása, a minimumhelyhez tartozó feszültség mérése, annak ismeretében a Seebeck-együttható, és az egyensúlyi hőmérséklethez tartozó Peltier-együttható, valamint a jósági tényező megadása
4. A Seeback-együttható közvetlen mérése
5. A hűtőelem ellenállásának és hőátadási tényezőjének kiszámítása az eddigi adatokból
6. Az egyensúlyi függvény alakjának igazolása
7. Az elem által felvett és különféleképpen leadott hőmennyiségek számarányának kiszámítása, a rendszer ideálisságának vizsgálata
8. +hibaszámítás

**2. Mérőeszközök**

* Peltier-elem a környezettől jól elszigetelve, egyik oldalán (kvázi-)stacionárius hőmérsékletű vízzel hűtve
* Platina hőmérő
* Multiméter
* Áramgenerátor

**3. A mérés elve**

A hűtőelem két nagy Peltier-együtthatójú n és p típusú félvezetőből álló termoelem. A félvezető rudak között a fémes kapcsolatot jó elektromos és jó hővezető vörösréz szolgáltatja. A alul hűtőelem állandó hőmérsékletű hőtartályhoz (vízzel hűtött vörösréz tömbhöz) kapcsolódik jó hőkontaktussal, de elektromosan szigetelve. A hűtendő tér szintén egy vörösréz tömb, melybe platina ellenállás-hőmérőt helyeztünk el. Az áramirányt úgy választjuk meg, hogy a Peltier-elem a felső réztömbtől vonjon el hőt. A mérés megvalósításakor több Peltier-elemet kötünk elektromosan sorba, így nagyobb lesz a hűtőteljesítmény. Az áramot külső generátorról adjuk az elemekre.

**4. A mért adatok**

A jegyzőkönyv írása során a „0°C=273,15 K” konverziós rátát használtam.

**4.1. A kezdeti hőmérséklet**: , azaz hibáját azonosnak veszem a digitális hőmérő leolvasási hibájával (a továbbiakban is).

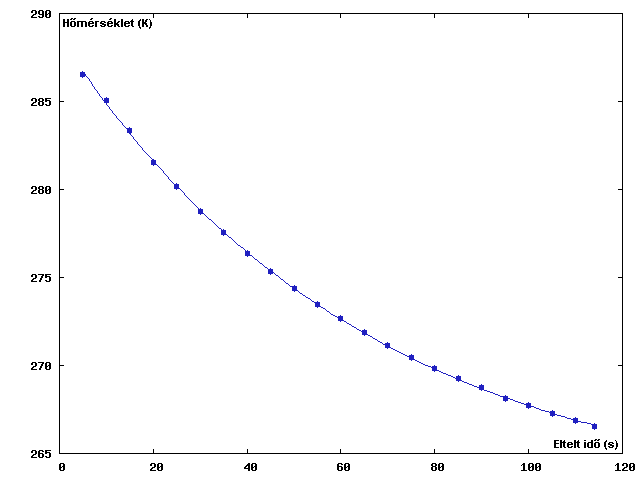
**4.2. A hűtővíz hőmérséklete**: . Jól látszik, hogy a hűtött tér nem ideális, azaz , ennek a későbbiekben még jelentősége lesz.

**4.3. A karakterisztikus idő kiszámítása**: .

Megjegyzés: a mérőlapon nem (egészen) ezek az adatok szerepelnek, mivel a hőmérséklet csökkenése túl gyors volt ahhoz, hogy szabad szemmel követni tudjam, ezért videófelvételt készítettem a mérésről (így egyúttal a mérés is pontosabbá vált; az időt a videóból eltelt idő alapján mértem). Link a file-ra: <http://medve42.web.elte.hu/tle.mp4> .

|  |  |
| --- | --- |
| Eltelt idő (s) | Hőmérséklet (°C) |
| 5 | 13,4 |
| 10 | 11,9 |
| 15 | 10,2 |
| 20 | 8,4 |
| 25 | 7,0 |
| 30 | 5,6 |
| 35 | 4,4 |
| 40 | 3,2 |
| 45 | 2,2 |
| 50 | 1,2 |
| 55 | 0,3 |
| 60 | -0,5 |
| 65 | -1,3 |
| 70 | -2,0 |
| 75 | -2,7 |
| 80 | -3,3 |
| 85 | -3,9 |
| 90 | -4,4 |
| 95 | -5,0 |
| 100 | -5,4 |
| 105 | -5,9 |
| 110 | -6,3 |
| 114 | -6,6 |

Az adatokat GNUplottal ábrázoltam:

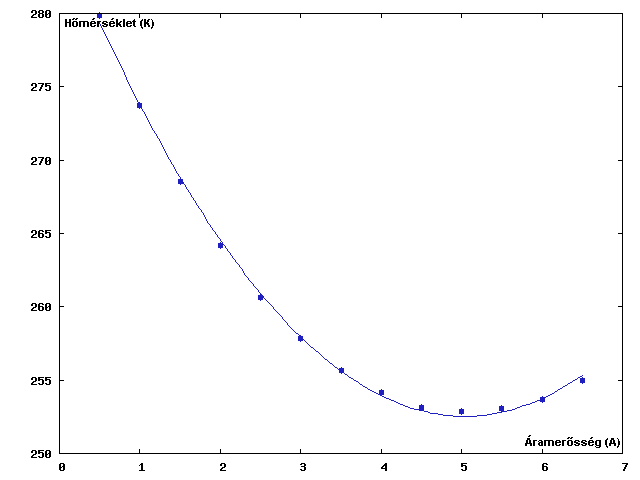


A pontokra alakú görbét illesztettem. A kapott paraméterek: az egyensúlyi hőmérséklet az időállandó pedig , tehát ennek a háromszorosát kellett kivárni az egyensúlyi hőmérséklet beálltához.

**4.4. A maximális hőmérsékletkülönbség meghatározása**

|  |  |
| --- | --- |
| Áramerősség (A) | Egyensúlyi  hőmérséklet (°C) |
| 0,5 | 6,7 |
| 1,0 | 0,6 |
| 1,5 | -4,6 |
| 2,0 | -9,0 |
| 2,5 | -12,5 |
| 3,0 | -15,3 |
| 3,5 | -17,5 |
| 4,0 | -19,0 |
| 4,5 | -20,0 |
| 5,0 | -20,3 |
| 5,5 | -20,1 |
| 6,0 | -19,5 |
| 6,5 | -18,2 |

Az adatokra GNUplot segítségével másodfokú görbét illesztettem:



Az illesztett görbe egyenlete: (az együtthatók hibája: , és ). Ebből és elemi analízissel meghatározható: , és . Az áramgenerátort -re állítva – az egyensúlyi helyzet beállta után – a multiméterről feszültséget olvastam le. Ezek alapján…

* a Seebeck-együttható:
* a Peltier-együttható:
* a jósági tényező:

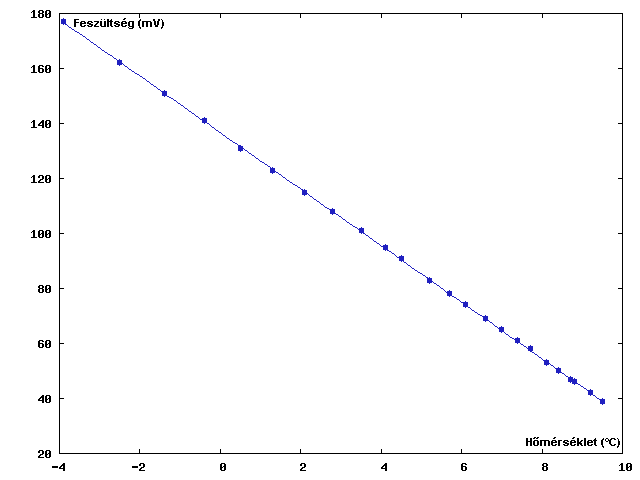
Fontos megjegyzés: a mérési leírásban – a többi mérési feladattal ellentétben – nincsen utasítás a fenti adatok hibájának meghatározására (a későbbiekben úgyis meg kell tenni…).

**4.5. A Seebeck-együttható közvetlen mérése**

A változás itt is túl gyors volt ahhoz, hogy szabad szemmel követni tudjam, ezért erről a mérésről is videófelvételt készítettem. Elérhetőség: <http://medve42.web.elte.hu/seebeck.mp4> . A mért adatok:

|  |  |
| --- | --- |
| Hőmérséklet (°C) | Feszültség (mV) |
| -3,9 | 177 |
| -2,5 | 162 |
| -1,4 | 151 |
| -0,4 | 141 |
| 0,5 | 131 |
| 1,3 | 123 |
| 2,1 | 115 |
| 2,8 | 108 |
| 3,5 | 101 |
| 4,1 | 95 |
| 4,5 | 91 |
| 5,2 | 83 |
| 5,7 | 78 |
| 6,1 | 74 |
| 6,6 | 69 |
| 7,0 | 65 |
| 7,4 | 61 |
| 7,7 | 58 |
| 8,1 | 53 |
| 8,4 | 50 |
| 8,7 | 47 |
| 8,8 | 46 |
| 9,2 | 42 |
| 9,5 | 39 |

Az adatokra GNUplot segítségével egyenest illesztettem.



Az egyenes meredeksége: . Így a Seebeck-együttható:

,ami hibahatáron belül jó egyezést mutat a 4.4. pontban kiszámolttal. Az előjelváltás a Seebeck-együttható definíciója miatt következik be: .

* az összellenállás: **.** Hibája:
  + hibája: , tehát , ebből
  + hibája: , így ehhez még hozzáveendő , azaz , és
  + hibája:

Így az összellenállás hibája: , azaz a korrigált összellenállás:

**.**

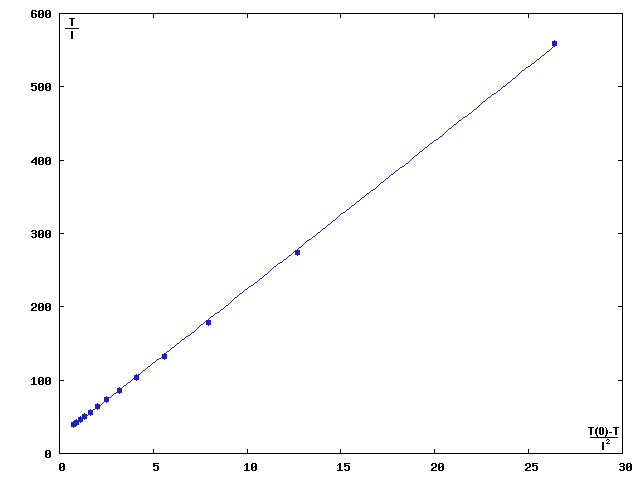
* a hővezetési együttható: .

A hővezetési együttható hibája: , azaz , ami igen jelentős. Láthatjuk, hogy az alapadatokban lévő néhány százalékos hiba az utolsó származtatott mennyiségnél már majdnem 75%-os (!) szórást mutat a számított érték körül.

**5. Az egyensúlyi görbe alakjának igazolása**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Áramerősség (A) | Hőmérséklet (°C) |  |  |
| 0,5 | 6,7 | 26,40 | 559,70 |
| 1,0 | 0,6 | 12,70 | 273,75 |
| 1,5 | -4,6 | 7,96 | 179,03 |
| 2,0 | -9,0 | 5,58 | 132,08 |
| 2,5 | -12,5 | 4,13 | 104,26 |
| 3,0 | -15,3 | 3,18 | 85,95 |
| 3,5 | -17,5 | 2,51 | 73,04 |
| 4,0 | -19,0 | 2,02 | 63,54 |
| 4,5 | -20,0 | 1,64 | 56,26 |
| 5,0 | -20,3 | 1,34 | 50,57 |
| 5,5 | -20,1 | 1,10 | 46,01 |
| 6,0 | -19,5 | 0,91 | 42,28 |
| 6,5 | -18,2 | 0,75 | 39,22 |

A kapott görbe:



Meredekség: , tengelymetszetek: , és .

* ( már diszkutált nagy hibahatárán belül van).
* (szintén hibahatáron belül van).

Tehát az adatok viszonylag jó egyezést mutatnak.

**6. Hőcsere a legnagyobb hűtés állapotában**

* a Peltier-hő: leadott)
* a Joule-hő: felvett)
* a hővezetés útján felvett hő:

Olybá tűnik, hogy a teljes felvett hőnek kb. 50-50%-a a Joule-hő és a hővezetés útján felvett hő. Azonban van egy 1,99 J nagyságú „defektus” az ideális esetben leadott és a felvett hőmennyiségek között, ez a külső környezettől elvont hő. , azaz **87%-os hatásfokkal sikerült elszigetelnünk a rendszert a környezetétől.** Ez az érték ugyan nagyon bizonytalan a temérdek közelítés és kerekítés miatt, de alapvetően jónak mondható.