

Fajhő mérése

Mérési jegyzőkönyv

Szőke Kálmán Benjamin

2010. október 19.

Mérés célja:

A mérés célja a kaloriméter vízértékének kiszámolása, és a 2-es számú minta fajhőjének meghatározása számítógép segítségével.

Mérési berendezések:

A mérés során használt eszközök:

- Kaloriméter
- Tápegység
- Digitális voltmérő
- Hőkulcs
- Termosztát
- Digitális hőmérő
- Mérleg
- Számítógép
- 2-es mint

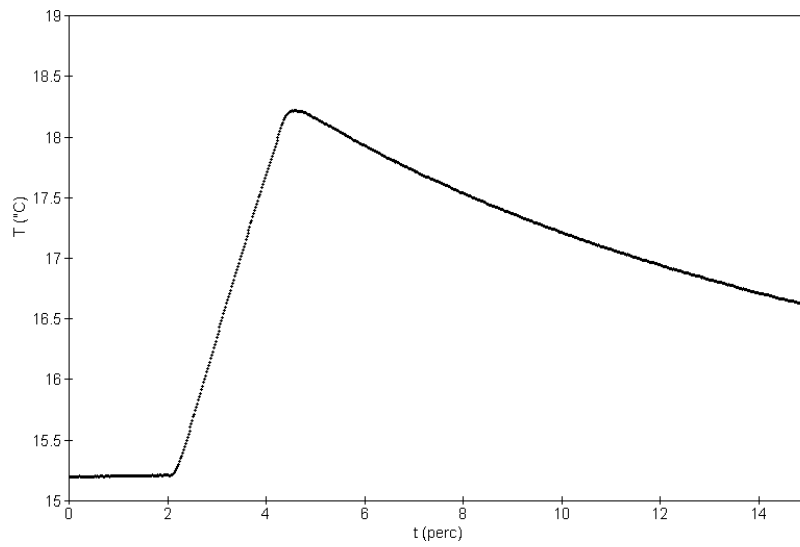
Mérés leírása:

A fajhő meghatározását, egy elektromos izoperibol kaloriméterrel végezzük. Először a vízértéket, vagyis a kaloriméter hő kapacitását határozzuk meg. Majd a két különböző módszerrel a mintának a fajhőjét. Az első módszernél, a környezettel egyensúlyban lévő kaloriméterbe beleejtjük a mintát, és a folyamat során kiértékelt adatokból meghatározzuk a fajhőjét a mintának. A második módszer során a kalorimétert a mintával együtt fűtjük fel, és a kapott adatokból kiszámoljuk a fajhőt.

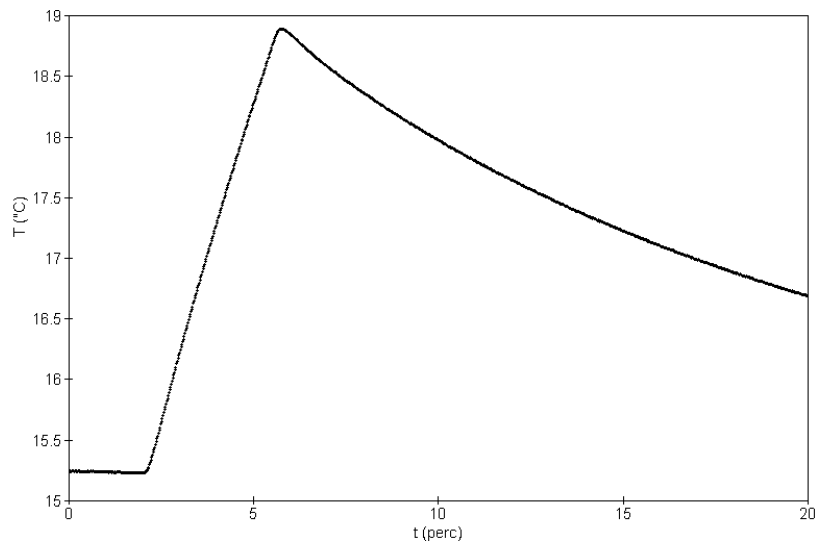
Adatok

Minta tömege (m)	14.667 g
Fűtőfeszültség (U_f)	1.949 V
Fűtőellenállás (R_f)	7.07 \pm 0.01 Ω
A minta hőmérséklete ejtés előtt (T_{minta})	35.1 $^{\circ}\text{C}$

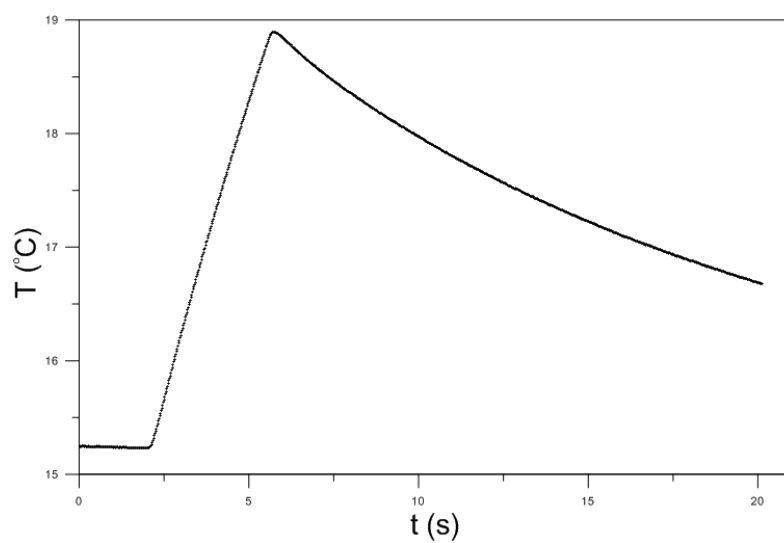
Vízérték mérése:



Minta fajhőjének mérése („a” módszer):



Minta fajhőjének mérése („b” módszer):



Vízérték mérése

Az egyensúlyi helyzet beállta után ráfűtöttem a rendszerre és kicsivel több, mint 2 perc fűtés után lekapcsoltam a fűtést. A vízérték (v) számolásához először meg kell határoznunk a Joul-hőt (Q), amit az első egyenlet alapján kiszámolhatunk az adott fűtőfeszültségből (U_f) fűtőellenállásból (R_f) és a fűtés időtartamából (t). A Joul-hő ismeretével, és a számítógépen a mérés leírása alapján meghatározott korrigált (T^*) és előszakasz (T_k) hőmérséklettel a vízérték (v) a második egyenlet szerint számolható.

Vízérték mérés adatai:

Fűtés időtartama (t)	136.05 s
Korrigált hőmérséklet (T^*)	18.535 °C
Előszakasz hőmérséklete (T_k)	15.2769 °C
Hűlési állandó (ϵ_0)	0.082151 1/min

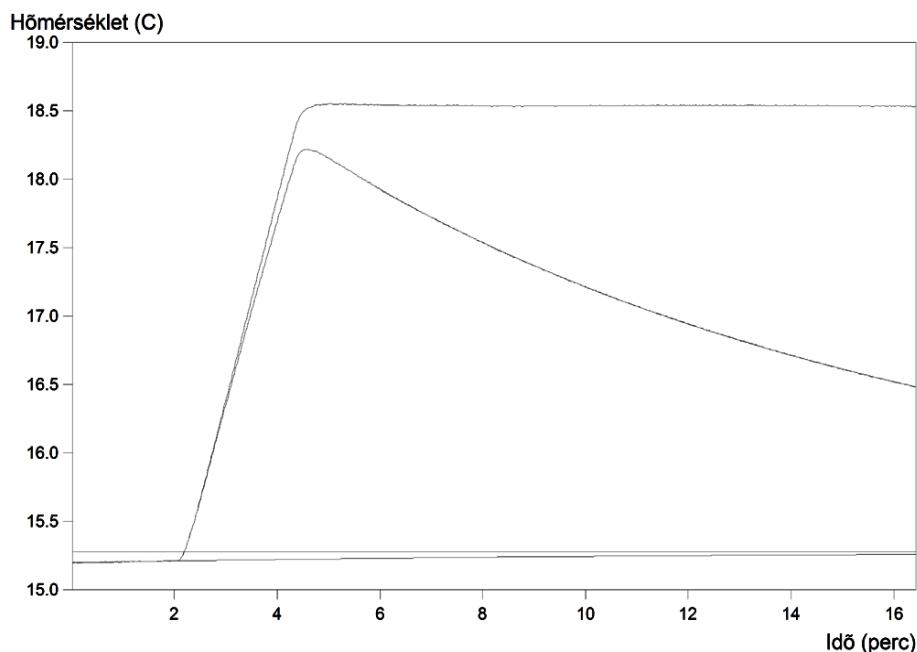
Joul-hő:

$$Q = \frac{U_f^2}{R_f} \cdot t = 73.0975 \text{ J}$$

Vízérték:

$$v = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{U_f^2 \cdot t}{R_f \cdot (T^* - T_k)} = 22.4356 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Illesztett görbék számítógéppel:



A minta fajhőjének mérése

Az „a” módszer mérése

A hőkulccsal az egyensúlyi hőmérsékletre való visszatérés után, az állandó hőmérsékletre felmelegített mintát gyorsan a kaloriméterbe ejtettem. Néhány perc múlva a kaloriméter elérte a maximális hőmérsékletet, majd a hőmérséklet csökkenés elérte az exponenciális lecsengő szakaszt. Miután a mérést leállítottam a számítógéppel meghatároztam a főszakasz és az utószakasz exponenciálisának paramétereit.

„a” fajhőmérés adatai:

Minta hőmérséklete (T_m)	35.1 °C
Főszakasz paramétere (ϵ')	2.4465 1/min
Hűlés paramétere (ϵ)	0.063516 1/min
Előszakasz hőmérséklete (T_k)	15.2826 °C
Korrigált hőmérséklet (T^*)	19.180 °C

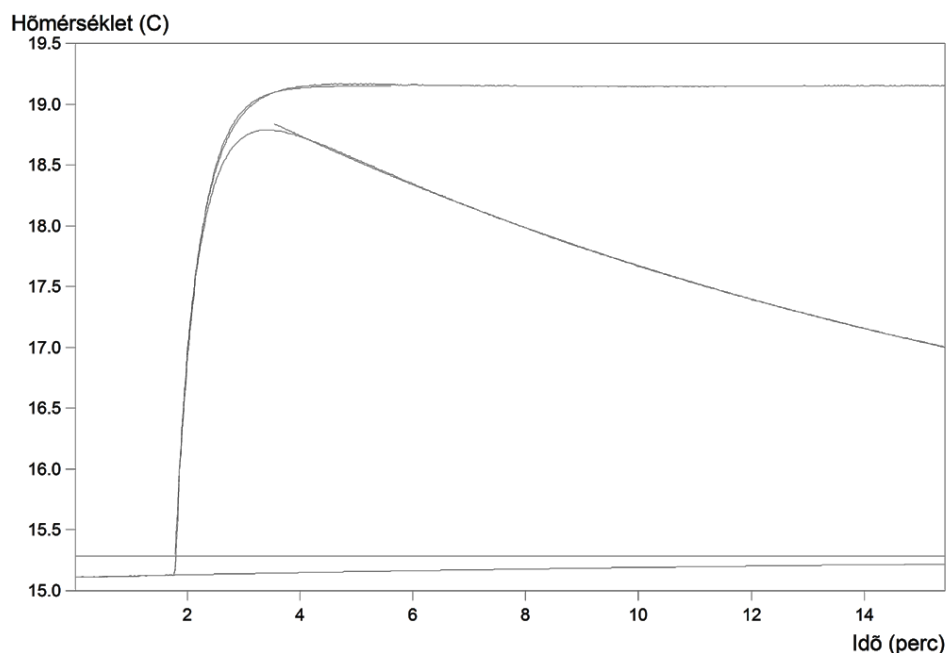
Veszteségek miatti korrigált hőmérséklet:

$$T_m^* = T_k + \frac{\epsilon'}{\epsilon' - \epsilon_0} (T^* - T_k) = 292.3254 \text{ K}$$

Minta fajhője:

$$c_a = \frac{v}{m} \cdot \frac{T^* - T_k}{T_m - T_m^*} = 376.9617 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Illesztett görbék számítógéppel:



A „b” módszer mérése

Miután kaloriméter a benne lévő mintával együtt felvette az egyensúlyi hőmérsékletet, az első mérés szerint bekapcsoltam a fűtést, majd a számítógép segítségével kiértékeltem a szükséges adatokat a mérési számolásokhoz.

„b” fajhőmérés adatai:

Fűtés időtartama (t)	225.5 s
Előszakasz hőmérséklete (T_k)	15.1328 °C
Korrigált hőmérséklet (T^*)	19.316 °C
Hűlési állandó (ε)	0.067941 1/min

Joul-hő:

$$Q = \frac{U_f^2}{R_f} \cdot t = 121.1576 J$$

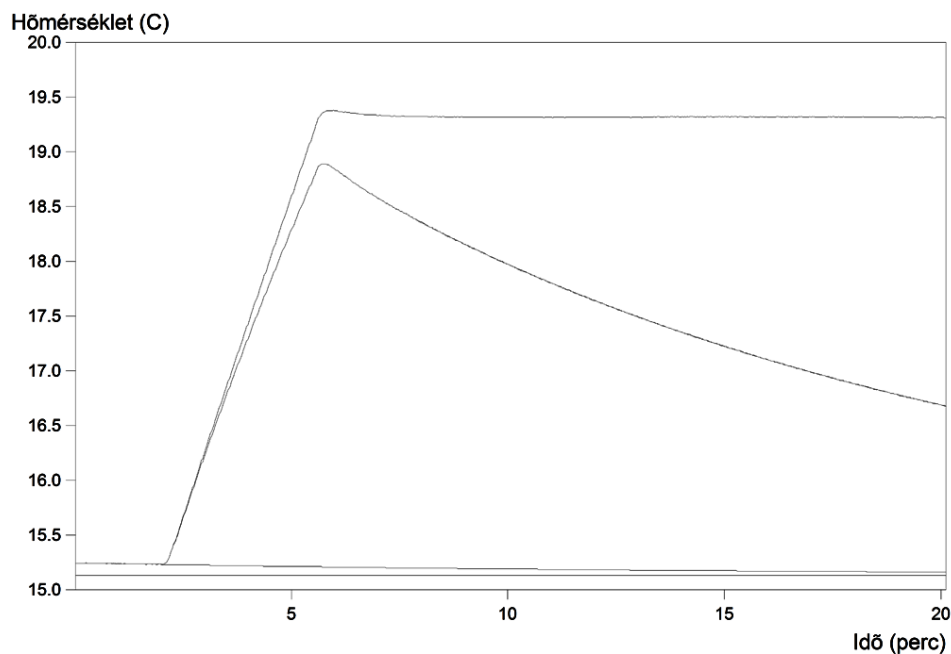
Veszteségek miatti korrigált hőmérséklet:

$$T_m^* = T_k + \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' - \varepsilon_0} (T^* - T_k) = 292.3573 K$$

Minta fajhője:

$$c_b = \frac{1}{m} \cdot \frac{Q - v(T^* - T_k)}{T_m^* - T_k} = 440.6822 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Illesztett görbék számítógéppel:



Hőátadási tényezők

Mérési feladat még a mért lehűlési paraméterekből meghatározni a két test között a hőátadási tényezőt (k), és a kaloriméter edény és az állandó hőmérsékletű környezet között a hőátadási tényezőt (h).

$$\left(\bar{c} = \frac{c_a + c_b}{2} = 408.8219 \frac{J}{kg \cdot K}\right)$$

$$h = \varepsilon_0 \nu = 0.03071 \frac{J}{s \cdot K}$$

$$k = \varepsilon \varepsilon' \frac{\bar{c} m}{\varepsilon_0} = 0.18903 \frac{J}{s \cdot K}$$