

# Fázisátalakulások vizsgálata

Asztalos Bogdán

Hétfői csoport

mérés időpontja: 2017. 10. 09.

jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2017. 10. 16.

## A mérés célja

A testek belső rendje hőmérsékletváltozás hatására gyakran megváltozhat, azaz a test fázisátalakuláson mehet át. A fázisátalakulások egy részében az anyag halmazállapota is megváltozik. A mérés során egy ilyen, halmazállapotváltozással járó fázisátalakulást fogunk végezni: egy ólommintát fogunk melegíteni (vagy hűteni) és a mérési eredményből szeretnénk meghatározni a minta olvadási (dermedési) hőmérsékletét, valamint az olvadáshő (dermedéshő) mértékét.

## A mérés eszközei

- Ólommintá
- Mintatartó, amiben a mintát melegítjük
- Kályha, amivel a mintatartót fűtjük
- Szabályzó berendezés amely biztosítja, hogy úgy melegíti a kályhát, hogy a hőmérséklete az idő függvényében lineáris legyen
- Számítógép, ami figyeli és rögzíti a kályha és a mintatartó hőmérsékletét az idő függvényében

## A mérés menete

A mérés során a kályhát a szabályzó berendezés mindig úgy fűti, hogy a hőmérséklete az idő függvényében lineárisan változzon. Mi azt vizsgáljuk, hogy a kályha lineáris hőmérsékletváltozása mellett milyen módon változik a mintatartó hőmérséklete. Amíg nincsen semmi rendkívüli, addig a mintatartó is lineárisan melegedik vagy hűl, mint a kályha, csak időben kissé le van maradva, amikor viszont fázisátalakulás történik, változik a helyzet. Mivel az anyagok fázisátalakulása csak egy megadott hőmérsékleten történhet, amíg a fázisátalakulás tart, addig a minta hőmérséklete állandó (amit nagyjából követ a mintatartó is), majd a fázisátalakulás befejeződése után a hőmérséklet időfüggése ismét a korábbi állapotnak megfelelő lesz.

Mivel a minta és a mintatartó között a hőátadás nem tökéletes, ezért a mintatartó nem tud ugyanúgy beállni egy hőmérsékletre a fázisátalakulás közben mint a minta, hiszen közben fűti a kályha, de a melegedése (hűlése) lelassul. Viszont, ha a mintatartónak a fázisátalakulás előtti és közbeni hőmérsékletváltozást leíró lineáris függvényeket tekintjük, akkor a metszéspontjuk hőmérséklete egy jó közelítése a fázisátalakulás hőmérsékletének. Minnél lassabban melegítjük (hűtjük) a rendszert, annál jobban fog közelíteni a mintatartónak mért hőmérséklete a minta valódi hőmérsékletét, tehát a fénit hőmérsékletmeghatározás annál pontosabb lesz. Végtelenül lassú melegítésre (hűtésre) nincs módunk, de ha több sebesség mellett is elvégezzük a mérést, akkor a kapott értékekből kikövetkeztetjük, hogy 0 melegítési sebességnél mekkora lenne a mért hőmérséklet.

A fázisátalakulás hőmérsékletének meghatározása mellett a másik mennyiség, amit szeretnénk meghatározni, az olvadáshő (dermedéshő). Ezt úgy tudjuk kiszámolni, hogy a kályha és a mintatartó hőmérsékletének különbségét vizsgáljuk az idő függvényében. Amíg mindkét test egyenletesen melegszik (hűl) addig a hőmérsékletkülönbségük állandó, de amikor elindul a fázisátalakulás, akkor a hőmérsékletkülönbség görbéje eltérül ettől

a konstans függvénytől (alaponaltól), hiszen ekkor a mintatartó hőmérséklete még jobban le van maradva a kályháéhoz képest. A fázisátalakulás után a hőmérsékletkülönbség ugyanúgy visszaáll az alapvonalra, hiszen a mintatartó hőmérséklete utána ugyanúgy lineárisan fog változni. A hőmérsékletkülönbség időfüggvényének integrálja megadja, hogy mennyi hőt ad át a kályha a mintatartónak (a hőátadási tényezővel beszorozva). Lineáris melegedés (hűlés) során az átadott hő az alapvonal és a 0 szint távolsága, ez egy időben állandó érték, ami a mintatartó melegítésére fordítódik. Az a terület tehát, amit a hőmérsékletkülönbség görbéje az alapvonalal bezár, nem a melegítésre hanem a fázisátalakulásra fordítódik, tehát ezt a területet kell megmérni az olvadáshő meghatározásához. Az integrálást egy számítógépes szoftver végzi.

Ahhoz, hogy a bezárt terület értékéből megkapjuk a közölt hőt, meg kell szorozni a kályha és a mintatartó közötti hőátadási tényezővel, ami viszont függ a hőmérséklettől. A hőátadási tényező  $h(T_h)$  hőmérsékletfüggését kiadott grafikon alapján meghatározhatjuk, azt pedig, hogy mely hőmérsékleti értékhez tartozó hőátadási tényezővel számolunk, úgy döntöttük el, hogy a fázisátalakulás eleje és vége között félúton meghatároztuk a kályha és a mintatartó hőmérsékletének átlagát.

## Kiértékelés

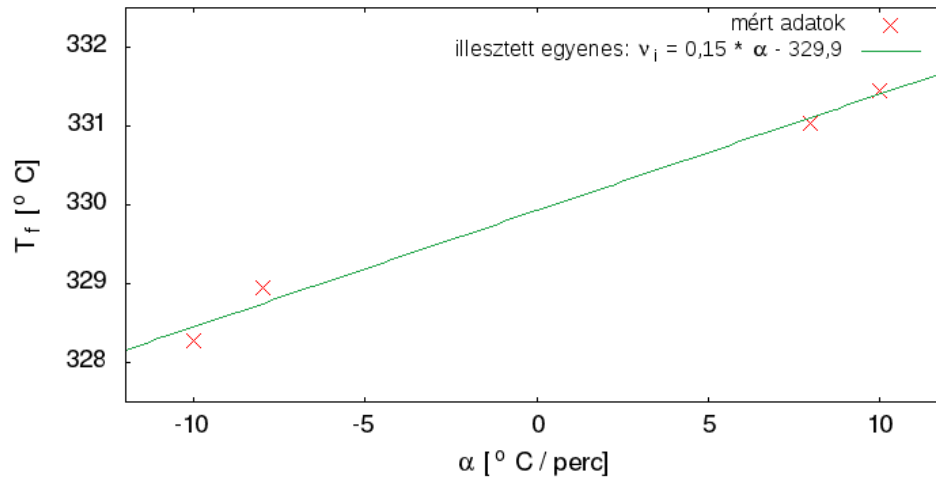
A számítógép által mért hőmérsékletet az idő függvényében grafikonon ábrázolta, ezt egy szoftver segítségével elemeztük, amivel meghatározhattuk a kérdéses értékeket. A grafikonokat a jegyzőkönyv végén csatoltam. A megállapított szükséges adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

	Gyors felfűtés	Lassú hűlés	Lassú felfűtés	Gyors hűlés
$\alpha$ $\left[ \frac{^{\circ}C}{perc} \right]$	10	-8	8	-10
$T_f$ $[^{\circ}C]$	331,45	328,95	331,03	328,28
$T_h$ $[^{\circ}C]$	341,65	314,20	338,02	317,78
$F$ $[^{\circ}C \cdot perc]$	-31,529	36,111	-32,248	34,769

1. táblázat. A fűtés gyorsasága ( $\alpha$ ), a fázisátalakulás mért hőmérséklete ( $T_f$ ), a hőátadási hőmérséklet ( $T_h$ ) valamint a hőmérsékletkülönbség-görbe és az alapvonal által bezárt terület

A fázisátalakulás tényleges hőmérsékletét úgy tudjuk meghatározni, hogy a  $T_f$  hőmérsékleteknek az  $\alpha = 0$  esetű extrapolációját vesszük. A mért  $T_f$  értékekre egyenest illesztünk, amely az 1. ábrán látható. Az egyenes az  $\alpha = 0$  tengelyt a  $T_{f0} = 329,9^{\circ}C \pm 0,1^{\circ}C$ -ben metszi, így az ólom olvadáspontját is ennyinek vehetjük.

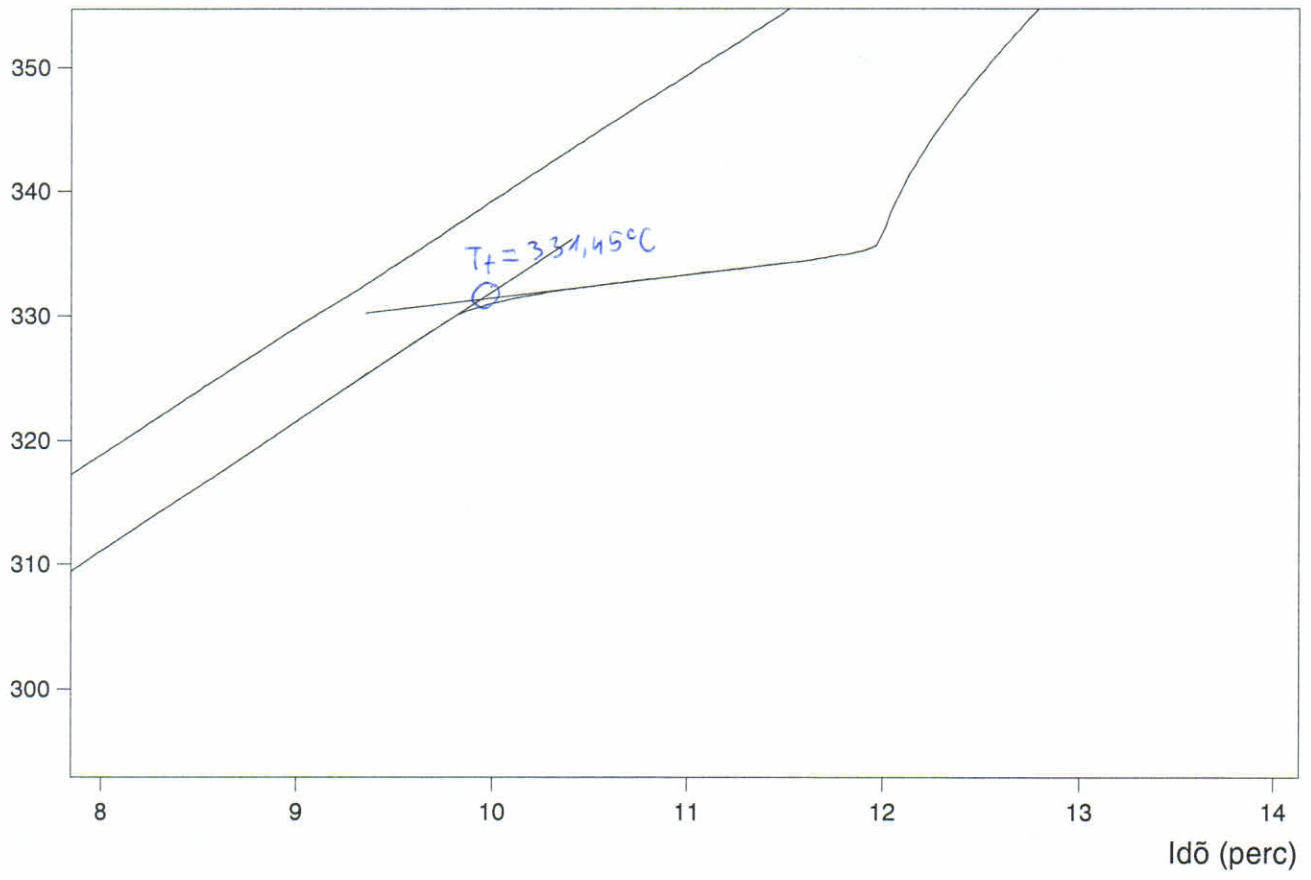
Az olvadási hő kiszámításához a görbék által bezárt területeket meg kell szorozni a hozzájuk tartozó hőátadási tényezőkkel, és úgy kaphatjuk meg a keresett energiaértékeket, azaz  $Q = h(T_h) \cdot F$ . Az eredmény előjeles lesz, hiszen eredetileg a  $T_k - T_m$  hőmérsékletkülönbséget integráltuk, vagyis  $Q$  az az érték, amit a minta lead a környezetének a fázisátalakulás során (vagyis ha  $Q$  negatív, akkor a fázisátalakulás endoterm folyamat volt, azaz olvadás, ha pozitív, akkor exoterm, azaz dermedés). Ez alapján, a kapott energiák:  $Q_{gyf} = -31,84 J$ ,  $Q_{lh} = 33,58 J$ ,  $Q_{lf} = -32,25 J$ ,  $Q_{gh} = 32,68 J$ . A valódi



1. ábra. A mért fázisátalakulási hőmérséklet a melegítés gyorsaságának függvényében

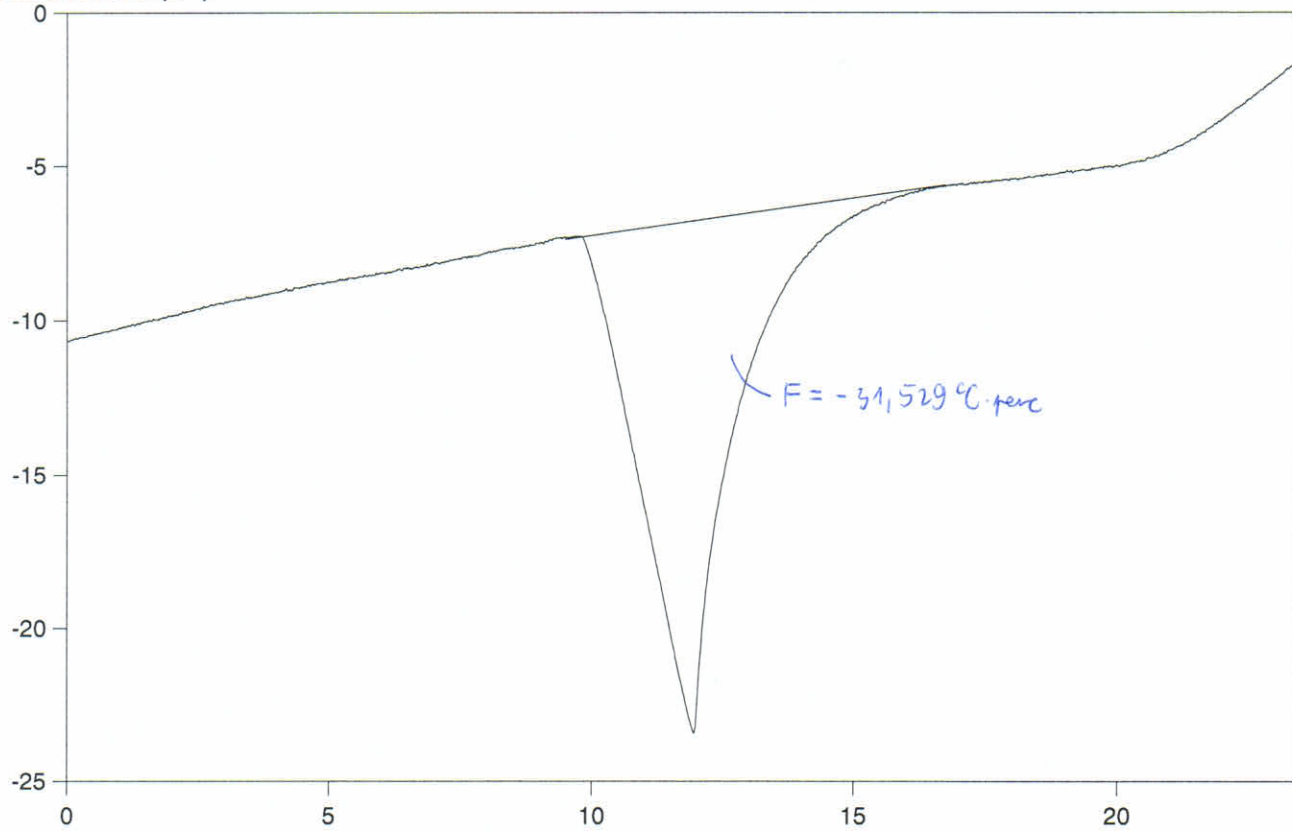
hő, amit a test felvesz, vagy lead, úgy vesszük, hogy ezek abszolútértékének átlaga, tehát:  $Q = 32,6 J \pm 0,8 J$ . A minta tömege  $m = 1,4920 g$  volt, ezzel elosztva az előbbi mennyiséget, megkapjuk a valódi olvadáshőt:  $Q_m = 21,8 \frac{kJ}{kg} \pm 0,5 \frac{kJ}{kg}$ .

Hőmérséklet (C°)



Gyors felhűtés

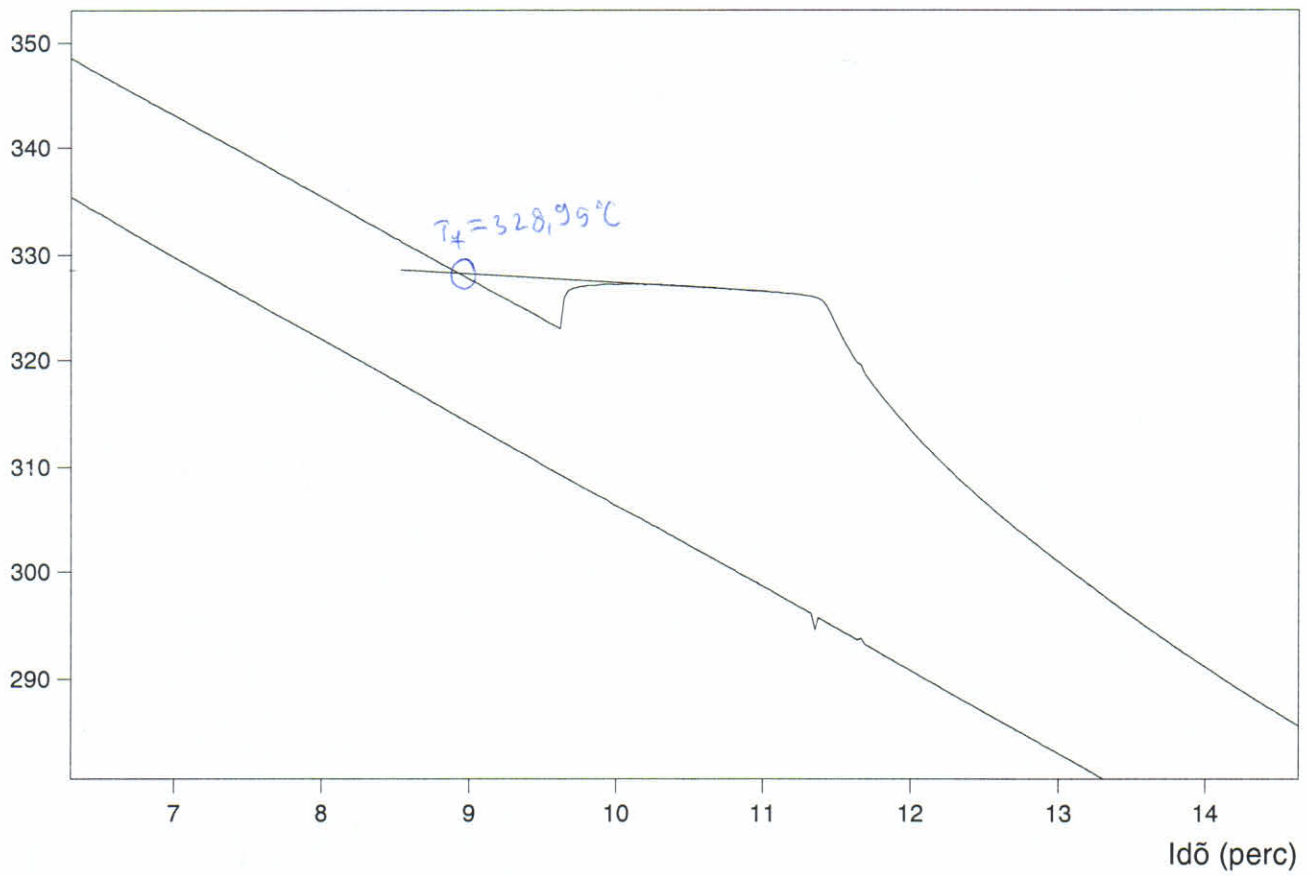
Hőmérséklet (C°)



Idő (perc)

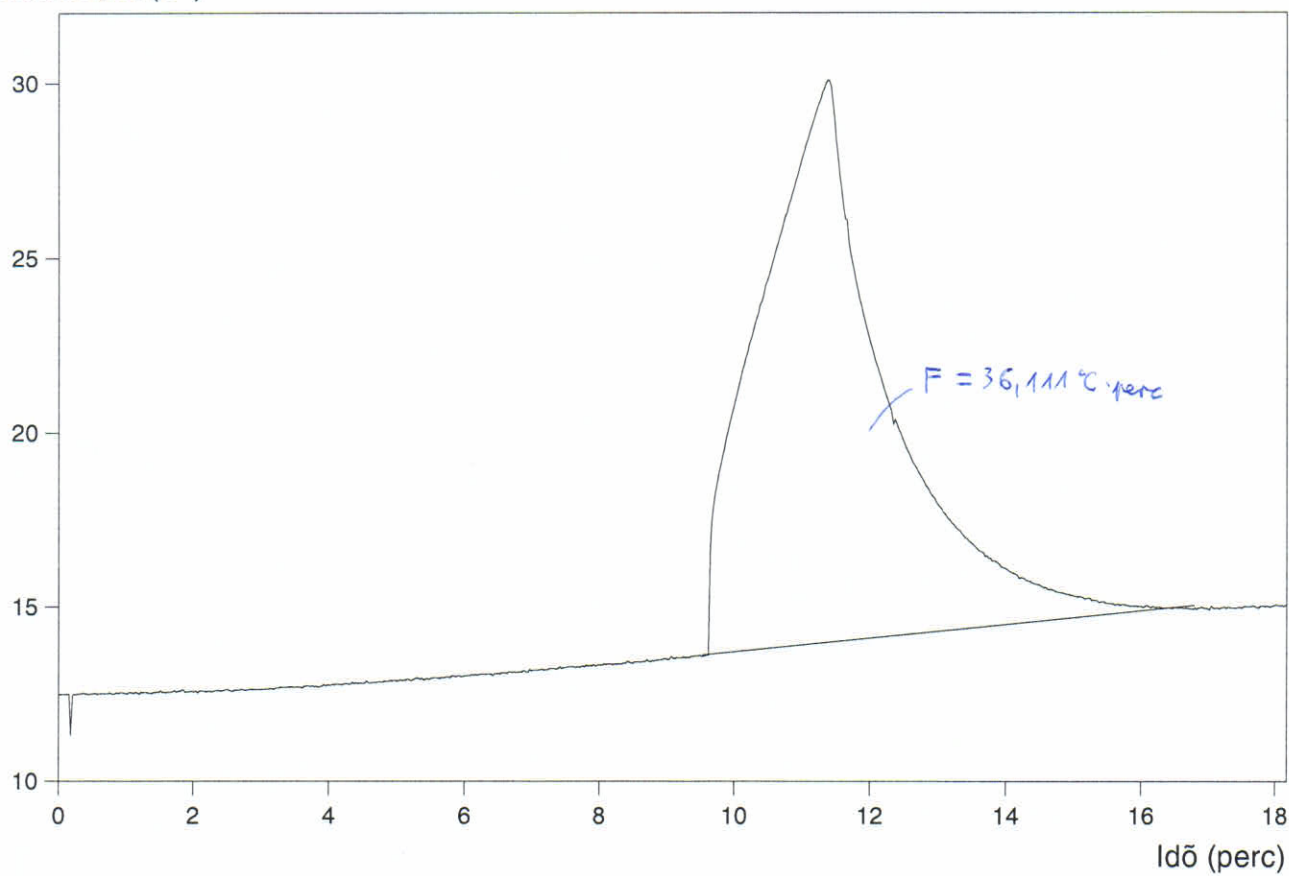
Gyors felhűtés

Hőmérséklet (C°)



Lassú hűlés

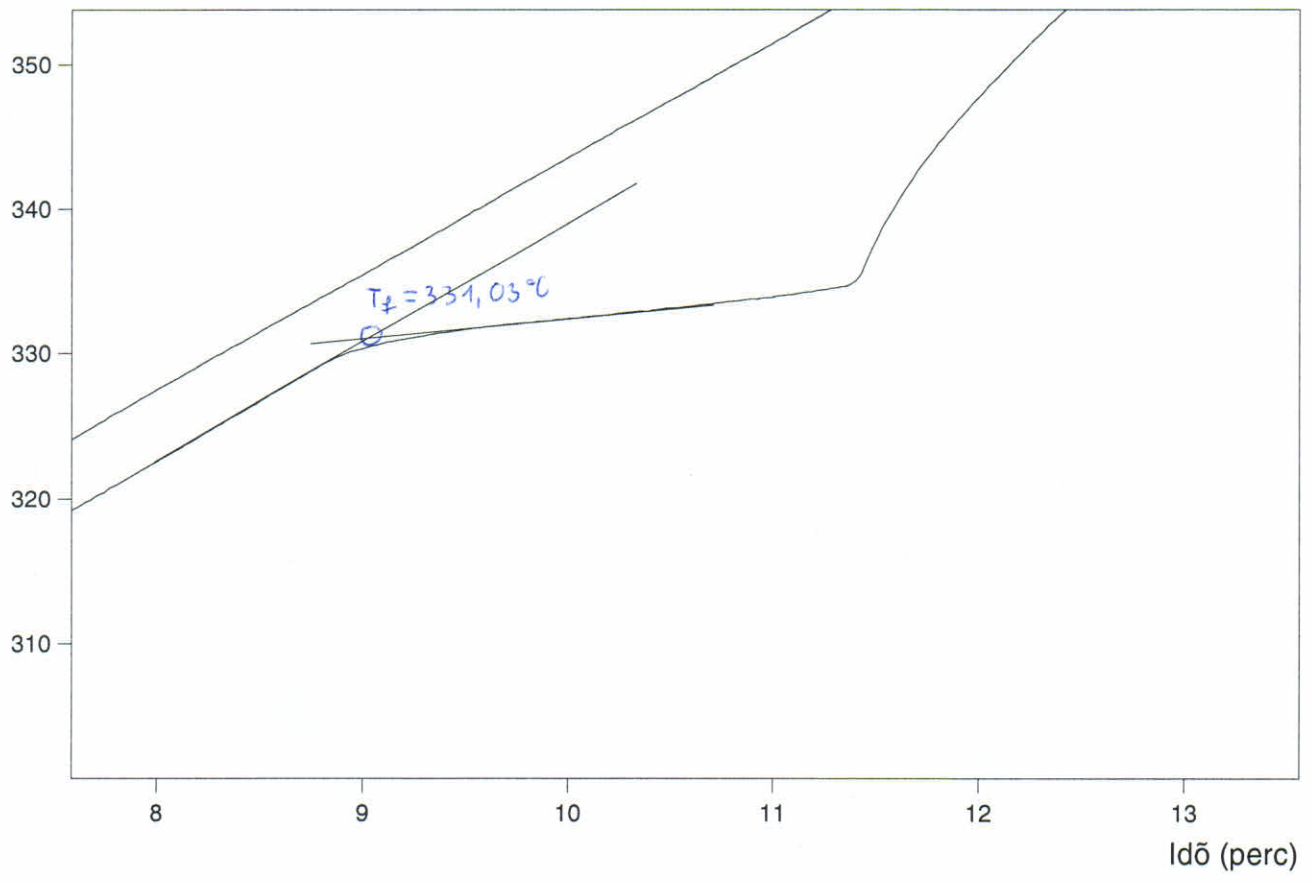
Hőmérséklet (C°)



Luzú hűlés

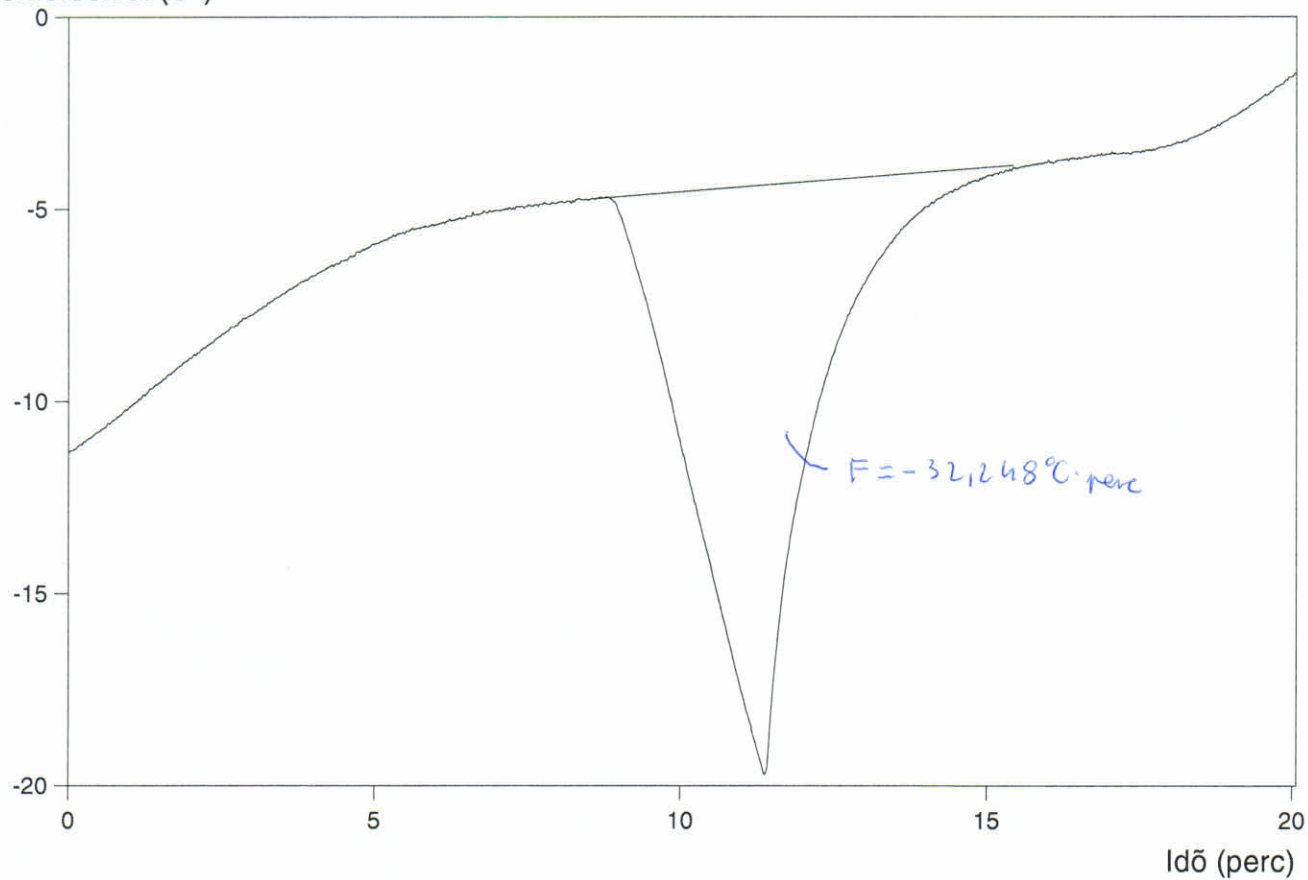


Hőmérséklet (C°)



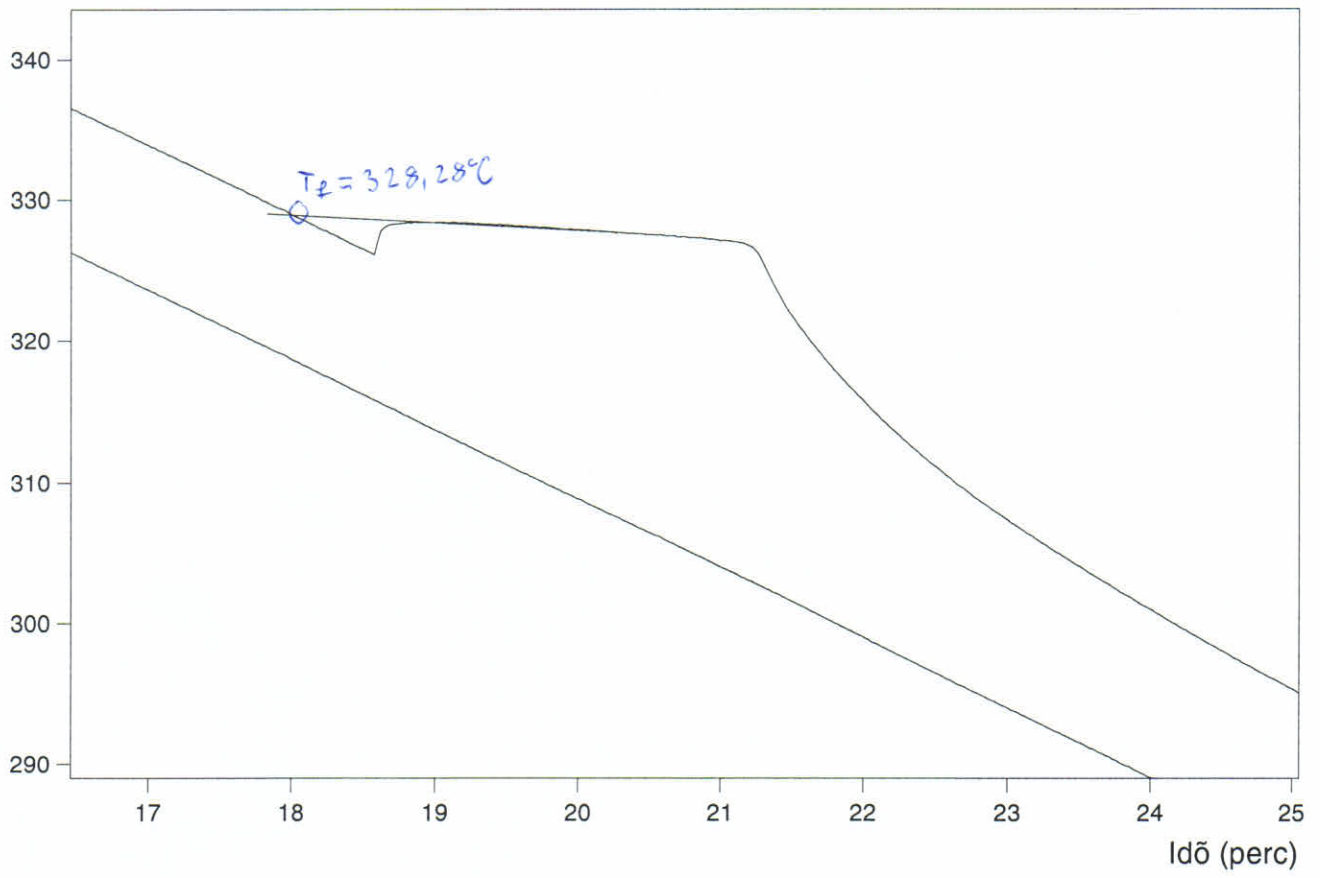
Lassú felfűtés

Hőmérséklet (C°)



Lassú felűtés

Hőmérséklet (C°)



Gyors hűlés