

# **Meissner-effektus mérése**

**Tóth Bence**

fizikus, 3. évfolyam

2006.04.20. csütörtök

beadva: 2005.05.04.

1. Az oszcillátor, majd a lock-in, végül pedig a multiméter bekapcsolása után beállítottuk a szinuszos jelet generáló oszcillátort  $(2,001 \pm 0,001)$  kHz-re. Ezután megkerestük a minimális jelet a fázistoló és az offset állító segítségével. Ezt ugyanis könnyebb megtalálni, mint a maximumot, ahol laposan változik a jel amplitúdója. Ha itt  $180^\circ$ -ot tolnuk a jelen a  $90^\circ$ -onként beosztott fázistoló segítségével, illetve ha a differenciálerősítő + és - bemenetét felcseréljük, akkor a jel  $(-1)$ -szeresét kapjuk. Ha helyben (azaz nullán) marad, akkor a minimumnál vagyunk, és nem kell már az offset állítón sem tekerni. Ekkor a  $\varphi$  fázisszög állítógombja nagyon közel volt 0-hoz. Ezután  $90^\circ$ -ot forgatva a  $\varphi$  fázisszögön a jel maximumát kapjuk a szögfüggvény tulajdonságából kifolyólag. Itt a szögre való ráállítás hibája jelentéktelenné válik, hiszen, mint már említettem, a jel amplitúdója csak kicsit változik.

2. Ezután megmértük a tekercsekben indukált feszültséget:

$$U_1 = (-78 \pm 4) \mu\text{V}$$

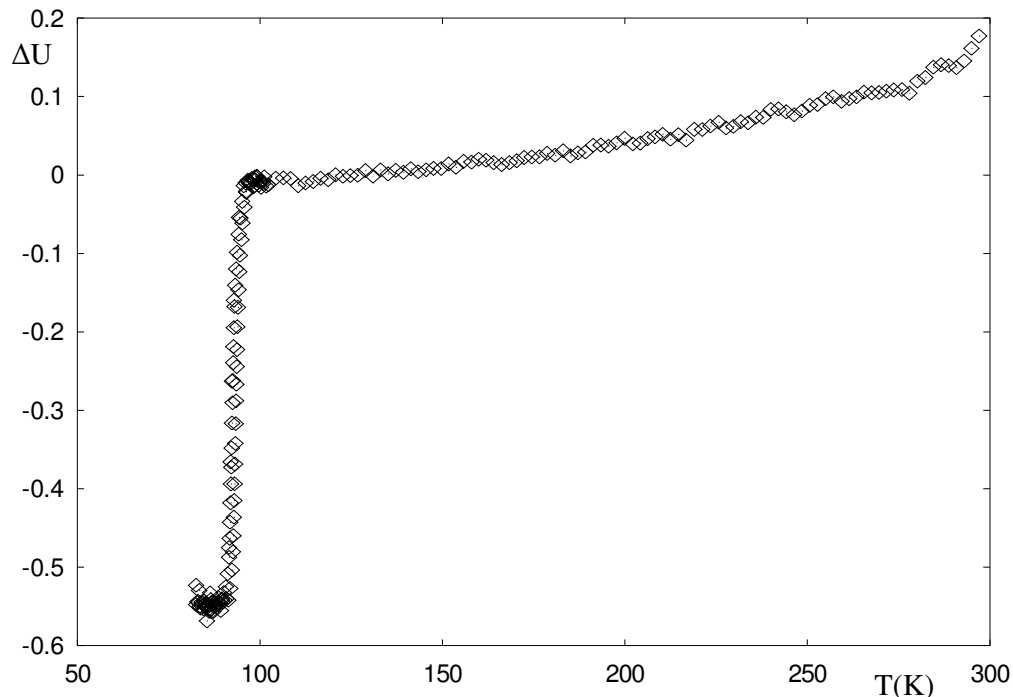
$$U_2 = (2,045 \pm 0,003) \text{mV}$$

Mivel az offset állító nem nullán volt, ezért persze ezeket átlagolni kell, és az a valódi  $U_0$  feszültség:  $U_0 = (1062 \pm 5) \mu\text{V}$

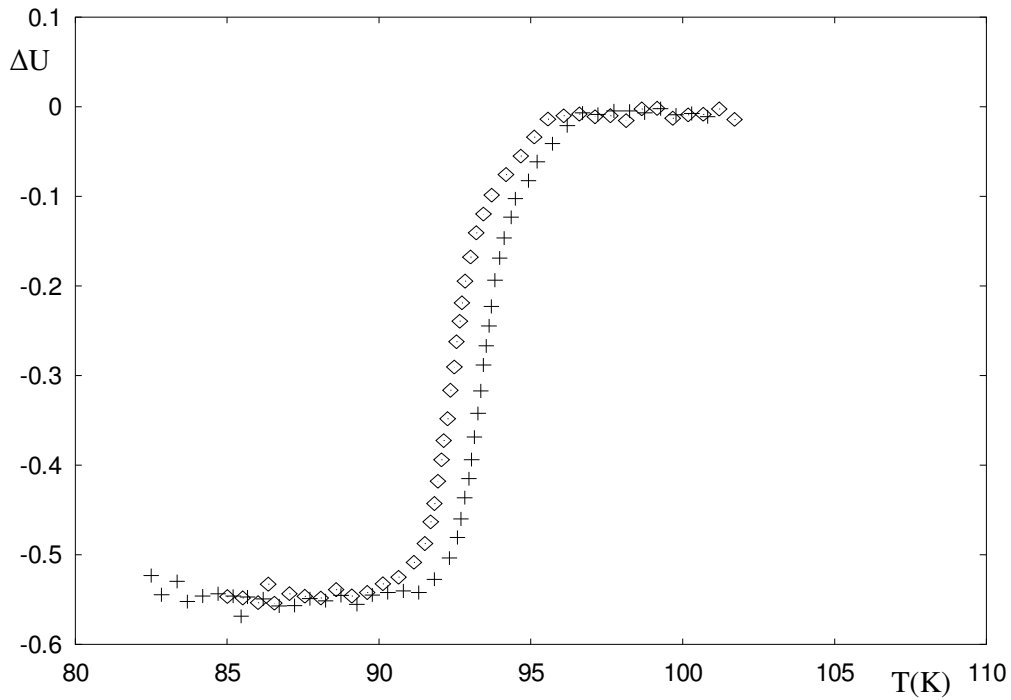
3. A lock-in technikát olyan esetekben használjuk, ha a zaj nagyobb, mint a mérendő jel; mint itt. Vagyis a zaj a mérőműszer érzékenysége, ez pedig  $1 \mu\text{V}$ .

4. A vas, mint ferromágnes, szuszceptibilitása nagy pozitív érték. A réz diamágnes, vagyis a  $\chi$  kis negatív érték; ezt is szépen láttuk a feszültség ellentétesre fordulásával. A paramágnes alumínium esetében viszont a várt vassal egyező előjelű feszültséggel szemben szintén azt kaptuk, hogy ez is diamágnes. Ezt a Lenz-törvény és a teflon mintatartó – amit ekkor mérünk – okozza.

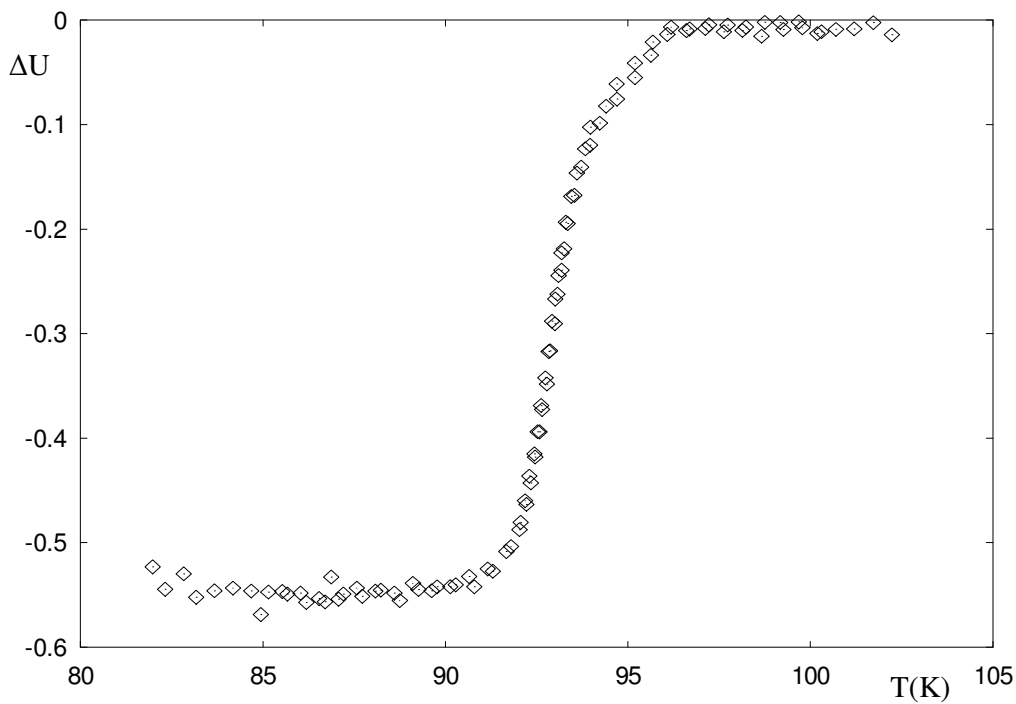
5. Ezután a gyakorlatilag pontosan  $V = 300 \text{mm}^3$  térfogatú tekercsbe betettük a  $V_m = 22 \text{mm}^3 \pm 2\%$  térfogatú szupravezető mintát. A mérőfejet folyékony nitrogén fölé lógattuk, és felvettük a feszültségváltozást a hőmérséklet függvényében. Magának az effektusnak a drámai nagysága miatt álljon itt a teljes mérési adatsor:



Kinagyítva a mintatartó véges hővezetése miatt kialakuló hiszterézis hőmérséklettartománya (a négyzet a hűlés, a keresztek a melegedés adatai):



Az ordinátatengely beosztása a műszer miatt cseles: ha 10-et olvasunk le, az 0,3mV-ot jelent, azaz a beosztása  $\frac{3}{100}$  mV. A középső, eléggé lineáris szakaszokra egyeneseket illesztettem, majd ezek távolságát megfelelően eltoltam a két görbét a közepük felé:



A két görbe szép pontosan illeszkedik. A

$$\frac{\Delta U}{U_0} = \chi \frac{V_m}{V}$$

képletből számolható a szuszeptibilitás hőmérsékletfüggése.

Kb. 88K alatt a minta szuszeptibilitása már nem változik.  $\Delta U$  átlagos értéke ezen a szakaszon  $-0,5472$  osztás  $= -16,416 \mu V$  volt, behelyettesítve az adatokat:

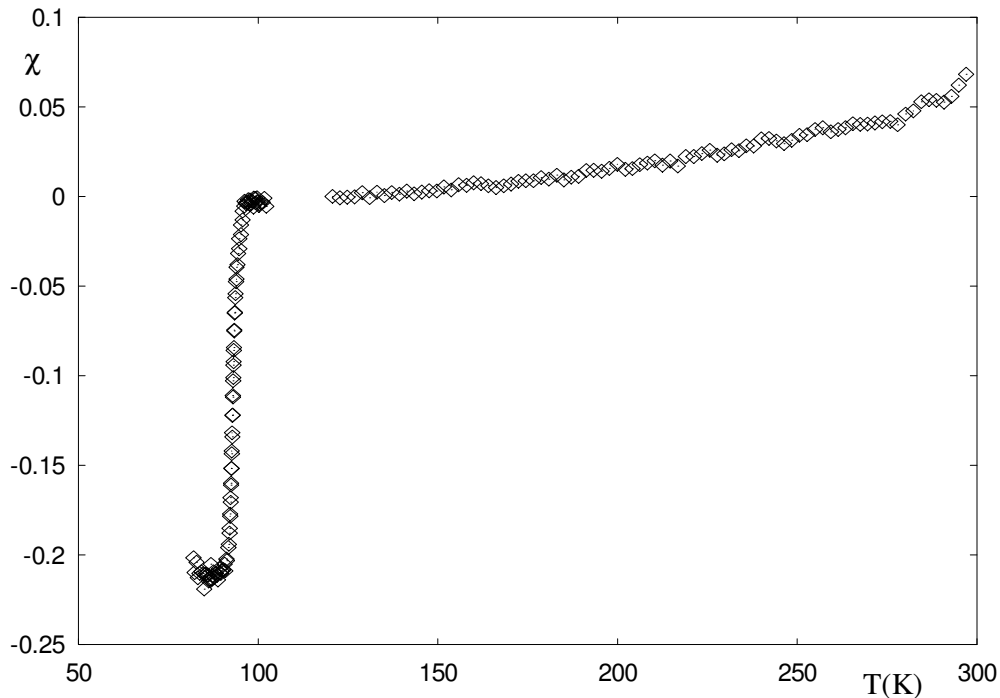
$$\chi = -0,211$$

A hiba nem  $\pm 0,001$ , ami az  $U_0$  hibájából következne. A  $\Delta U$  értékek szórása is  $\pm 0,002$ . Szobahőmérsékleten a szuszeptibilitás gyakorlatilag nulla. A mért adatok ennek ellenére másznak,  $\approx 300K$ -en eléri a  $\approx 0,068$ -at, ez pedig egy nagyságrenddel nagyobb, mint az előbb említett hibaforrások; azaz ennek a felével eltoltam a szuszeptibilitás számolt értékét, és ez az eltolás a hiba:

$$\chi = -0,25 \pm 0,03$$

azaz 25%-a a mintának vált szupravezetővé.

A szuszeptibilitás a hőmérséklet függvényében ábrázolva:



A szuszeptibilitás a maximális érték 90%-át  $(92,1 \pm 0,4)K$ -en, 10%-át  $93,96K$ -en veszi fel, vagyis az átalakulás szélessége  $(1,8 \pm 0,4)K$ ; az 50%-át a maximumnak  $(93,1 \pm 0,4)K$ -en veszi fel: ez a fázisátalakulás  $T_C$  hőmérséklete.