

Elektrotechnický ústav SAV

**Physical Property
Measurement System
of Quantum Design
PPMS-14**

17. Október 2012

Physical Property Measurement System – PPMS-14



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



Operačný program
VÝSKUM a VÝVOJ

Inštalované vo februári 2012 na EIÚ SAV



2

Lab. PPMS - EIÚ SAV 203: vedúci: P. Kováč, zástupca: P. Mozola

Súčasti zariadenia



A. Kryostat na kvapalné He s vákuovým a dusíkovým plášťom

Supravodivý magnet do 14 T

Objem magnetu a súčastí ~ 25 l

Čistý objem LHe priestoru 100 l

Objem LN₂ plášťa ~ 40 l

Súčasti zariadenia



B. Riadiaca jednotka a zdroj

Riadiaca jednotka

Výveva pre zmeny teploty v
meracom priestore

Zdroj pre magnet

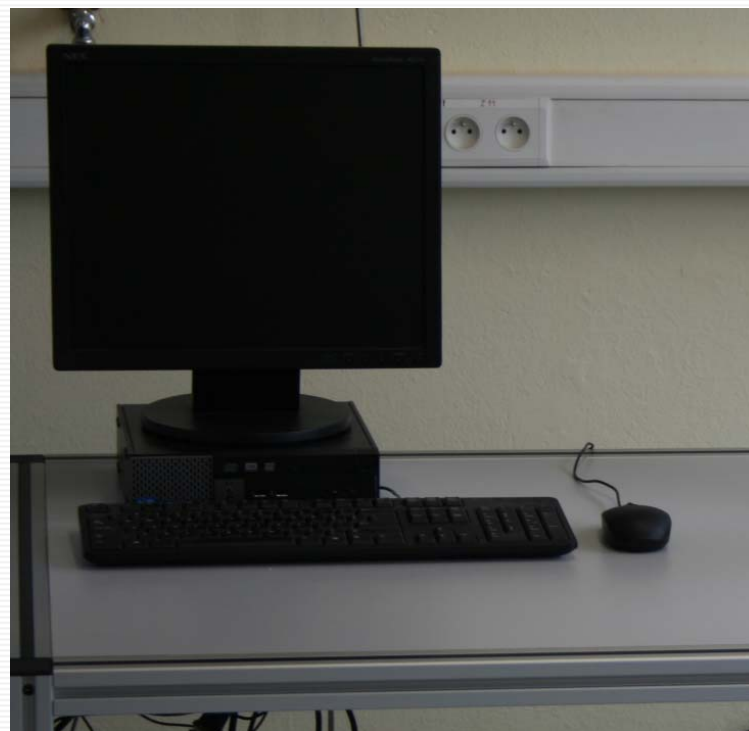
Zdroj pre prídavné meracie
zariadenia

Súčasti zariadenia

C. Riadiaci a merací PC



Hlavica vibračného magnetometra



Riadenie, meranie a nastavovanie merania na mieste alebo vzdialeným prístupom

Prehľad typov možných meraní

PPMS-14T Quantum Design umožňuje merania:

- magnetizácie $M(B, T)$ pomocou vibračného magnetometra
- susceptibility $\chi(B, T)$ pomocou AC susceptometra
- eklektického odporu $R(B, T)$ štvorbodovou metódou

Všetko pri teplotách 2.7 – 300 K a magn. poliach 0 -14 T.

Zodpovední:

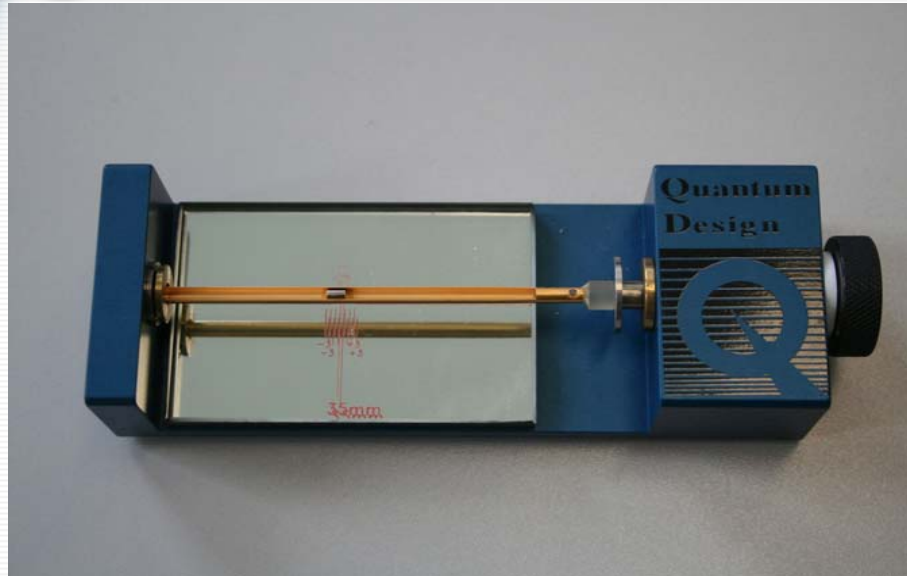
Chladienie systému: P. Mozola

VSM: P. Kováč + T. Melišek

Susceptibilita: F. Gömöry

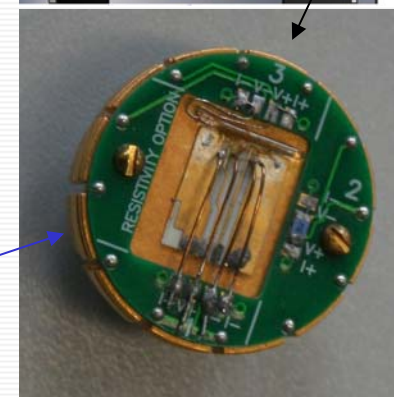
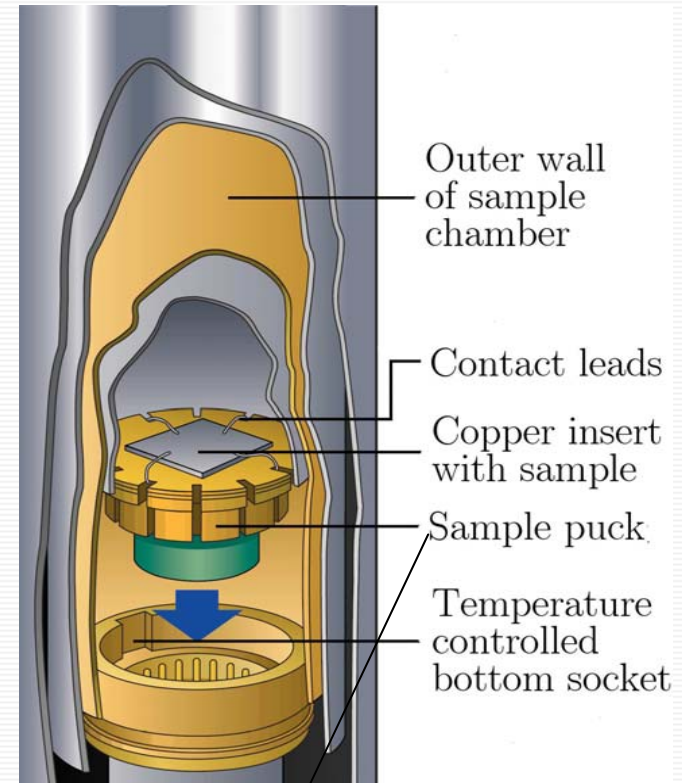
Rezistivita: L. Kopera

Držiak vzorky na meranie $M(B,T)$ a $R(B,T)$:



Pre VSM systém

Sample pucks: 1755€/3 pieces



Pre $R(B,T)$

Spotreba kryo-kvapalín

A. Štart „teplého“ systému + 1 týždeň merania

Kvapalný dusík:

- 60 l na vychladenie
- 30 l každý 3. deň

Kvapalné hélium:

- 100 l na vychladenie
- 100 l na zaliatie do ~ 85 %

B. Dopĺňanie „studeného“ systému + 1 týždeň merania

Kvapalný dusík:

- 30 l každý 3. deň

Kvapalné hélium:

- 100 l na zaliatie do ~ 85 %

Pozn.: – s magn. polom sa dá pracovať nad 50% He.

– zatiaľ nie sú určené prevádzkové náklady (elektrina, prev. He hosp., príp. režia ústavu - pre externých záujemcov).

Doterajšia spotreba kryo-kvapalín

C. Spotreba na merací deň pre typy meraní

Kvapalné hélium:

- AC susceptibilita + pole: ~ 5 l/d
- Odporové merania + pole + zmeny teploty: 5 l/d
- Vibračný magnetometer + pole: 11 l/d

D. Celková spotreba počas 7 týždňového zalatia

Kvapalný dusík:

- 620 l

Kvapalné hélium:

- 633 l

Priemerné hodnoty získané počas 7 týždňového kontinuálneho merania v máji – júni 2012.

Spotreba kryo-kvapalín

E. Využitie kvapalného He zo 100 l nádoby

Počiatočný stav v Dew. nádobe: 99 – 100 l

- preliate do PPMS systému 60 l – priemerný vzostup hladiny v PPMS z 39 % na 85 %
- odpar pri prelievaní 20 l
- vlastný odpar nádoby počas 1 týždňa 12 l
- ostáva pri vrátení na udržanie odchladenia 8 l

F. Priemerné náklady na deň podľa typu merania

Cena He a N₂:

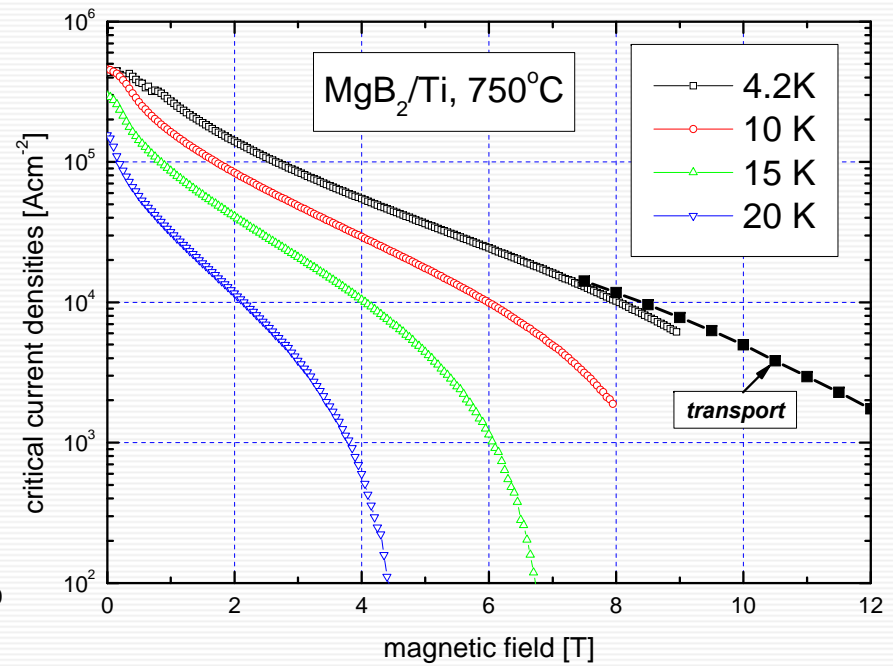
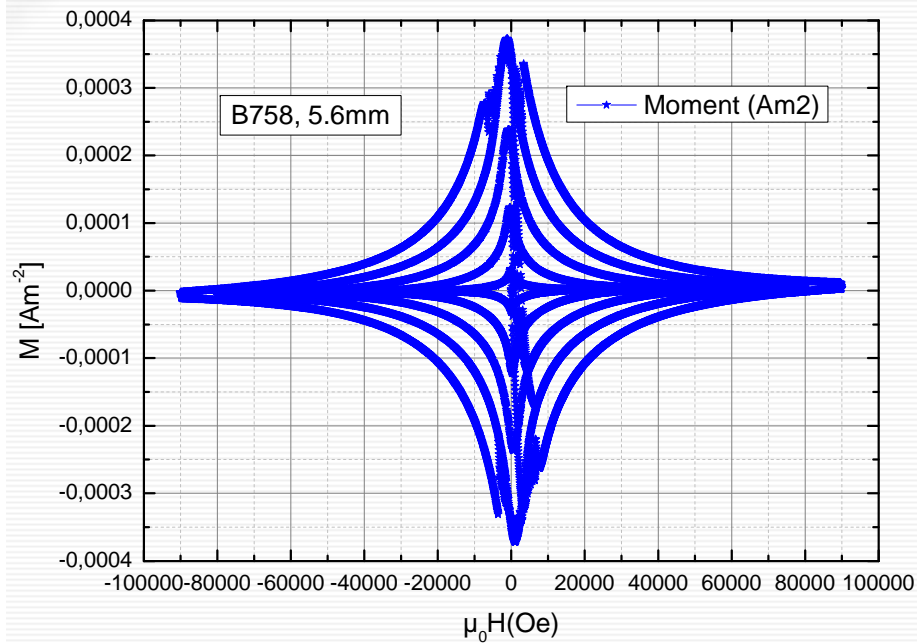
- kvapalné hélium + doprava + straty: 2.15 € / l
- kvapalný dusík: 0.22 € / l (cena pre EIÚ)

Cena LN₂ + LHe pre jednotlivé merania na deň:

- AC susceptibilita + pole: 13.50 €
- Odporové merania + pole + zmeny teploty: 13.50 €
- Vibračný magnetometer + pole: 26.40 €

VSM merania

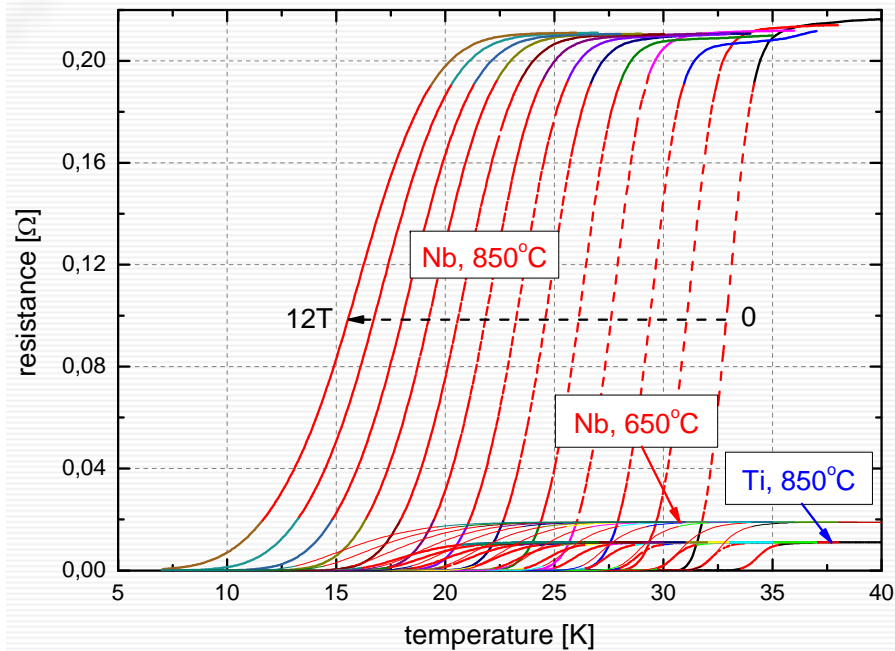
Kováč-Melišek



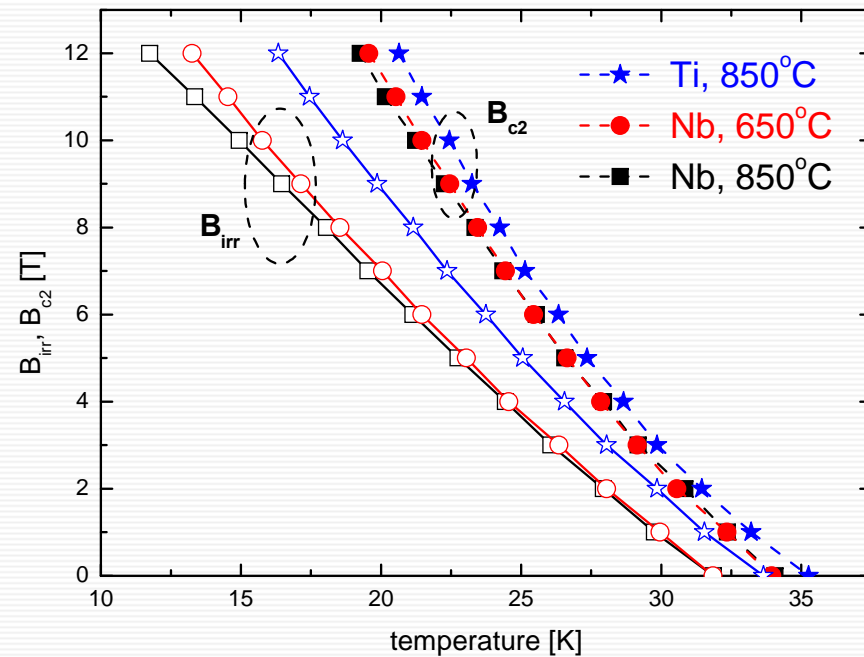
Kritické prúdové hustoty získané pre MgB₂ supravodič z meraní magnetizácie pri teplotách 4.2-20 K.

Merania R(T,B):

Kopera



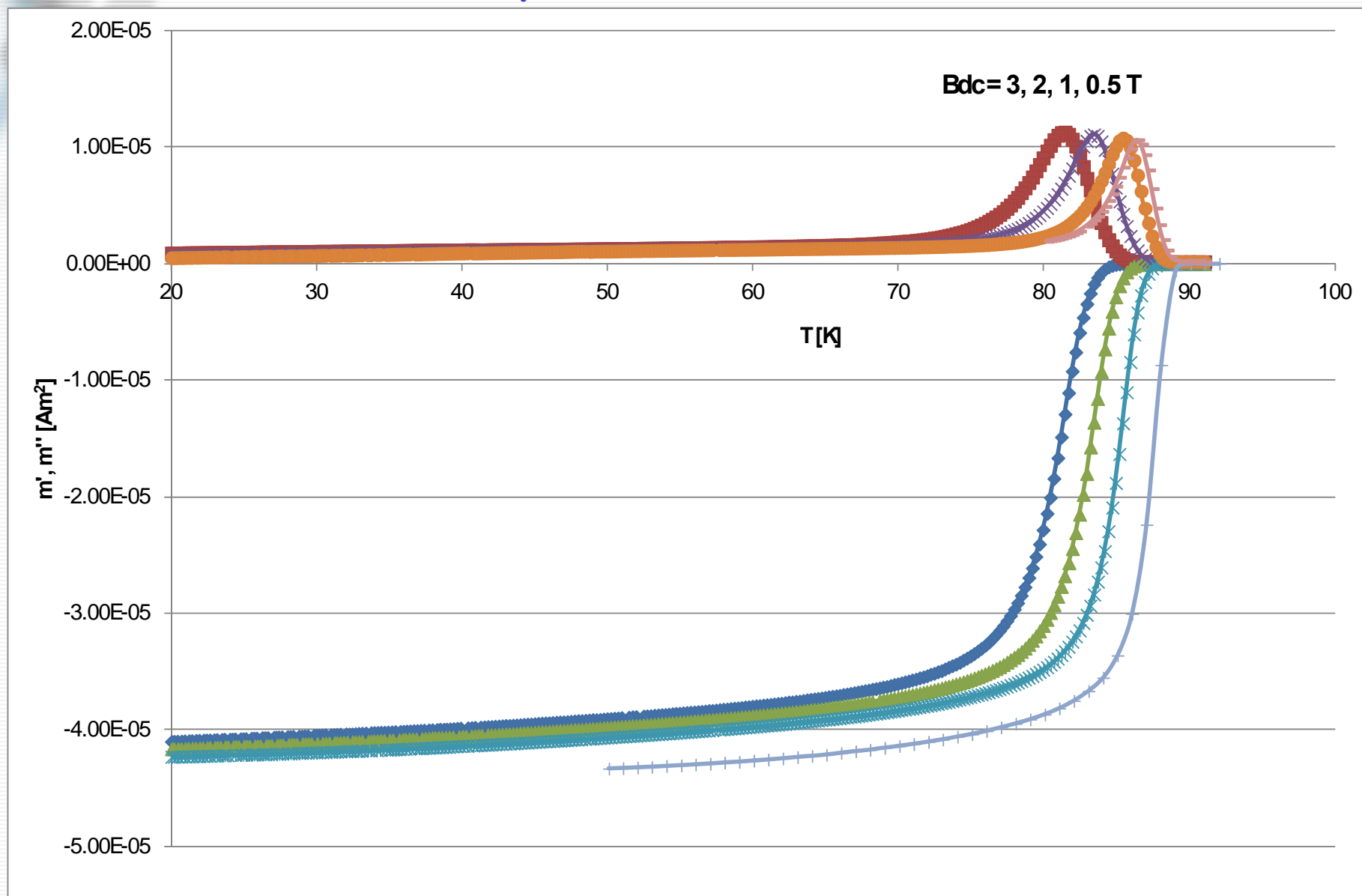
Teplotné závislosti odporu troch MgB2 vzoriek merané vo vonkajšom magnetickom poli 0 - 12 T.



Závislosť horného kritického pola B_{c2} a pola ireverzibility B_{irr} získané z nameraných $R(B,T)$ závislostí.

AC susceptibilita disku s priemerom 5 mm vyrezaneho z pasky SuperPower (GdBaCuO)

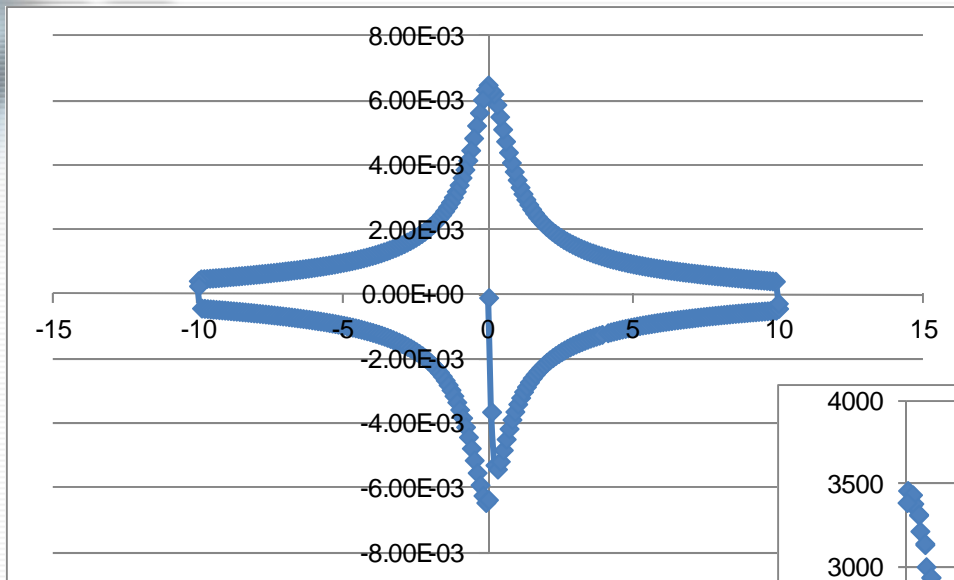
Gömöry



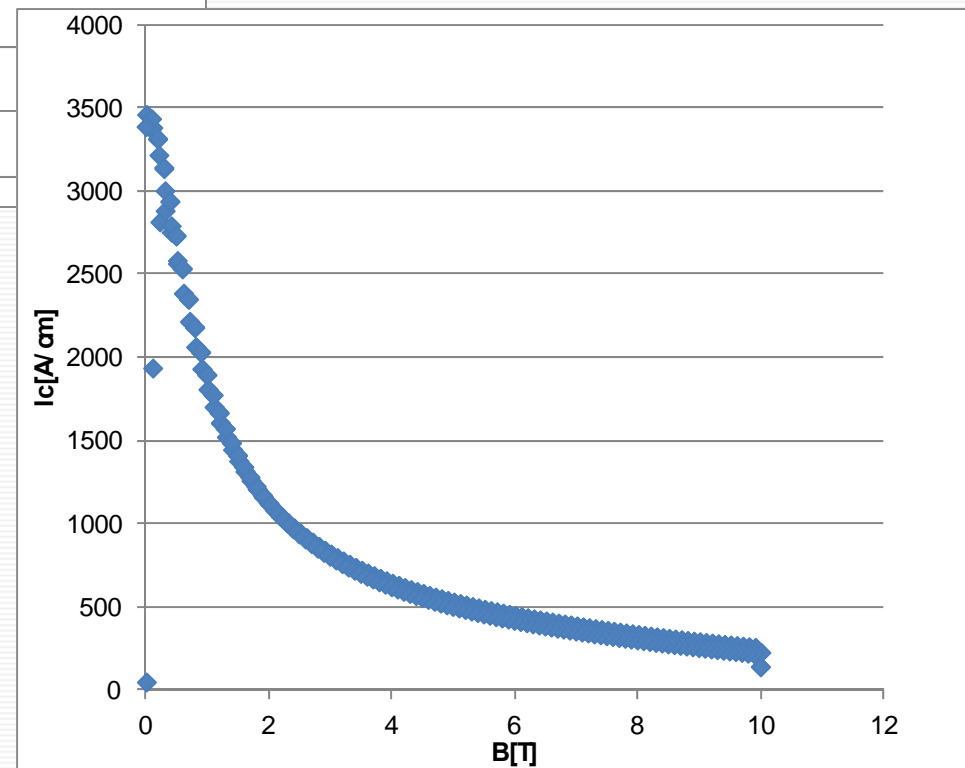
M(Hac) disku s priemerom 5 mm vyrezaneho z pasky SuperPower (GdBaCuO), T = 20 K

Gömöry

merana zavislost

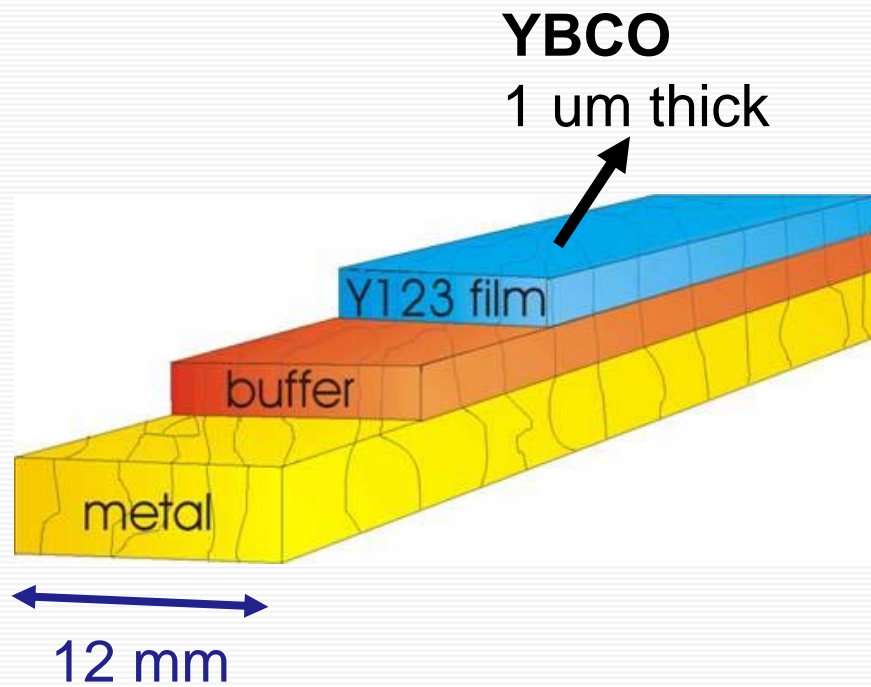


odvodena $I_c(B)$ krivka



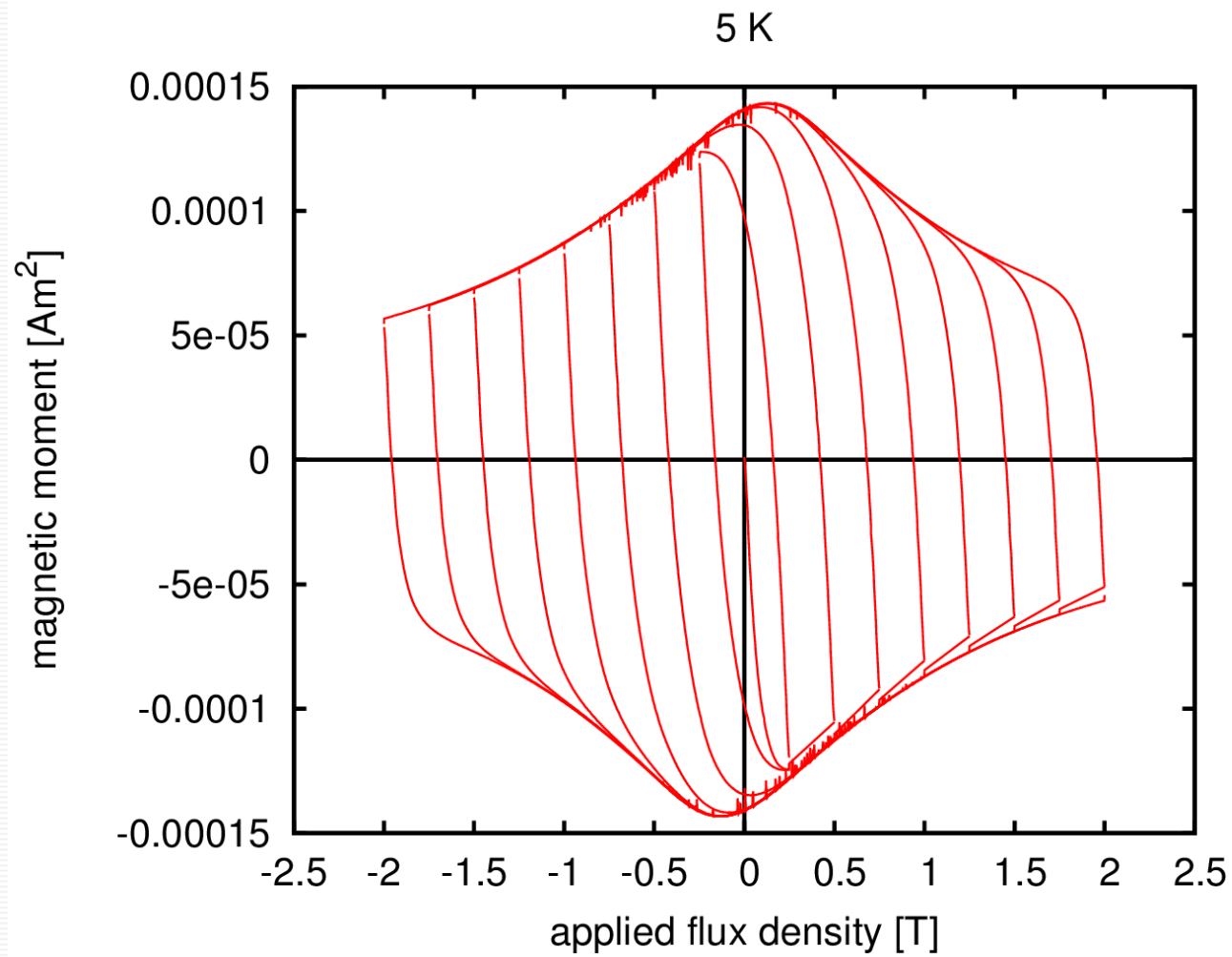
YBCO coated conductor: thin superconducting film

E. Pardo (projekt)

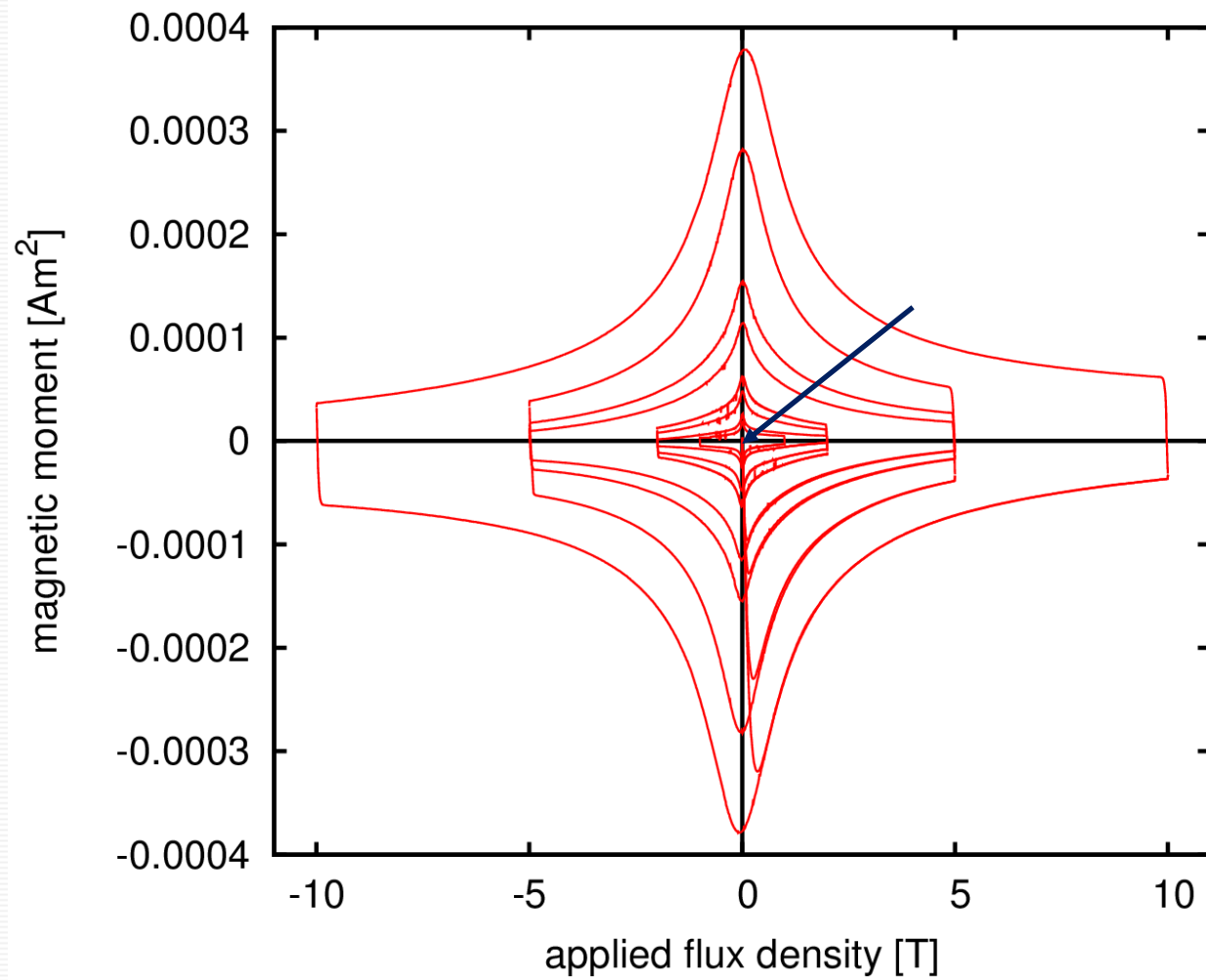


Magnetization loops

Central piece



Measurement at several temperatures



temperatures [K]

4.2

20

40

50

65

70

77.3

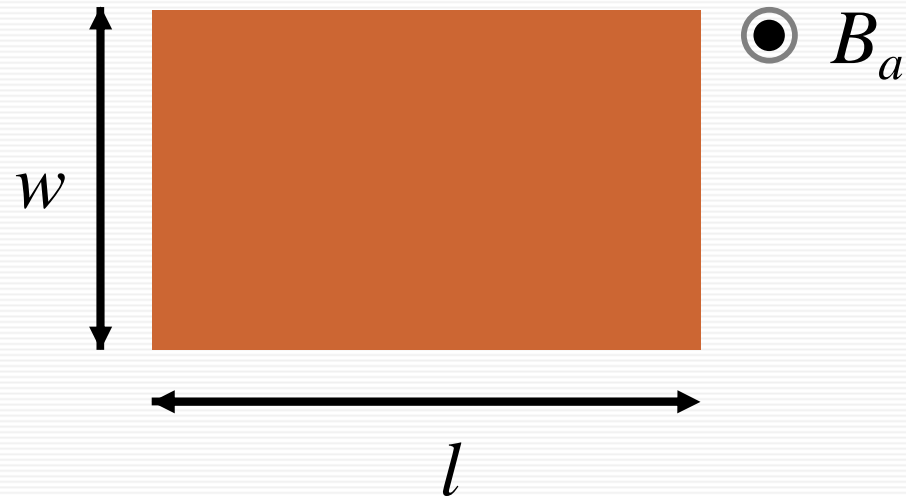
80

J_c related to loop width

$$J_c = \frac{2 \Delta M}{w \left(1 - \frac{w}{3l} \right)}$$

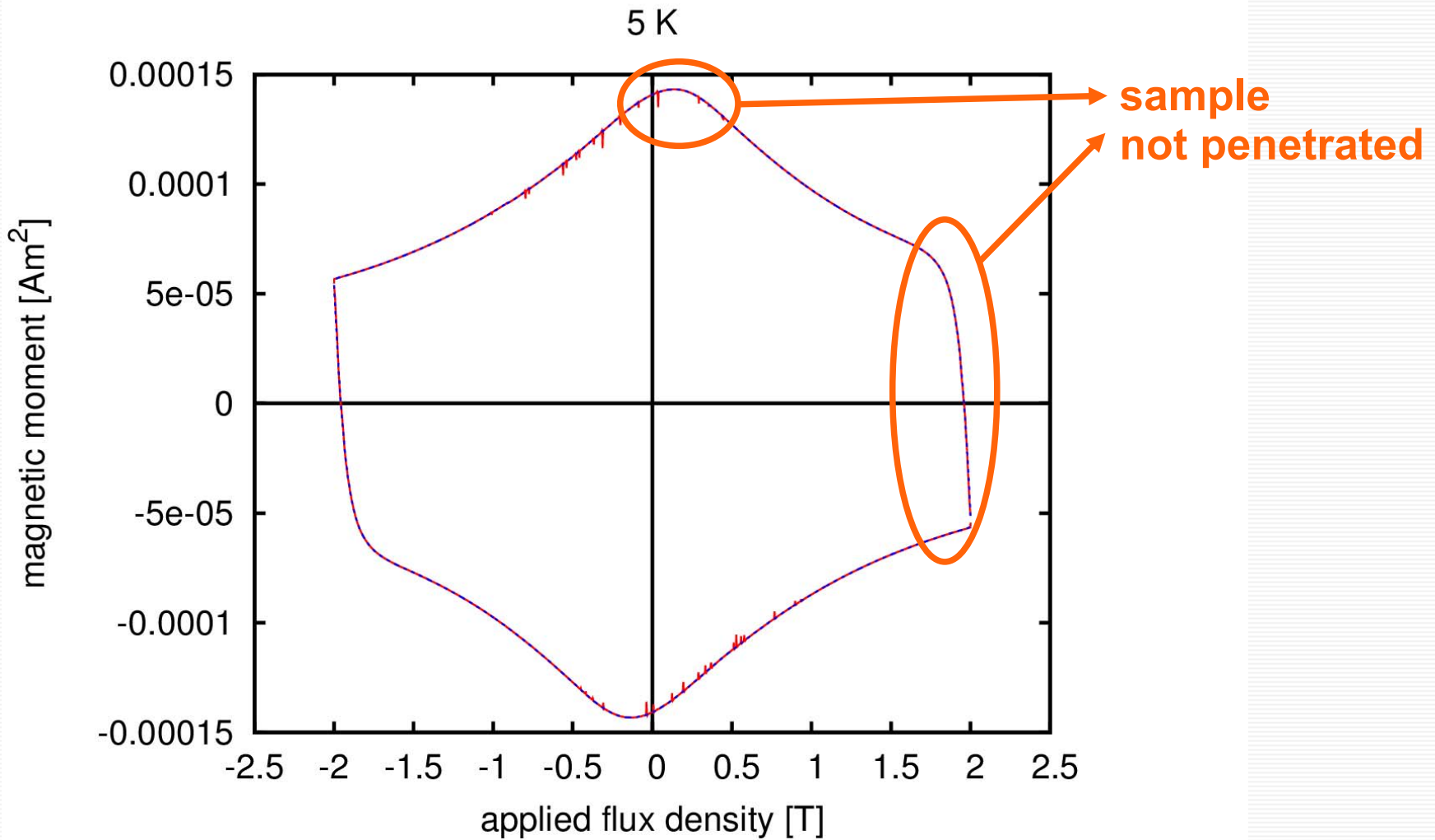
Chen 1990 J. Appl. Phys.

**formula assumes
full penetration**



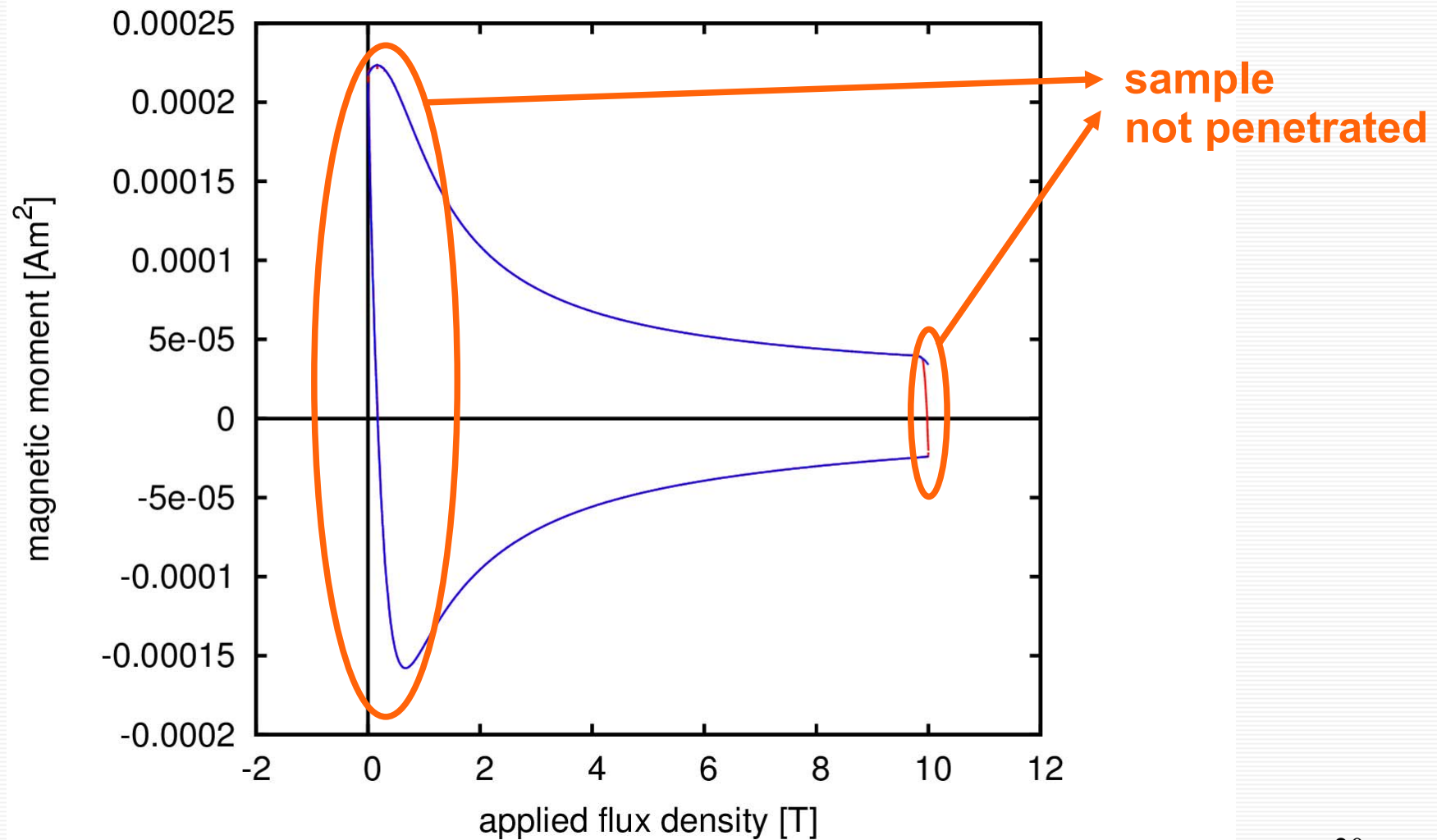
Not all the loop is useful for J_c

Full loop measurement



Not all the loop is useful for J_c

Half loop measurement





Non-uniformity

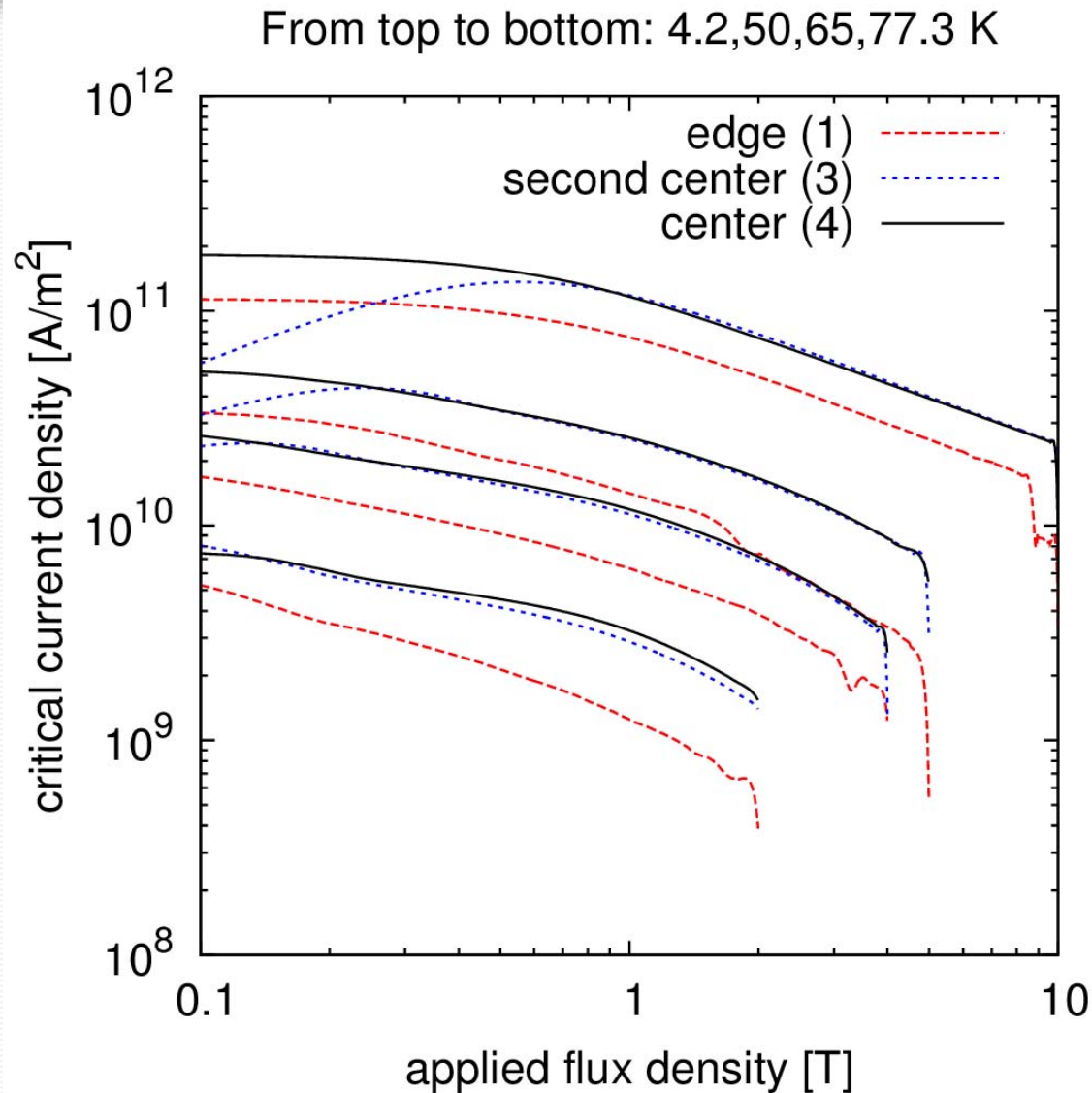
Cut sample into pieces

1	1.5 x 2.1 mm ²
2	1.6 x 2.3 mm ²
3	1.6 x 2.0 mm ²
4	1.7 x 2.6 mm ²
5	1.5 x 1.8 mm ²
6	1.0 x 1.8 mm ²

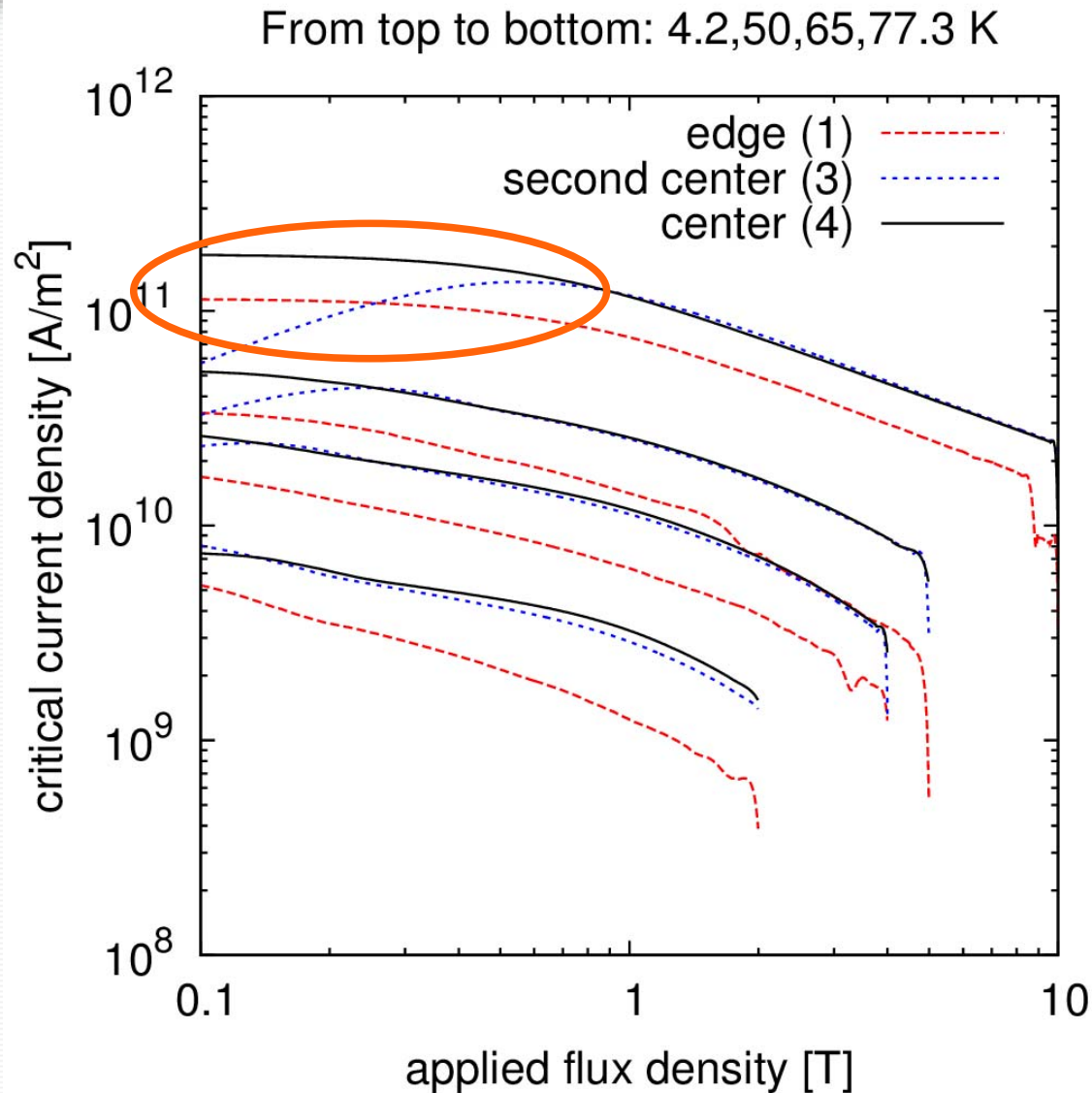
12 mm

**pieces with different
dimensions**

Same J_c for both central samples



Same J_c for both central samples

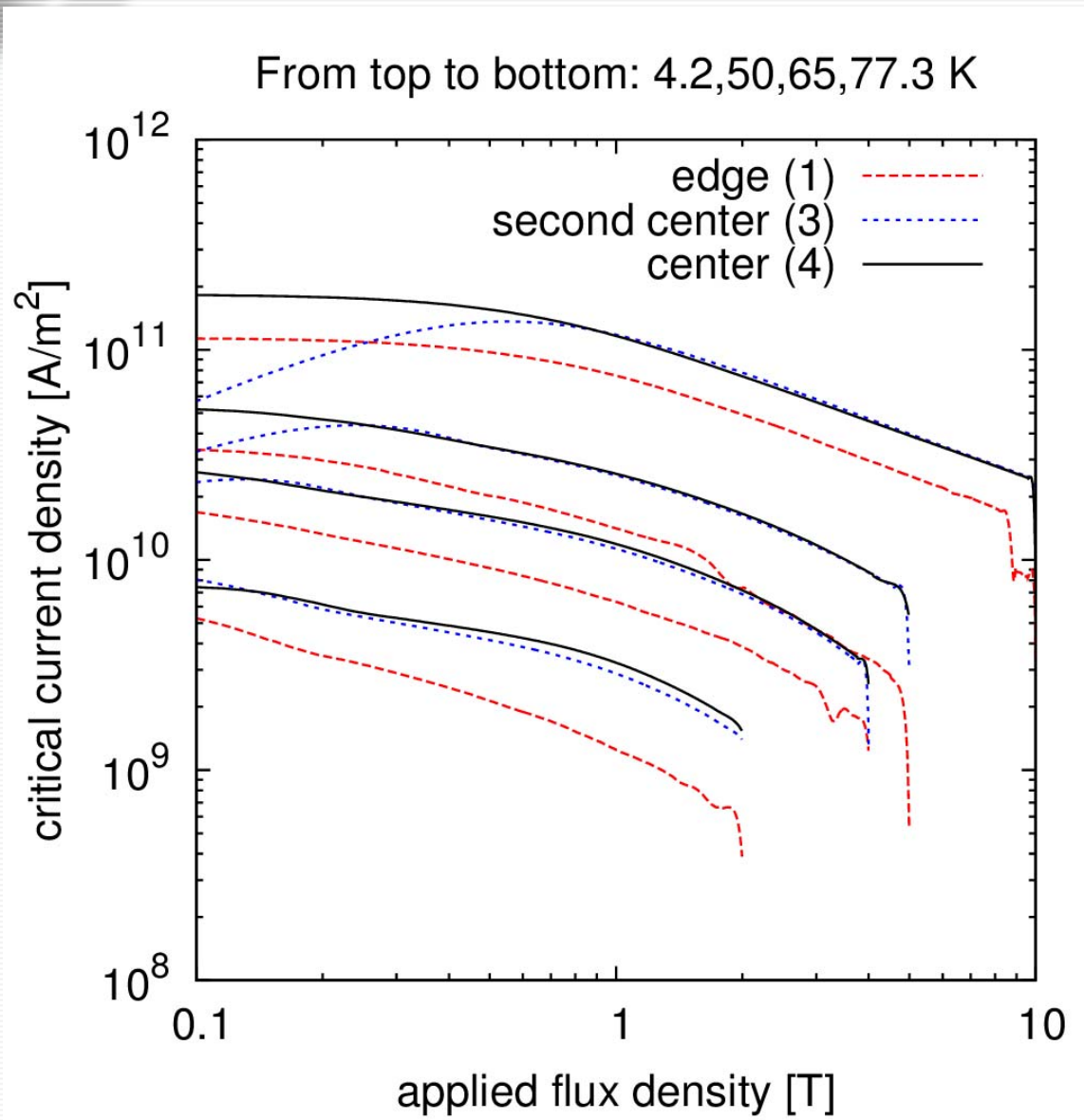


artifact!

**plateau
due to self-field:**

**peak
due to half-loop
measurement**

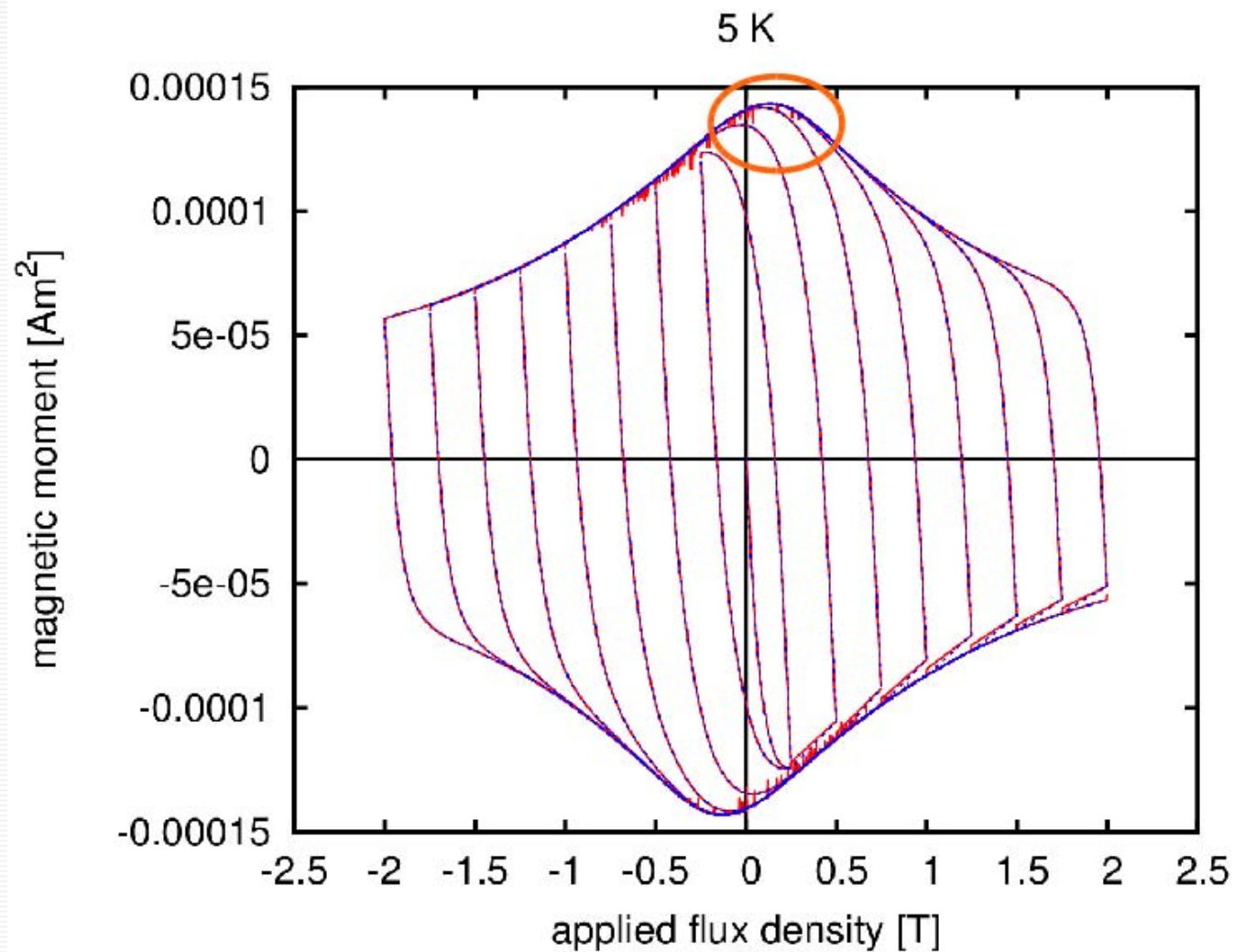
Lower J_c at edge sample



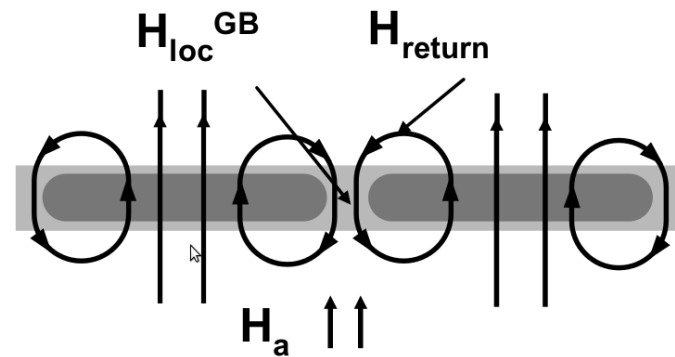
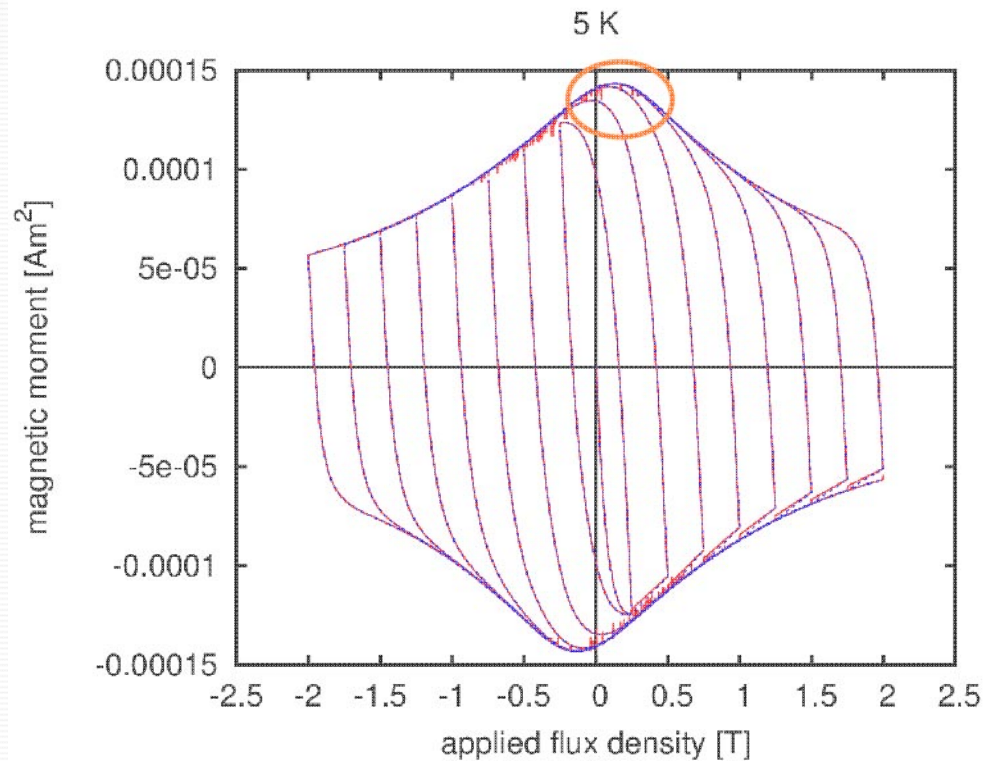


Granularity

Magnetic moment shifted to the right



Grains create opposite field



Palau et al 2004 Appl. Phys. Lett.
Palau et al 2007 Phys. Rev. B