

Curieovo kyvadlo

A. Šplíchalová, R. Schuster*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

*r.schstr@gmail.com

Abstrakt

Cílem projektu je vysvětlit princip Curieova kyvadla. K tomu je nutno vysvětlit chování látek s magnetickými vlastnostmi před i po dosažení Curieovy teploty.

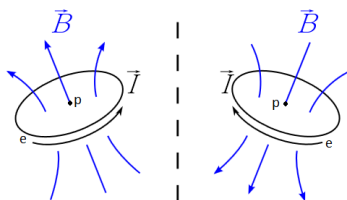
1 Úvod

Tentokrát jsme se pustili do zkoumání zmagnetovaných feromagnetických látek při teplotách okolo Curieova bodu, což je teplota, při níž se feromagnetické látky stávají látkami paramagnetickými. Naším cílem bylo vysvětlení principu tohoto jevu a sestrojení funkčního Curieova kyvadla.

Praktická část našeho zkoumání spočívala v jednoduchém experimentu, na nějž bylo zapotřebí pouze magnetu, feromagnetika a tepelného zdroje.

2 Podstata magnetování

Zjednodušeně si lze elementární dipól představit následovně: pohyb elektronu kolem atomového jádra představuje proudovou smyčku, kterou lze chápat jako magnetický dipól s magnetickým momentem. Orientace těchto elementárních dipólů lze ovlivnit například vložením do vnějšího magnetického pole. Podle „poddajnosti“ elementárních dipólů (v jejich natočení ve směru vnějšího pole) se látky dělí na diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické.



3 Základní rozdělení látek

• Diamagnetika

Jsou látky složené z částic s nulovým magnetickým momentem. Jejich relativní magnetická permeabilita je menší než 1, po vložení do vnějšího magnetického pole toto pole mírně zeslabují. Tímto zeslabením pole uvnitř diamagnetika dochází k jeho vypuzování z vnějšího magnetického pole.

Patří sem např.: Voda, uhlík, měď, zlato, ...

• Paramagnetika

Jsou látky, jejichž částice sice mají nenulový magnetický moment, ale jelikož jsou uspořádány nahodile, celkový magnetický moment makroskopické části látky je nulový. Jejich relativní magnetická permeabilita je větší než 1 a tedy, po vložení do vnějšího magnetického pole, je toto pole zesilováno.

Patří sem např.: Hliník, platina, vápník, kyslík, mangan, technicium, ...

• Feromagnetika

V látce se tvoří tzv. domény (shluky shodně orientovaných elementárních dipólů). Bez vnějšího magnetického pole jsou domény orientovány náhodně a výsledný magnetický moment makroskopické části tělesa je nulový podobně jako u paramagnetik. Ve vnějším magnetickém poli dochází ke zvětšování domén, a jejich vzájemně shodnému uspořádání. Tím je vnější pole zesilováno.

Patří sem např.: Železo, kobalt, nikl, ...



nikl



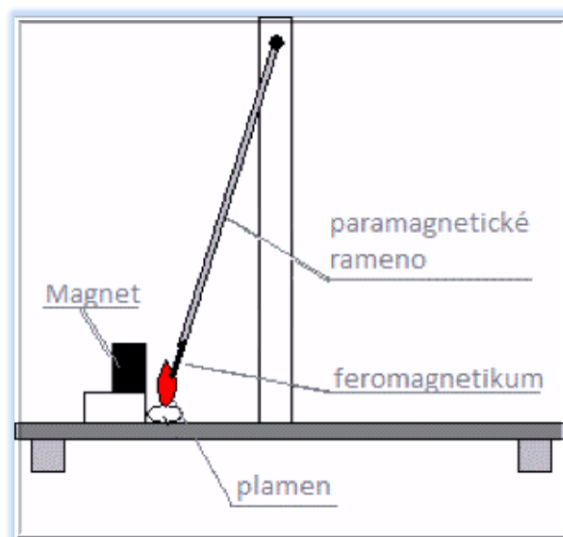
hliník



zlato

4 Náš experiment

Náš model Curieova kyvadla je tvořen feromagnetickou látkou (kousek niklu) zavěšenou na paramagnetickém rameni. Ta je přitahována (permanentním) neodýmovým magnetem. V místě, do kterého se kyvadlo vychýlí, je zažehnutá svíčka. Ta ohřívá feromagnetikum až na Curieovu teplotu. Při dosažení této teploty kyvadlo přestává být feromagnetickým a vrací se do původní polohy. Po návratu do původní polohy se kyvadlo zpětně ochlazuje a je opět přitahováno k magnetu.



Obrázek 1 – Curieovo kyvadlo (schéma z www.vnuf.cz)

5 Problematika materiálů

Největší problém, který při konstrukci kyvadla nastal, se týkal rychlého dosažení Curieovy teploty. Zvolené zdroje tepla zahřívaly nikl buď na příliš vysokou teplotu, čímž se výrazně prodlužovala doba chladnutí a názornost pokusu se ztrácela, nebo byl nikl naopak zahříván příliš pomalu. Tento problém jsme nakonec řešili hledáním vhodné vzdálenosti plamene od zmagnetovaného feromagnetika. Nalezli jsme takovou vzdálenost, ve kterou je naše niklová součástka zahřívána jen kousek nad kýžený Curieův bod.

6 Naše výsledky

Finální verze našeho kyvadla funguje velmi názorně i za nízkých teplot (plamen svíčky) díky použití niklu. Názornost pokusu by se ještě vylepšila chlazením feromagnetika po dosažení Curieova bodu. I tak se nám podařilo překonat řadu „výukových“ kyvadel (např i to, kterým disponuje MFF UK), které bývají mnohem nákladnější.

7 Reference

- [1] <http://fyzmatik.pise.cz/107301-curieho-teplota-aneb-jak-zrusit-magnet.html>
- [2] http://fyzika.jreichl.com/main.article/audio/295-magneticke-vlastnosti-latek?file=elmg_mgst_0080.wav
- [3] <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/01-18-Rauner.html>
- [4] http://cs.wikipedia.org/wiki/Curieova_teplota
- [5] <http://elektrika.cz/terminolog/eterminolog2definition.2008-02-04.1652216148>
- [6] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetismus>
- [7] http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&s_lang=2&id_desc=26205&title=feromagnetikum
- [8] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnet>
- [9] http://cs.wikipedia.org/wiki/Neodymov%C3%BD_magnet
- [10] <http://www.youtube.com/watch?v=qLoDqDLsrGs>
- [11] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetizace>
- [12] http://www.youtube.com/watch?v=YzwGzJm41_o
- [13] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Feromagnetismus>