

MAGNETIC LEVITATION

Bohdan Štěpánek, Michal Paleček

Students (4), VOŠ a SPS Ždár nad Sázavou

E-mail: maglevsps@gmail.com

Supervised by: Rudolf Voráček

E-mail: voracek@spszr.cz

Abstract: The paper deals with magnetism and its influence on superconducting materials. We describe the discovery and development of superconductivity, superconducting levitation and its use in future technology - called. MAGLEV speed trains. We show the interaction of the magnetic field of a strong neodymium magnet and high-temperature superconductor, cooled with liquid nitrogen at about $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Of superconductors at this temperature becomes perfect diamagnetic material. That is ejected from the magnetic field and therefore float above the magnets. The result of our research should be making a track simulating high-speed trains on the principle MAGLEV. In the first stage to select the appropriate arrangement of "rails" of the magnets, then make a final model train.

Keywords: Levitation, magnetism, superconductor, diamagnetism, MAGLEV, neodymium magnet, magnetic field, liquid nitrogen.

1. ÚVOD

Na naší škole se dlouhodobě zabýváme problematikou magnetismu a jeho praktického využití v podobě magnetické levitace. Nejvíce nás zaujala levitace moderních supravodičů, se kterou Vás seznámím v této práci. V posledních letech vzniklo díky absolventské práci studenta Kříže z VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou, kde úspěšně studujeme, několik učebních pomůcek pro praktickou demonstraci účinků magnetismu. Naším dlouhodobým cílem je vyhotovit model dráhy pro vysokorychlostní vlak, využívající supravodivosti – tzv. Maglev. V současné době již máme hotový funkční model magnetické dráhy.

2. MODEL DRÁHY MAGLEV

Nejdříve bychom si Vás dovolili seznámit se základním popisem vlastností magnetického materiálu, dále se základním popisem supravodivého jevu. Na konci vás seznámím se stavbou samotné dráhy a levitací supravodiče na ní samotné.

2.1. POPIS MAGNETISMU A MAGNETICKÉ LEVITACE

Magnetismus je fyzikální jev projevující se primárně silovým působením na pohybující se nositele elektrického náboje (nabitě částice). Důsledkem tohoto působení jsou např. silové působení na (i nenabitá) tělesa (nejsilnější u feromagnetických látek) či změny elektrických, optických a dalších materiálových a termodynamických charakteristik látek vystavených magnetickému působení. Slovo magnet pochází původně z řeckého „magnes“ a z názvu města Magnesia, které stálo poblíž bohatých nalezišť magnetovce, což je ruda železa s magnetickými vlastnostmi. K objevení magnetismu došlo již kolem roku

800 před naším letopočtem ve starověkém Řecku, v Číně dokonce 3 000 let před naším letopočtem. Zde došlo i k prvnímu využití magnetismu v podobě kompasu, který byl vynalezen v mezi 6. a 2. stoletím před naším letopočtem. Do Evropy se však dostal o mnoho let později, a to v 12. století našeho letopočtu. V 19. století prokázal dánský fyzik Hans Christian Oersted souvislost mezi elektřinou a magnetismem. Tento objev inspiroval A. M. Ampera k vlastním pokusům.

Mezi základní vlastnosti magnetu patří to, že má dva odlišné póly (severní a jižní, north a south). Rozdílné póly se přitahují, stejné póly se odpuzují. Zde vzniká jev, zvaný magnetická levitace. Příklady této levitace můžete vidět na obrázku 1.



Obrázek 1: příklad

Další případ magnetické levitace můžeme nalézt v podobě vložení diamagnetických látek do magnetického pole. Tento jev platí i v opačném případě, tedy vložení magnetu mezi dva diamagnetické materiály. Tyto příklady můžete vidět na obrázku 2.



Obrázek 2: Levitace pyrolitického uhlíku

2.2. SUPRAVODIČ A JEHO VLASTNOSTI

Supravodič je takový materiál, který při ochlazení na velmi nízkou teplotu vykazuje dvě charakteristické vlastnosti:

1. Nulový odpor při vedení elektrického proudu

Jev objevil roku 1911 holandský fyzik Heike Kammerlingh Onnes. Při výzkumu zpozoroval náhlé vymizení elektrického odporu čisté rtuti při teplotě 4 K. Uvědomil si, že je svědkem dosud nepopsaného jevu, který nazval supravodivým stavem. Za tento objev dostal roku 1913 Nobelovu cenu.

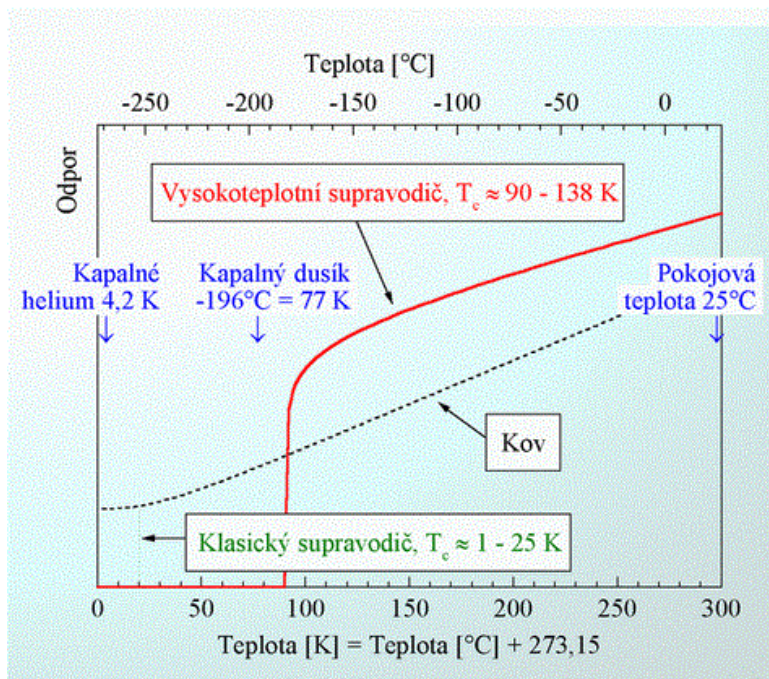
2. Dokonalé vytěsňování magnetického pole ze svého objemu

Jev byl objeven až v roce 1933 Waltherem Meissnerem a R. Ochsenfeldem. Tento jev se nazývá „perfektní magnetismus“, nebo po svém objeviteli Meissnerův efekt. V dnešní době existuje spousta druhů supravodivých materiálů (viz. Tabulka 1).

Chemický vzorec	T _c (kritická teplota)		rok objevu
	K	°C	
Hg	4 K	-269 °C	1911
Nb ₃ Ge	23 K	-250 °C	1960
(La,Sr) ₂ CuO ₄	35 K	-238 °C	1986
YBa ₂ Cu ₃ O ₇	90 K	-183 °C	1987
Bi ₂ Sr ₂ Ca ₂ Cu ₃ O ₁₀	110 K	-163 °C	1988
HgBa ₂ Ca ₂ Cu ₃ O	138 K	-135 °C	1993

Tabulka 1: Chemický vzorec a kritická teplota vybraných supravodičů dle roku objevu

Dle teploty se supravodiče dělí na 2 typy. Nízkoteplotní, složené převážně z čistých kovů a jejich slitin. Jsou dobře mechanicky tvárné a výroba vodičů z nich je poměrně nenáročná a jednoduchá. Chladí se kapalným heliem o teplotě 4,2 K, které je ale dost drahé. Supravodiče vysokoteplotní jsou chlazeny relativně levným kapalným dusíkem na teplotu 77 K. Oproti nízkoteplotním se vyrábějí z velmi křehkých keramických materiálů a technologie výroby vodičů je velmi náročná.



Obrázek 3: Závislost odporu k teplotě supravodivých materiálů

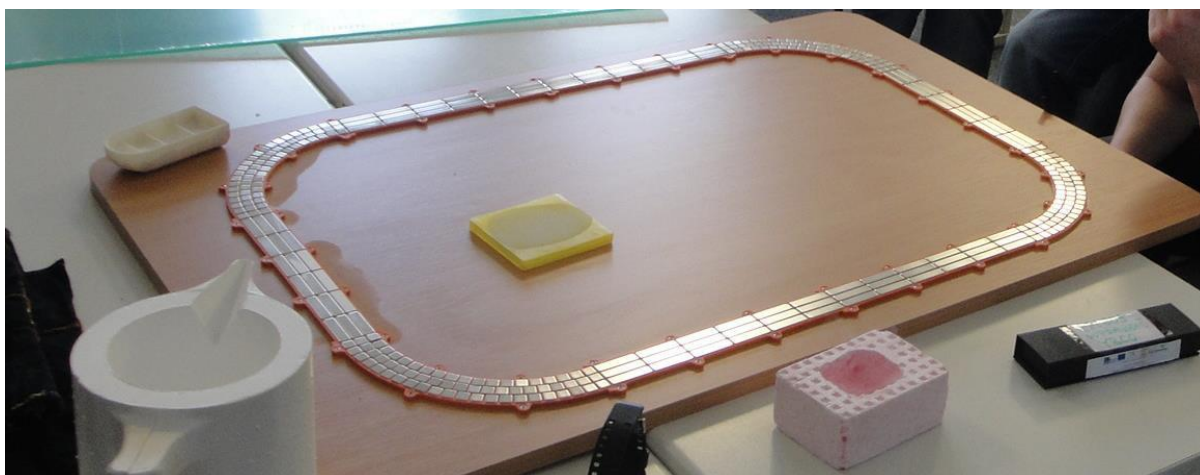
2.3. STAVBA DRÁHY A LEVITACE SUPRAVODIČE

V září loňského roku jsme se poprvé, díky práci v technickém kroužku, dostali k samotnému supravodiči ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$). Z internetových zdrojů univerzit z celého světa jsme si nastudovali poskládání magnetů na dráze pro MAGLEV. Následně jsme magnety naskládali na podložku a zahájili testovací provoz, jak můžete vidět na obrázku 4.



Obrázek 4: Testování supravodiče

Následně jsme narazili na problém s poskládáním magnetů v zatáčkách. S tím nám však pomohl vedoucí práce, kterého napadlo vytisknout dráhu na 3D tiskárně. Tento nátisk jsme pak zkompletovali a přilepili na dřevotřísku, jak můžete vidět na obrázku 5. Svrchu je dráha chráněna deskou z plexiskla.



Obrázek 5: Naše dráha pro MAGLEV

Teď nám již zbývá „jen“ poslední úkol a to vymyslet „mašinku“ na supravodič.

PODĚKOVÁNÍ

Tento projekt vznikl za podpory vedoucího práce Ing. Rudolfa Voráčka, kterému bychom chtěli tímto poděkovat za velmi ochotnou a příjemnou spolupráci. Dále tento projekt vznikl za finanční podpory fondu Evropské unie.

REFERENCE

- [1] Monika Losertová, 2007, VŠB – TUO – Výukové texty pro Úvod do nauky o materiálu, Výběr ze skript: Prof. Jaromír Drápala – Elektrotechnické materiály, Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/637/soubory/Elmagn.pdf>
- [2] 2008-2014, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., K. Knížek – Supravodivost a levitace, Dostupné z: <http://www.fzu.cz/popularizace/supravodivost-a-levitace>
- [3] Jan Kříž, absolventská práce – Učební pomůcky s magnety, 2013 VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou