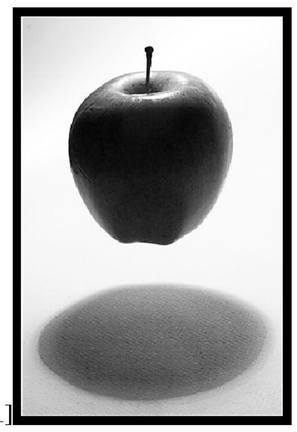
Magnetická levitace

Co je to vlastně levitace?

Levitace je proces, při kterém kompenzujeme působení gravitačních sil na těleso. Těleso se tak vznáší v prostoru. Výsledná síla působící na těleso je rovna nule, kdyby nebyla, těleso by se v prostoru pohybovalo se zrychlením, opustilo by rovnovážnou polohu a zřítilo by se.



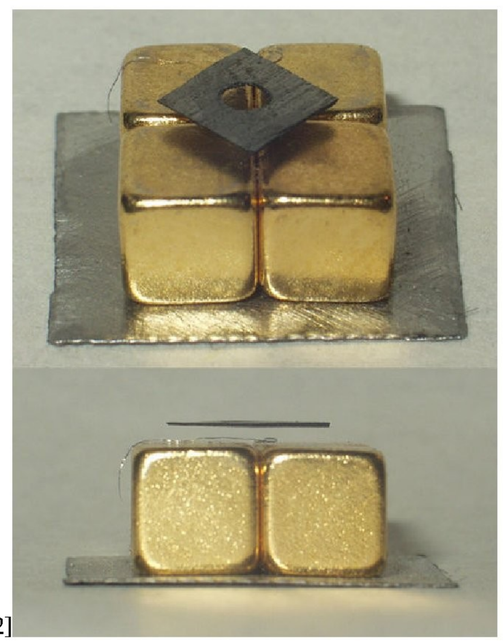
[i1]

Magnetická levitace

Při magnetické levitaci těleso levituje díky magnetické síle, která na něj působí.

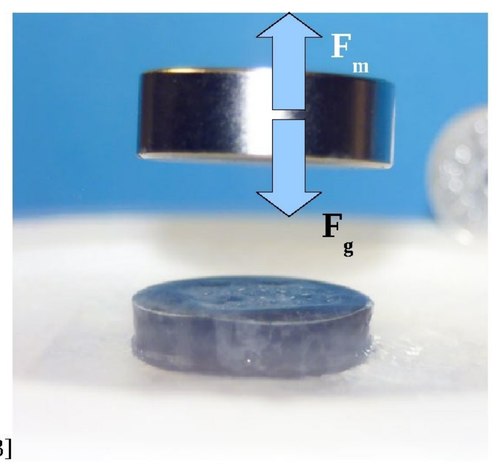
Odpudivá magnetická síla

Magnetická síla může být odpudivá, v tom případě je magnet umístěn mezi těleso a Zemi.



[i2]

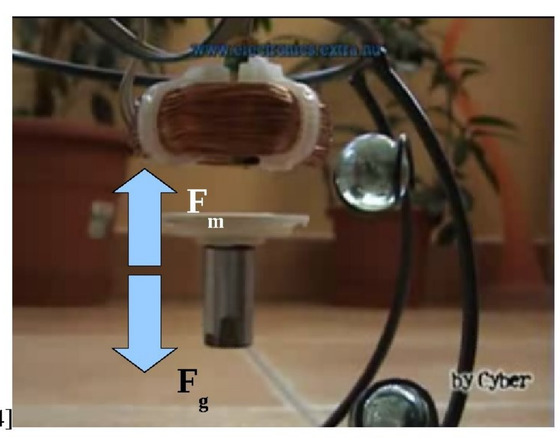
Takovýto levitron nejlépe funguje v homogenním magnetickém poli (viz. [i2]). To lze nesnadněji vytvořit pomocí „pole“ permanentních magnetů. I když těleso vyhledává polohu s nejnižší energií, v homogenním poli má síla všude stejnou velikost a tak těleso zůstává na svém místě a levituje.



[i3]

Přitažlivá síla

Tato síla může působit na těleso i přitažlivě a potom je pořadí klíčových těles zaměněné, tj. *Zem - těleso - magnet*. Magnet tedy svou přitažlivou silou působící po siločárách kompenzuje vliv přitažlivé síly Země.



[i4]

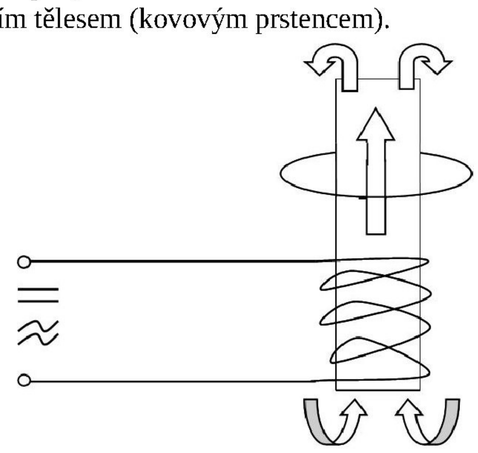
Více informací: ***[1], [2], [3], [4]***

Laboratorní experiment s levitací

Inspirováni různými konstrukcemi levitronů, např. [5], [6], [7], jsme se pokusili o sestrojení vlastního funkčního levitronu za užití elektromagnetu.

K experimentu jsme přistoupili vybaveni:

- cívkami o 600 a 300 závitech,
- listovým feromagnetickým jádrem,
- zdrojem napětí,
- levitujícím tělesem (kovovým prstencem).



Použití listového feromagnetického jádra, ktoré je odolné vůči vířivým proudům, zdůvodňujeme potřebou eliminace těchto proudů na minimum.

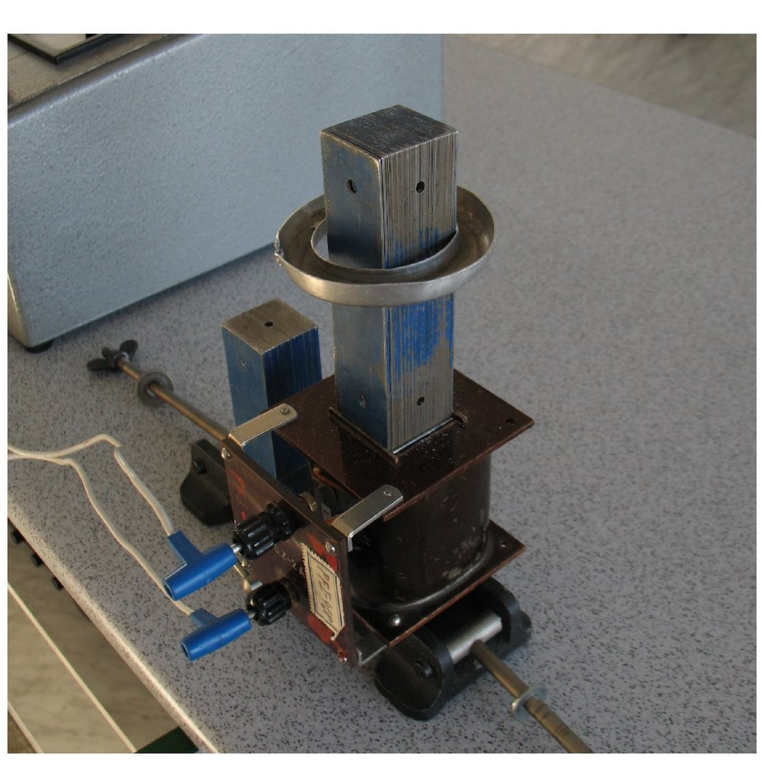
Zdroj napětí nám umožnil mimo jiné proud usměrňovat, nechat proud střídavý respektive kontrolovat napětí v obvodu.

Experiment se stejnosměrným proudem.

Předpoklad byl, že indukované magnetické pole cívkou při spuštění bude příliš silné a těleso (prstenec) bude „vystřeleno“ jenom v momentě spuštění.

V tělese, které bylo nasunuto na feromagnetické jádro, se indukoval takový proud, který svým magnetickým polem působil proti změně magnetického indukčního toku, která je jeho příčinou (*Lenzův zákon,* viz. [8]).

To znamená, že indukované magnetické pole působilo proti původnímu magnetickému poli. Avšak, protože šlo o stejnosměrný proud, indukce proběhla po krátkou dobu - v momentě zapojení - a dále se žádné magnetické pole neindukovalo.



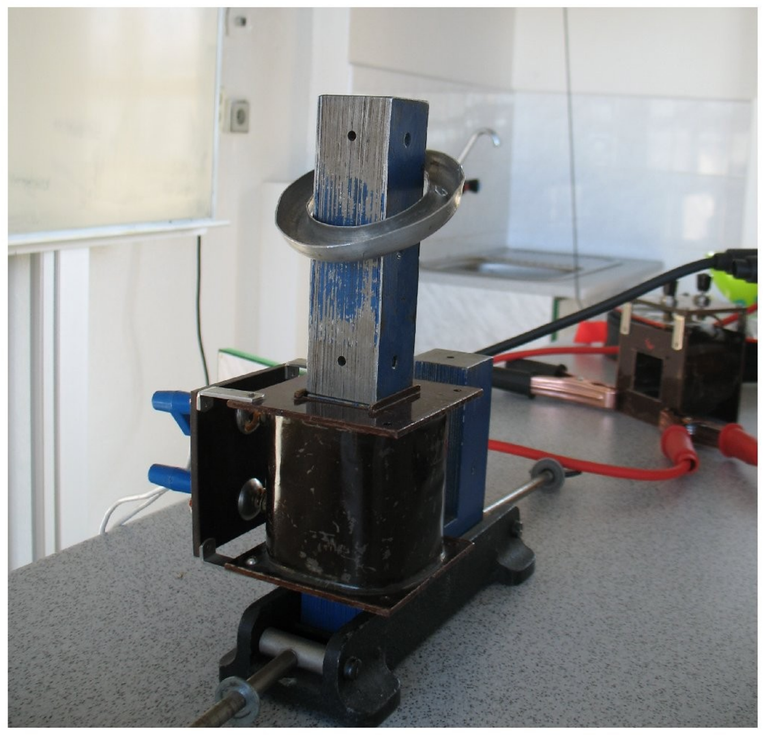
Experiment se střídavým proudem.

Po zapojení se těleso ustálilo ve stabilní výšce - levitovalo. Těleso vystoupalo díky náhlé změně toku elektrického proudu, čož vyvolalo vzniklé magnetické pole. V prstenci se okamžitě vlyvem této změny indukoval elektrický proud – nastala situace popsaná v Lenzově zákoně. Po zapojení tedy v soustavě začala působit silná odpudivá magnetická síla, také díky vzájemné blízkosti těchto dvou elektromagnetů.

Prstenec získal určitou hybnost, ta ho vynesla ve skutečnosti až nad rovnovážnou polohu, to jest polohu, kde součet působících sil je roven nule (gravitačních a odpudivých elektromagnetických). Poté těleso kleslo do rovnovážné polohy - vyhledává totiž polohu s nejnižší energií.

Navzdory tomu, že cívka vytvářela pole, ktoré působilo jedním a pak druhým směrem (50 krát za sekundu), prstenec zdánlivě zůstával na svém místě.

Více informací: ***[4], [5], [6], [7], [8]***



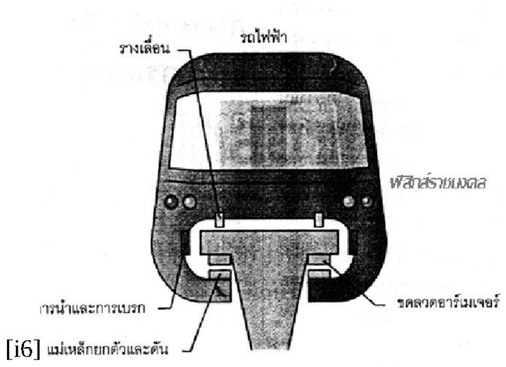
Aplikace magnetické levitace

MagLev

Vlak se pohybuje na polštáři magnetického pole, které je vytvářeno soustavou supravodivých magnetů, zabudovaných v trati i ve vlaku. Tento vlak má tedy, místo kol, speciální systém magnetů, včetně lineárních motorů a pohybuje se několik centimetrů nad kolejnicí.

[i5]

Vznášení vlaku nad kolejemi je zajištěno střídajíce se odpudivou nebo přitažlivou silou elektromagnetů, to jest magnetickou levitací. Užívají se i klasické elektromagnety, ale i elektromagnety se supravodivými cívkami.



[i6] แม่เหล็กยกตัวและดัน

Rychlost vlaků je limitovaná spotřebou energie a aerodynamickým odporem. Snaha vyřešit problém odporu spočívá v provozu dráhy v tunelech zbavených vzduchu až ke hranici vakua.

Více informací: ***[9], [10], [11]***

Reference

[1] en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_levitation

[2] www.geocities.com/Area51/Shire/3075/maglev.html

[3] www.geocities.com/dsligar.geo/mfield.html

[4] www.physics.ucla.edu/marty/levitron/spinstab.pdf

[5] www.electronics.extra.hu

[6] youtube.com/watch?v=stUcAjdz7Ns

[7] youtube.com/watch?v=Cd_lllVq1eE

[8] www.sweb.cz/radek.jandora/f16.htm#Lenz

[9] en.wikipedia.org/wiki/Maglev_train

[10] en.wikipedia.org/wiki/Linear_motor

[11] www.railserve.com/maglev.html

[i1] chiaroscuro.baltiblogs.com/archives/levitation.jpg

[i2] en.wikipedia.org/wiki/Image:Diamagnetic_graphite_levitation.jpg

[i3] www.fys.uio.no/super/images/levit.jpg

[i4] www.electronics.extra.hu

[i5] www.nysol.se/index-filer/maglev.jpg

[i6] www.rmutphysics.com/charud/specialnews/3/maglev/MAGLEV5.GIF