

GYMNÁZIUM CHEB

Soutěž projektů žáků a studentů, PŘÍTECH

kategorie: druhá

tematické zaměření projektu: fyzika

Gaussovo dělo

Petr Kuska, Le Thach Thao

Obsah

1. Základní informace o řešitelích projektu	3
2. Cíle projektu	3
3. Souhrn projektu	3
4. Harmonogram	3
5. Rozpočet	3
6. Johann Gauss	4
7. Teorie	4
a. Potenciální a kinetická energie	4
b. Princip Gaussova děla	4
8. Sestavení Gaussova děla	5
a. Pomůcky	5
b. Postup	5
9. Pokusy a měření	6
10. Využití	8
11. Závěr	8
Seznam použité literatury	9

1. Základní informace o řešitelích projektu

Náš tým se skládá ze dvou studentů třídy septimy A Gymnázia Cheb (Nerudova 7, 350 02, Cheb) – Petra Kusky a Le Thach Thao, která je vedoucím týmu.

Kontaktní údaje na Pavlíčku:

- adresa: Písečná 15, 350 02, Cheb
- e-mailová adresa: thletha@gymcheb.cz
- telefonní číslo: 773 172 888

2. Cíle projektu

Cílem projektu je sestavit funkční Gaussovo dělo, které by mohlo sloužit v hodinách fyziky jako názorná ukázka magnetických sil a zrychlení. Myslíme si, že tento pokus není nijak těžký a skvěle by oživil výuku fyziky. Dále bychom chtěli pomocí tohoto projektu si vyzkoušet naše teoretické znalosti v praxi, to znamená provést sérii pokusů a důkladných měření, které nám buďto potvrdí nebo vyvrátí teorii.

3. Souhrn projektu

Po nedávném zhlédnutí videa, ve kterém bylo ukázáno Gaussovo dělo, jsme se rozhodli toto dělo si sami postavit a pokus tak zopakovat. Myslíme si, že tento pokus není nijak těžký ani nákladný a skvěle by oživil výuku fyzika jako názorná ukázka magnetických sil a zrychlení. V našem projektu se zabýváme teorií popisující princip Gaussova děla, jeho samotnou výrobu, doplněnou fotkami, a konečným pokusem, který buď vyvrátí, nebo potvrdí teoretické znalosti.

4. Harmonogram

Listopad - prosinec 2014: získávání a shromažďování informací (teorie)

Leden 2015: sestavení Gaussova děla

Únor 2015: pokusy a měření

Březen 2015: vyhotovení popisu projektu

5. Rozpočet

Jelikož jsme použili k sestavení Gaussova děla materiály, které byly k dispozici ve škole, proto jsme nic kupovat nemuseli. Rozpočet závisí také na počtu magnetů a železných kuliček, ale odhadujeme, že celkové náklady na tento pokus nebudou vyšší než 500 Kč.

6. Johann Gauss

Johann Carl Friedrich Gauss se narodil 30. dubna 1777 v Braunschweigu a zemřel 23. února 1855 v Göttingenu. Jedná se o slavného německého matematika fyzika, který se mimo jiné věnoval geometrii, matematické analýze, teorii čísel, astronomii a elektrostati. Jedno z jeho nejdůležitějších děl spis *Disquisitiones Arithmeticae* položilo základy teorie čísel jako matematické disciplíny. Je také vynálezcem magnetometru, což je přístroj na měření velikosti a směru magnetické indukce nebo magnetického momentu (magnetizace). Dělo dostalo název podle Johanna Gausse, protože zformuloval matematický popis elektromagnetického účinku magnetických akceleratorů.

7. Teorie

a. Potenciální a kinetická energie

Potenciální neboli polohová energie tělesa souvisí s jeho polohou v silovém poli, např. v gravitačním poli Země, elektrickém či magnetickém poli. Podle druhu síly působící na těleso rozlišujeme několik druhů polohové energie, např. gravitační potenciální energii, tlakovou potenciální energii a hlavně potenciální energie magnetů, která nás v tomto případě zajímá nejvíce. Jelikož platí zákon o zachování energie, dochází k přeměně energie potenciální na energii kinetickou, která lze vyjádřit vzorcem

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

(m je hmotnost tělesa a v je rychlost daného tělesa)

b. Princip Gaussova děla

Představme si kuličkovou dráhu, na kterou umístíme silný neodymový magnet, ke kterému postavíme 3 ocelové kuličky a na opačné straně od magnetu položíme na kuličkovou dráhu ve větší vzdálenosti od magnetu jednu ocelovou kuličku, která je nositelem již zmíněné potenciální energie. Potom co magnet kuličku přitáhne, vystřelí na druhé straně poslední ze tří kuliček. Všechnu práci na přitažení kuličky vykoná magnetické pole a při nárazu kuličky na magnet je potenciální energie postupně přeměněna na kinetickou energii kuliček na opačné straně magnetu. Protože si kuličky energii předávají a poslední kulička ji nemá komu předat, tak vystřelí vyšší rychlostí, než byla rychlost původní kuličky - kuličky by měly mít co nejlepší koeficient odrazivosti. Zároveň musíme počítat také s magnetickou silou,

,

$$F = \frac{B^2 S}{2\mu_0}$$

(F je síla, S je průřez magnetu, B je magnetická indukce pole magnetu a μ_0 je permeabilita)

$$\mu = \frac{B}{H}$$

(kde B je magnetická indukce a H intenzita magnetického pole)

která kuličku zpomaluje - optimálně by měla být tedy kinetická síla co nejvyšší a zároveň magnetická síla co nejmenší - rozdíl sil co největší, přičemž kinetická síla bude větší než magnetická. Zároveň bude rozhodovat rychlost první kuličky.

Gaussovo děla tedy funguje na základě zákona o zachování energie, při kterém dochází k přeměně potenciální energie na energii kinetickou.

8. Sestavení Gaussova děla

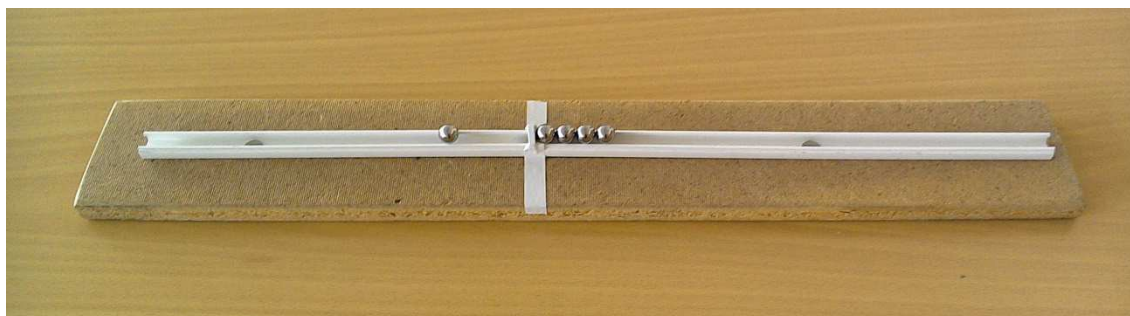
a. Pomůcky

K sestavení potřebujeme následující pomůcky: dřevěnou desku jako základ, plastovou lištu k sestrojení dráhy, připínáčky, kladivo, neodymové magnety, železné kuličky (4), nůžky a lepicí pásku.

b. Postup

Na pevnou podložku si položíme dřevěnou desku, na kterou doprostřed umístíme plastovou lištu. Aby lišta byla pevně připevněna, tak ji přibijeme třemi připínáčky. Do lišty umístíme neodymový magnet, který ještě přelepíme lepicí páskou, která zabraní pohybu magnetu. Na jednu stranu magnetu umístíme tři železné kuličky a na druhou stranu kuličku jednu.

Obrázek 1 - Gaussovo dělo

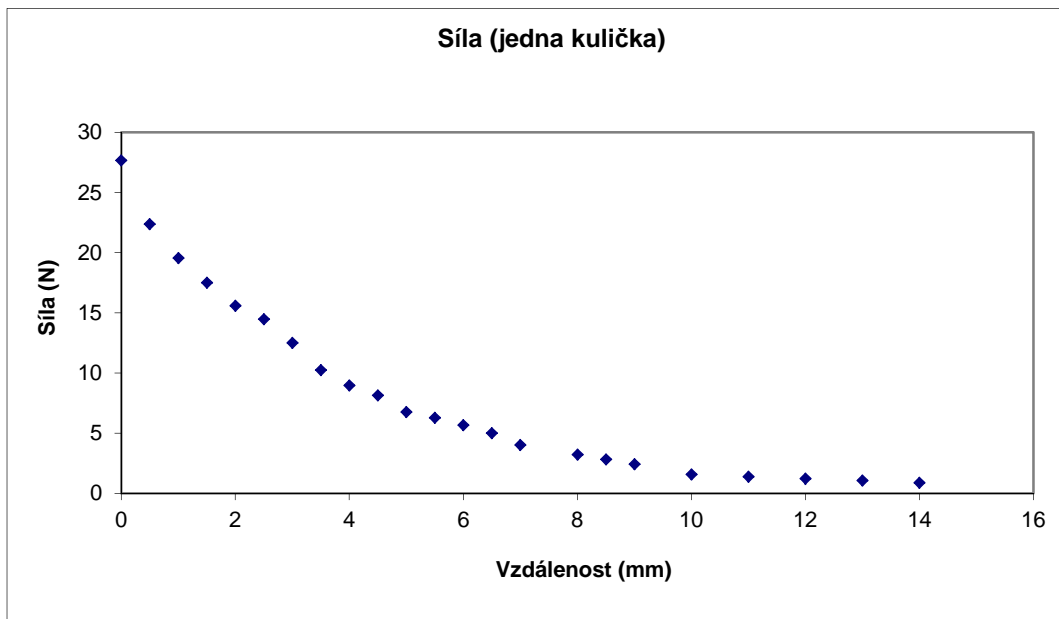


9. Pokusy a měření

Při pokusech jsme používali kuličky o poloměru 0,8 cm a hmotnosti 14 g, magnet vážil 50 g ($B = 1,35\text{T}$). Pokusy jsme natáčeli pomocí vysokorychlostní kamery (1000FPS) a vyhodnocovali programem Tracker.

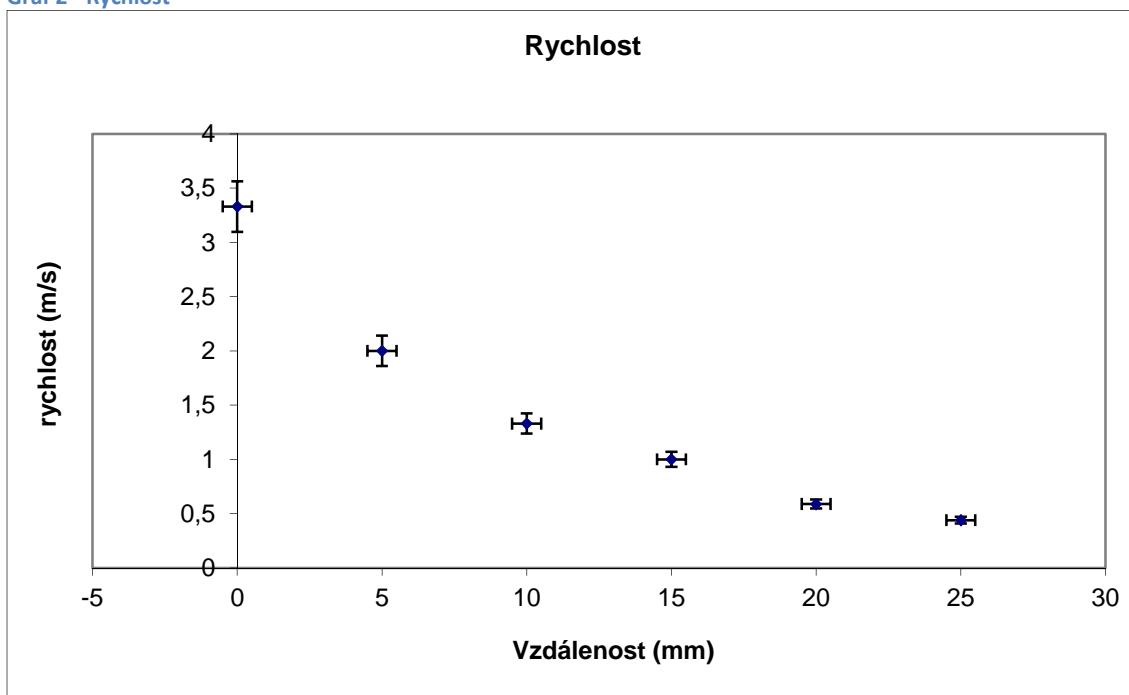
Nejprve jsme zjišťovali sílu magnetu a její závislost na vzdálenosti od zdroje. Zde můžeme pozorovat, že čím dál se nachází kulička, tím na ni bude působit menší síla, což bude důležitým faktorem pro rychlost "vystřelené" kuličky.

Graf 1 - Síla



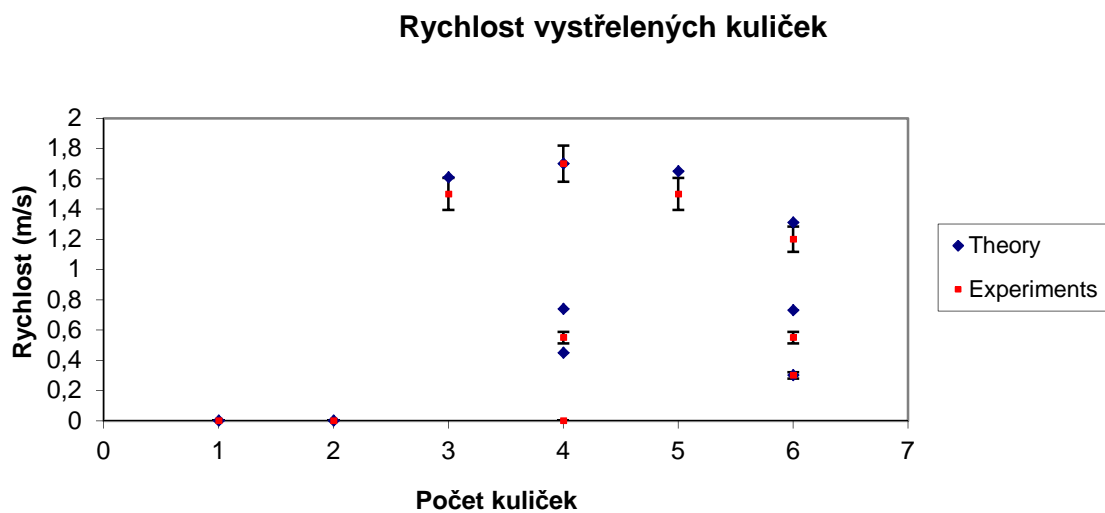
Graf č. 2 popisuje změnu rychlosti vystřelené kuličky v závislosti na dráze. Jedná se o zpomalený pohyb.

Graf 2 - Rychlost



Naše pokusy zhruba odpovídají našim teoriím. Zjistili jsme, že nejlepší pro rychlost kuličky, je mít kuliček pět. U prvních dvou kuliček byl magnet natolik silný, že se vůbec neodrazily.

Graf 3 - Rychlost kuliček



Pokud máme málo kuliček, dochází k velkému zpomalení poslední kuličky vlivem magnetického pole a pokud máme příliš mnoho kuliček, dochází k ztrátám přenosu energie.

10. Využití

Gaussovo dělo v malém měřítku lze používat jako názornou ukázkou magnetických sil v hodinách fyziky. Ve větším měřítku lze užít ve zbrojním průmyslu - jako kolejnicová elektromagnetická děla, které pracují na podobném principu.

11. Závěr

Cílem našeho projektu bylo sestavit funkční Gaussovo dělo, které se dá použít na hodinách fyziky, což se nám podařilo. Dále jsme chtěli zjistit, jestli teorie obstojí v praxi. Na základě série pokusů a měření jsme potvrdili, že teorie v praxi funguje. Vypracování celého projektu nám dalo mnoho zkušeností a vědomostí. Rozšířili jsme si naše poznatky o magnetismu a také jsme zjistili, jaké to je provádět pokusy a měření.

Seznam použité literatury

OLDŘICH LEPIL, Milan Bednařík. *Fyzika pro střední školy II*. Dotisk 3., přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 9788071961857.

Carl Fridrich Gauss. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Carl_Friedrich_Gauss

Does a Magnet Gun Conserve Momentum?. *Wired* [online]. 2011 [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: <http://www.wired.com/2011/12/does-a-magnet-gun- conserve-momentum/>

Magnetický urychlovač - Gaussovo dělo. *Fyzmatik píše* [online]. 2010 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/169-magneticky-urychlovac-gaussovo-delo.html>

RNDr. Martin Plesch, PhD., **Gaussov kanón**, [online]. 2011 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.tmfsr.sk/sk/archiv/125>