

Gaussian Cannon

Project report for the course Kvantfysikaliska koncept

Introduction

This report is about our first project in the course “Kvantfysikaliska koncept”. Our project, “Gaussian Cannon”, deals with magnetism and momentum transfer. We will try to build the cannon, explain the theory and make some calculations.

What is a Gaussian Cannon?

A Gaussian Cannon is a construction using the concepts of magnetism and momentum transfer in collisions to accelerate steel balls along a track, to eventually shoot out the last ball. It consists of a track, a couple of magnets rigged on said track and the steel balls.

Documentation of the project

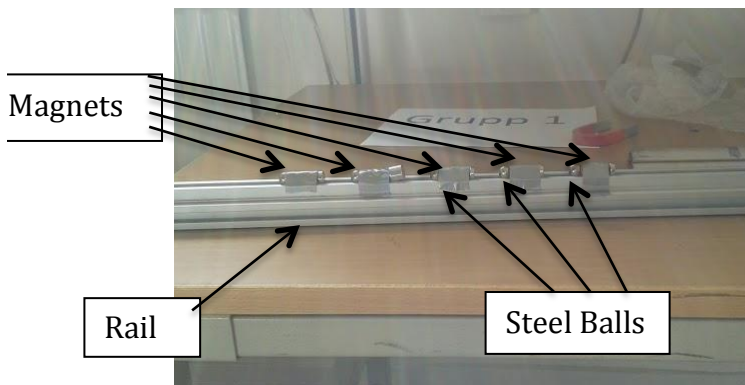
Week 0 - We researched potential ideas and voted on them. We ended up choosing the “Gaussian Cannon” as our project.

Week 1 - We read up on the theory behind our project to get an idea of how it works. We also assigned each person to a specific area within the project (see “Group Responsibilities” below). We then came up with a preliminary schedule for the project.



Week 2 - We experimented with the system, using one magnet and altering the number of balls to understand the phenomenon. The track we were using was too wide, so we decided to get another track for the next meeting. We discussed the theory behind how the cannon works.

Week 3 - First we tested the cannon without taping down the magnets, and marked down the distance travelled by the ball. Then we taped down the magnets, and found that the ball had a higher velocity (it travelled a further distance). We then built a more complex version of the cannon, composing of several mini cannons. We changed the number of magnets and the number of balls in each system, as well as the distance between the systems in order to optimize the entire cannon.



We also tried flipping the magnets around in order to see if it would affect the final velocity. Finally, we

altered the initial velocity to see if it affected the velocity, and found that the final velocity is highest when the initial velocity is zero.

Week 4 - We started writing the report as well as tried to calculate the final velocity to be able to predict where the ball will land. We met up with Cassandra Niman to discuss the theory and the written report.

Week 5 - We did some experiments and calculated the velocity and kinetic energy of the ball vs the number of mini cannons used.

Theory/Explanation of the Phenomenon

When the ball then collides with the magnet, a relatively high elastic collision occurs, with a very low energy loss.^[1] The energy is then transferred through the magnet and the first ball and is transformed into kinetic energy in the second ball, which causes it to fly away from its initial position, breaking away from the magnetic pull of one magnet while entering the magnetic field of another magnet which accelerates it even more and the entire process repeats.

We could compare the force exerted on the balls by the magnets with the equation for the force of gravity (F_G):

$$F_G = G \frac{m_1 * m_2}{r^2}$$

Where r is the distance, G is the gravitational constant and m_1 and m_2 are masses. We can draw the conclusion that since both the phenomena are similar in appearance and that we could essentially create potential energy in relation to gravity if we lift an object of the ground, we should be able to create an equivalent form of potential energy when we move a magnetic object away from the magnet. So when we drop the object it will "fall" toward the magnet, transforming potential energy into kinetic energy.

Let's define the direction of the exiting ball as positive, we can then define that a positive potential exists between the incoming ball and the magnet, while a negative potential affects the two balls that are stationed behind the magnet. We can now calculate the net-energy after the collision;

$$E_{net} = E_{in} + E_p$$

E_{in} is the incoming ball's energy

E_p is the potential energy that the last ball in the system will need to require in order to get away from the magnets pull.

We can calculate the potential E_p as the difference between the furthest point of influence by the magnet and the potential energy of the last ball;

$$E_p = P_f - P_b$$

Where P_b is the balls potential energy. Note that E_p will be negative after we insert our values.

The gain in energy is repeated by how many cycles, n , the process of accelerating the balls has. This would then be the resulting energy after the energy has been transferred from the first ball to the last^[1]:

$$W = E_{in} + (P_f - P_b)$$

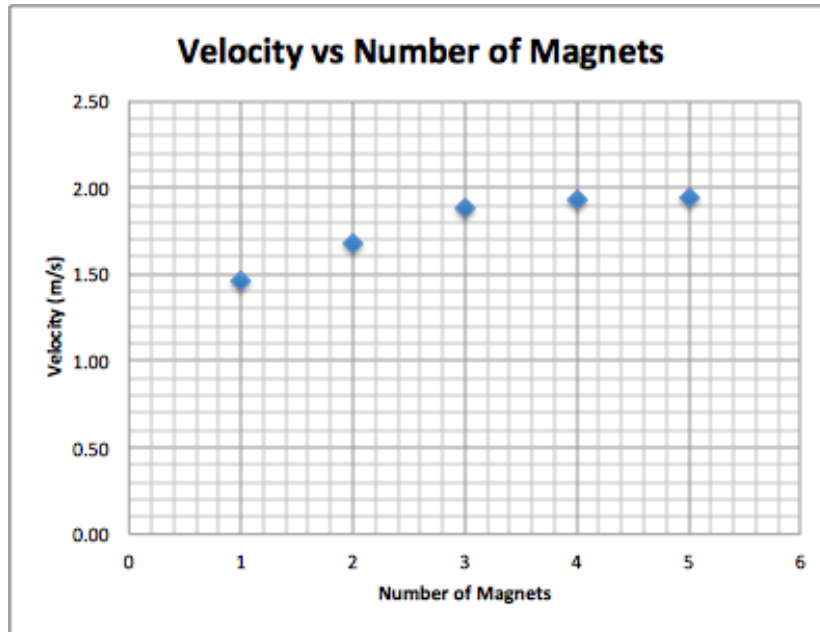
We could now calculate the overall velocity the exiting ball has:

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad \Leftrightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2W}{m}}$$

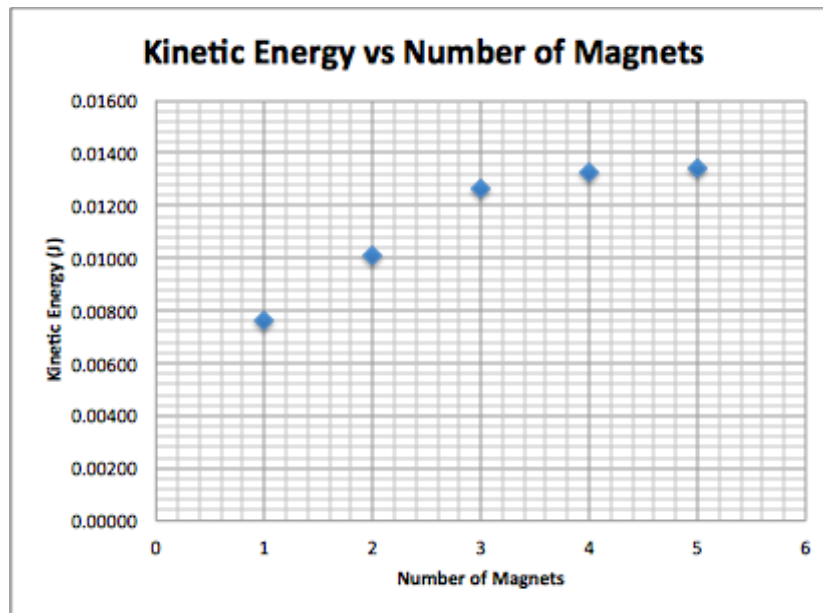
Calculations

The cannon was on a table with a fixed height. In order to determine the velocity of the ball leaving the cannon, we measured the distance the ball travelled after leaving the cannon in the horizontal direction before it hit the floor, and calculated the time taken for the ball to drop from the height of the table. We then calculated the kinetic energy using the mass of the ball (determined from density and volume of ball).

Number of Magnets	Distance Trial 1 (m)	Distance Trial 2 (m)	Distance Trial 3 (m)	Average Distance (m)	Velocity (m/s)	Kinetic Energy (J)
1	0.59	0.59	0.60	0.59	1.46	0.00763
2	0.69	0.68	0.68	0.68	1.68	0.01012
3	0.75	0.77	0.77	0.76	1.88	0.01262
4	0.76	0.80	0.79	0.78	1.93	0.01329
5	0.78	0.79	0.79	0.79	1.94	0.01341



This graph shows the average velocity calculated in the trials with different amount of magnets used.



This graph shows the kinetic energy of the last steel ball leaving the track, depending on the amount of magnets used.

Applications

The Gaussian cannon itself does not have any applications outside of its entertainment purpose. However, the concept of the cannon can be applied to oscillating electromagnets, such as a particle accelerator (CERN and Max IV). In places like CERN, chambers with electromagnetic fields are used to accelerate particles^[4]. The chambers are made in a way so that the electromagnetic waves resonate and build up inside. A particle that passes through the chamber experiences the strength and direction of the net force from the resulting electromagnetic field, which transfers energy to the particle to accelerate it along the track.

Group Members & Responsibilities

Group leader – Axel Fahlgren
Material – Albin Heimerson
Building – Axel Elfving
Theory – Rijad Alsic
Written Report – Philip Bernsro
Presentation – Elin Gustavsson
Communication – Maria Anghel



Each person was in charge of their respective task, but everybody helped out with everything (building the cannon, researching the theory, writing the report and making the presentation).

References:

- [1] McDonald, Kirk T. "A Magnetic Linear Accelerator." (n.d.): n. pag. 03 Mar. 2003. Web. 17 Sept. 2013. http://www.physics.princeton.edu/~mcdonald/examples/lin_accel.pdf
- [2] "The Gauss Rifle: A Magnetic Linear Accelerator." *The Gauss Rifle: A Magnetic Linear Accelerator*. N.p., n.d. Web. 20 Sept. 2013. http://www.miniscience.com/projects/Gauss_Rifle/index.html
- [3] "Gauss Guns." *K&J Magnetism Blog*. N.p., n.d. Web. 19 Sept. 2013. <http://www.kjmagnetics.com/blog.asp?p=gauss-guns>
- [4] "CERN Accelerating Science." *Linear Accelerator 2*. N.p., n.d. Web. 20 Sept. 2013. <http://home.web.cern.ch/about/accelerators/linear-accelerator-2>

Lunds Tekniska Högskola

2013-10-09



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Fysikprojekt - Plasma i mikrovågsugn

Grupp: F1.02
Namn: Johannes Ahnlide
Mattias Andersson
August Bergöö
Benjamin Chronéer
Rebecca Gidlöf
Felicia Grosin
Gustav Hedin

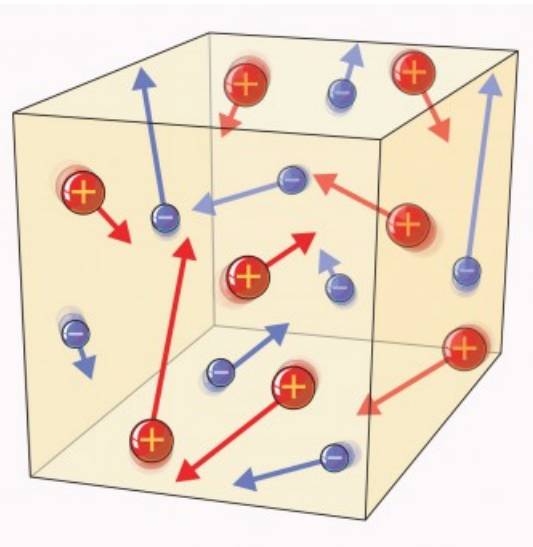
Inlämningsdatum: 2013-10-09
Handledare, lärare: Marcel Nilsson, Magnus Heurlin

Vad är plasma?

Plasma är det fjärde aggregationstillståndet utöver fast, flytande och gas, och förekommer oftast vid mycket höga temperaturer (1000 grader Celsius eller mer). I plasma är molekylernas beståndsdelar inte längre bundna till varandra. Elektronerna är alltså separerade från atomkärnorna [1].

Vid tillräckligt höga temperaturer joniseras vissa av atomerna i en gas och gasen övergår till aggregationstillståndet plasma. I plasma är antalet laddningar av joner och elektroner är så gott som den samma och den neutrala laddningen är uppnådd i en makroskopisk skala [2]. Detta innebär alltså att plasman är neutralt laddad.

Partiklar i plasma är separerade men inte ”fria”. Då plasman är joniserad förekommer inbördes krafter enligt Coulombs lag, den lag som beskriver krafter mellan två elektriskt laddade partiklar. Dessa krafter är viktiga för plasmans dynamik och kan inte förbises och utgör den viktigaste skillnaden mellan plasma och en ”vanlig” gas [3].



Figur 1 - Bilden visar hur de laddade partiklarna (elektroner och joner) är separerade i aggregationstillståndet plasma [4].

Naturlig förekomst

På jorden förekommer plasma naturligt i blixtar och eldslågor.

När en blixt sker så skapas tillräckligt med energi för att luften omkring ska omvandla till plasma. Detta tillstånd är mycket kortvarigt då värmeenergin i luften snabbt fördelas med omgivningen och därför återgår till gasform [5].

I universum är plasma det absolut vanligaste tillståndet, både räknat till massa och volym. Redan ungefär 80-100 km upp i jordens atmosfär börjar jonosfären, där luften joniseras till plasma framför allt på grund av solens UV-strålning [6]. Norrsken är produkten av solvindar som accelererar elektroner till höga hastigheter i jordens magnetosfär [7]. Dessa elektroner kolliderar sedan med atomer och molekyler i atmosfären. Elektronerna i dessa molekyler exciteras, och när de går tillbaka till sitt ursprungliga tillstånd så emitteras ljus.

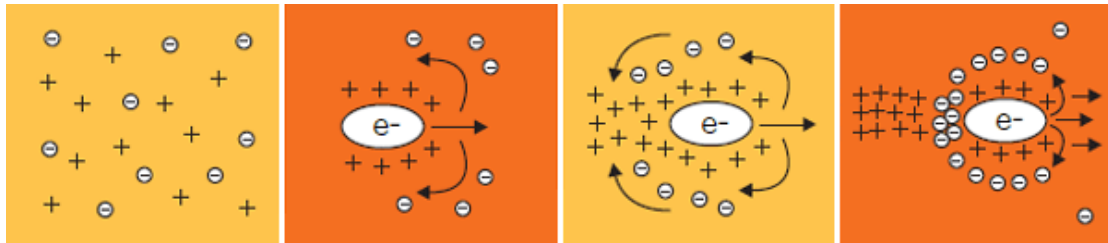
Tillämpningar av plasma

Fusionsreaktorer

Fusion kan bara fås vid så pass höga temperaturer att materien ändå är i plasmastillstånd, så fusionsreaktorer innehåller plasma. En stor del av problemen med att bygga en fungerande fusionsreaktor har att göra med hur man ska lyckas hålla plasmat tillräckligt stabilt för att fusionsreaktionerna ska hinna ske så pass länge att man får ut någon energi ur reaktorn [8].

Partikelacceleratorer

På Stanford University's Linear Accelerator center har man börjat forska på en ny sorts partikelaccelerator inom ett område som forskarna kallar för "plasma wakefield". Denna teknik kan göra kompakta acceleratorer, och dramatiskt öka graden av acceleration möjlig, endast med traditionella radiofrekventa maskiner.



Figur 2 – "Plasma wakefield"

1. En plasma, bestående av positiva joner och fria elektroner innan en samling elektroner kommer in.
2. Elektronsamlingen skjuts in i plasman, de repellerar alla fria elektroner från sin bana, och attraherar de positiva jonerna. Den rörliga elektronsamlingen lämnar en följd av positiva joner bakom det som den passerar.
3. De fria elektronerna dras nu till massan av positiva joner bakom elektronsamlingen.
4. De fria elektronerna i sin nya position ger elektronsamlingen en acceleration.

Man kallar denna nya teknik för "plasma wakefield" eftersom att forskarna liknar den med en wakeboardsurfare som surfar på vågorna efter en båt [9].

Industriplasma

Plasmabaserad teknik används frekvent inom industrin, bland annat för ytbehandling, polymerisering och svetsning [10]. Tekniken används ofta inom mikroelektronik (kretskort), och i komplicerade miljöer (svetsning under vatten) [11].

Vardagliga tillämpningar

Plasman finns även i vardagliga tekniska apparater som lysrör, lågenergilampor, plasmalampor och plasmaskärmar.

Experimentet

Utförande

En tändsticka förs ner i en kork och placeras i en mikrovågsugn. När tändstickan är tänd och på plats placeras ett glas över den. För att lågan inte ska dö av syrebrist lämnas en glipa mellan glaset och golvet i mikrovågsugnen. När mikron sedan sätts igång skapas ett lysande moln av plasma som stiger till toppen av glaset. Experimentet avbryts med fördel innan plasman har smält igenom glaset.

Förklaring

När tändstickan förbränns skapas nya molekyler av de gamla från tändstickan. Under denna process flyttar sig elektroner "fritt" genom luften till de nybildande ämnena. Detta sker i lågan vilket medför att lågan lyser eftersom elektronerna får en lägre energi då de binds i de nya molekylerna än vad de hade när de var fria i luften [12].

En mikrovågsugn fungerar på så sätt att den alstrar ett magnetfält och ett elektriskt fält med hjälp av en magnetron. Denna alternerar riktningen på fälten så de i hög frekvens byter riktning. När mat värms är det för att vattenmolekyler "vickar" i takt med magnetronens frekvens [13].

När vi placerar en låga med fria elektroner i mikrovågsugnen kommer det elektriska fältet utsätta de fria elektronerna (och jonerna som blir kvar) för en kraft som drar bort dem från lågan. Elektronerna och jonerna kommer sedan röra sig i motsatt riktning mot fältet respektive i fältets riktning. Plasma är per definition en "gas" med många lösa elektroner och joner, därför kan vi säga att det är plasma som har bildats, även om inte all materia i "plasmamolnet" är joniserad. Då elektronerna rör sig snabbt kommer de krocka med omgivande luftmolekyler. När dessa träffas exciteras elektroner i luftmolekylerna, och när dessa sedan återgår till sitt normala energitillstånd sänder de ut ljus, och vi ser att plasman lyser. Denna process gör även att plasman blir mycket varm och därför stiger till toppen av glaset [14].

Arbetsprocess

Vid inledande möte beslutade gruppen att vi skulle försöka bygga en så kallad tesla coil, men efter påbörjad undersökning om fenomenet övergavs idén till förmån för arbete om plasma i mikrovågsugnar. Vid nästa möte fördelades arbetsuppgifterna som följer:

- Johannes och Felicia: Leta reda på och skriva om grundläggande fakta.
- August: Skriva om hur experimentet fungerar/vad som händer.
- Benjamin: Skriva om plasmas naturliga förekomst.
- Rebecca: Skriva om plasmas användningsområden.
- Gustav: Materialansvarig/projektledare/kontaktperson.
- Mattias: Sammanställande av rapport.

August och Mattias letade efter en mikrovågsugn som kunde användas i experimentet, och lyckades hitta en på Erikshjälpen. Samtidigt jobbade övriga gruppen med sina olika texter/ansvarsområden. Gruppen samlades regelbundet och diskuterade och samtalade över vad vi kommit fram till och skrivit i våra texter. Mattias gjorde en grov sammanställning av texterna, med hänsyn till den diskussion som förts kring dem, vilken sedan skickades in till projekthandledare Marcel för granskning. Vid varje möte förde Gustav protokoll som även de skickades in till Marcel. När rapportens innehåll och utformning godkänts av Marcel gjorde Rebecca en slutlig redigering för att göra rapporten duglig för inlämning.

Det första försöket att genomföra experimentet misslyckades då mikrovågsugnen vi inhandlat visade sig vara dysfunktionell. En ny mikrovågsugn inhandlades emellertid på blocket. Experimentet utfördes med framgång i den nya mikrovågsugnen, och önskat resultat erhöles. Experimentet filmades även med en kamera. Hela gruppen deltog vid genomförandet av experimenten.

Referenslista

Litterära källor

[2] Miyamoto, K. (2006): *Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion*. Springer. ISBN: 3540280979. 384 s.

[3] Inan, U., Golkowski, M. (2010): *Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists*. Cambridge University Press. ISBN: 9780511911255. 284 s.

Elektroniska källor

[1, 6] Plasma (2013): *Wikipedia*. Hämtad 2013-10-01 från:
<http://sv.wikipedia.org/wiki/Plasma>

[4] *Background of Plasma Modelling*. (u.å.). Hämtad: 2013-10-01 från:
<http://www.efda.org/fusion/focus-on-jet-data/computer-modelling-of-fusion-plasmas/background-of-plasma-modelling/>

[5] Rakov, V. (2006): About Plasmas, from the Coalition for Plasma Science: *Lightning*. Hämtad 2013-10-01 från:
http://www.plasmacoalition.org/plasma_writeups/lightning.pdf

[7] Carlowicz, M. (1998): Mission to Geospace News: *Solar Wind Squeezes Some of Earth's Atmosphere into Space*. Hämtad 2013-10-01 från:
<http://pwg.gsfc.nasa.gov/istp/news/9812/solarwind.html>

[8] *Plasma & Fusion Basics*. (u.å.). Hämtad: 2013-10-01 från:
http://science-education.pppl.gov/Science_Education_Main_Site/Plasma_Basics.html

- [9] Early Wright, M. (2005): Symmetry Magazine: *Riding the plasma wave of the future*. Hämtad 2013-10-01 från:
<http://www.symmetrymagazine.org/article/april-2005/riding-the-plasma-wave-of-the-future>
- [10] Verdonck, P. (u.å.): Centro de Componentes Semicondutores: *Plasma Etching*. Hämtad 2013-10-01 från:
<http://www.ccs.unicamp.br/novosite/ie521/files/2013/08/cap10.pdf>
- [11] Bergqvist, P. (2011): Verkstäderna: *Plasmaskär för fler tillämpningar*. Hämtad 2013-10-01 från:
<http://www.verkstaderna.se/kategorier/platteknik/plasmaskar-for-fler-tillampningar/>
- [12, 14] Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign: Plasma from a flame in the Microwave. (2006-07-18). Hämtad: 2013-10-01 från:
<http://van.physics.illinois.edu/qa/listing.php?id=819>
- [13] Department of Physics, Drexel University: *How does a microwave work?* (2011). Hämtad 2013-10-01 från:
http://www.physics.drexel.edu/~gyang/How/lecture_051111.pdf

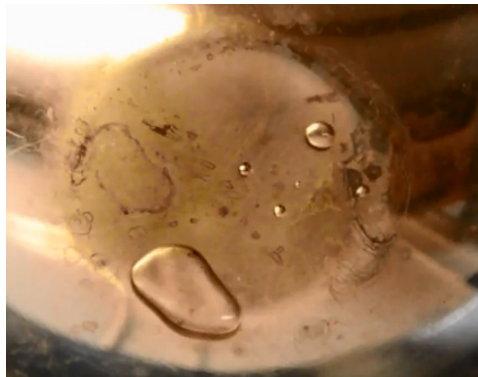
Leidenfrosteffekten

Axel Andersson Victor Bergkvist Alexander Backis Olof Bjerling
Anna Ek Mateo Gianolio Emelie Halvarsson Hampus Henning

Bakgrund

Leidenfrosteffekten uppkommer då en vätska träffar en yta som har en temperatur högt över vätskans kokpunkt. En del av vätskan förångas då hastigt, och ett ångskikt bildas under droppen. Då ångskiktets lyftkraft så småningom ökar, kommer detta leda till att droppen till synes "glider" längs med ytan. Då ånga leder värme mycket dåligt tar det lång tid innan droppen av vätska förångas. Vätskan kommer att förångas till slut, men det tar betydligt mycket längre tid än om temperaturen hade varit under Leidenfrostpunkten.¹

Som ett exempel är det detta som sker när man skvätter vatten på en het stekpanna. Om stekpannan är över vattnets Leidenfrostpunkt (som är ca 220°C) kommer vattendroppen inte att förångas direkt, utan istället glida runt på pannan en stund. Hur stor droppen kan bli beror delvis på vätskans ytspänning. Ju högre ytspänningen är, desto större kan radien bli på droppen, vars form kan liknas vid en halv sfär. Ökar man sedan volymen av vätskan kommer droppen att tappa sin form och bli mer oregelbunden på grund av bland annat gravitation. En annan faktor som spelar in är vätskans densitet där det omvända förhållandet gäller, d.v.s. att högre densitet ger mindre vattendroppar.²



Bilden visar vattendroppar i en skål vars temperatur är strax över vattnets leidenfrost-punkt.

Om ytan som är uppvärmd inte är plan, utan räfflad i ett sågtandat mönster, där varje sågtand är sne, uppstår ett intressant fenomen, nämligen att dropparna rör sig i en bestämd riktning längs med ytan. Detta fenomen kan till och med få droppar att färdas upp för en lutning, och ju spetsigare tänder desto

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Leidenfrost_effect

² http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2011_2012/leidenfrost.pdf

brantare lutning klarar dropparna av att färdas upp för. En liknelse är att vattendroppen är en båt på en rinnande flod, där floden i sig är ångskiktet, som mestadels färdas i en riktning.³ Anledningen till att detta fenomen uppstår tros vara att det är en effektivare värmeväxling då ytan är sågtandad.⁴



Bilden visar en vattendroppe som färdas upp för en sågtandad yta.⁵

Tillämpningar

Många har säkerligen lagt märke till Leidenfrosteffekten tidigare utan att veta vad det egentligen är som händer. Effekten är svårkontrollerad och dess tillämpningar är än så länge få, medan spekulationerna om dess framtida användningsområden och naturliga tillämpningar är desto fler.

Då ett riktigt varmt föremål förflyttar sig genom vatten går det lättare än att ett kallt skulle göra det. Detta på grund av att ett ånglager – ett Leidenfrostsikt – bildas och minskar friktionen.

Om ett sådant skikt skulle kunna bildas på ett skrov av ett fartyg skulle det kunna innebära en enorm energieffektivisering för sjötrafik.

För att kunna stabilisera ett Leidenfrost-skikt mellan en vätska och ett varmt föremål skulle man kunna använda sig av ett vattenavstötande överdrag. Detta skikt bildar små kullar och dalar av vattenavstötande partiklar och i dessa dalar bildas det ånga som ett isolerande skikt – en stabilisering av ett Leidenfrostsikt.⁶ Ett stabilt Leidenfrost-skikt hade också kunnat resultera i en uppvärmningsprocess utan bubblor, vilket i så fall skulle kunna medföra mindre slitage av kokkärl, förhindra bubbelexplosioner, användas i antifrosttekniker etc.⁷

³“Scientists make water run uphill” <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4955398.stm>

⁴ <http://phys.org/news/2012-10-leidenfrost-effect-impacted-temperature-surface.html>

⁵ <http://cdn.physorg.com/newman/gfx/news/2012/whentheheat.jpg>

⁶ O’Neill, E , “Hot bodies could help reduce drag” , 2/6-11 http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-06/uom-ahb060211.php
Citerad 3/10-13

⁷ “Leidenfrost Effect Inspires Researchers To Boil Water Without Bubbles ,

Fenomenet med vandrande vätskedroppar har en del tänkbara applikationer, främst då att förflytta kallt vatten utan att ha några rörliga delar i t.ex ett kylsystem.⁸ Något annat omdiskuterat är huruvida Leidenfrost-effekten är aktiv när man går på glödande kol. Det skulle då skapa ett skikt mellan den varma ytan och den fuktiga ytan (en fot) som hindrar värmen från att komma igenom och bränna dig.⁹

Ännu en intressant tanke kommer från svensken H. Alfvén angående Leidenfrosteffektens inblandning i samexistens av materia och antimateria i universum. Hans resonemang var att ett erhört varmt skikt bildas vid annihilation av materia och antimateria och skapar en barriär mellan de båda som förhindrar områden av dem från att förinta varandra.¹⁰ Det finns dock forskning som tyder på att denna teori är felaktig.

Dokumentation och arbetsfördelning

Efter vårt första möte bestämde vi oss för att mötas torsdagar för att arbeta med projektet. Under vårt första möte brainstormade vi olika idéer och tittade lite närmre på fem stycken. Av dessa hade vi två favoriter som vi bestämde oss för att undersöka lite närmare på till nästa möte – dessa var Leidenfrost effekten respektive ljusdiffraction vid solnedgång. När vi träffades nästa gång bestämde vi oss för att fortsätta med Leidenfrost då det verkade mer intressant.

Kommande möten diskuterade vi olika tillvägagångsätt och vilka experiment vi skulle genomföra. Vi hade mycket idéer i början, och genom att testa olika experiment kom vi fram till att vissa var mer praktiskt genomförbara än andra. Så småningom kom vi fram till att fokusera på Leidenfrost effekten med vatten, etanol och flytande kväve. Vi kom fram till att vi ville dela upp redovisningen genom att presentera något av experimenten live och att spela in resten på film. Ett av experimenten vi valde att spela in, var att doppa en uppvärmd järnkula i vatten. När man gör detta bildas en hinna av vattenånga kring kulan, liknande en atmosfär. Till detta ville vi använda en höghastighetskamera. Detta gick bra,

<http://www.redorbit.com/news/science/1112693997/boiling-water-leidenfrost-effect-091412/>

⁸Grounds, K;Still, R; Takashina, K, "Enhanced Droplet Control by Transition Boiling" 10/10-12, <http://www.nature.com/srep/2012/121010/srep00720/full/srep00720.html> , Citerad 3/10-13

⁹ Walker, J , "Boiling and the Leidenfrost-effekt", http://www.wiley.com/college/phy/halliday320005/pdf/leidenfrost_essay.pdf

¹⁰ H. Alfvén, *Reviews of modern physics Volume 37 Number 4, "Antimatter and the development of the metagalaxy"*, (10-1965), http://rmp.aps.org/pdf/RMP/v37/i4/p652_1 , s 658 (s.7 i pdf)

Cassandra Niman hjälpte oss en eftermiddag med att filma våra experiment. Ett av experimenten som dokumenterades vid detta tillfälle var det då vi fick vattendroppar att vandra på en sågtandad yta, men filerna från just detta experiment blev tyvärr korrupta, och kommer inte att finnas med i redovisningen.



Här testar vi Leidenfrosteffekten med olika vätskor.



Här värmer vi upp ett metallstycke inför ett experiment.

Vi kom tidigt i arbetsprocessen fram till en tidsplanering och arbetsfördelning. I den bestämde vi oss för att träffas varje torsdageftermiddag. Vi ville ha god marginal så vi satte deadline på rapporten till en vecka innan inlämning så att vi skulle ha tid att ändra/lägga till något som saknades. Vi planerar också ett generalrep torsdagen innan redovisningen.

När vi delade upp arbetet så kom vi först fram till att Alexander skulle vara projektledare och föra protokoll vid varje möte. Vi kom även fram till att Hampus skulle vara sammankallare till möten och vara ansvarig för material. Han skulle ha kontakt med Sandra och se till att vi hade tillgång till det material vi behövde inför varje möte. Hampus stod också för redigering av alla inspelade filmer.

Axel och Olof blev ansvariga för att sammanfatta och skriva ner teorin bakom Leidenfrost-effekten. De ska också leda den muntliga delen av redovisningen. Strukturen av redovisningen planerade gruppen tillsammans. Victor blev laborationsansvarig vid alla möten samt vid den muntliga redovisningen. Det är han som ska se till att allt finns på plats och funkar som det ska. Han fick även i uppgift att fixa en bilaga med bilder och bildtexter till rapporten. Anna fick i uppgift att skriva om tillämpningar av Leidenfrost-effekten och Mateo, Emelie och Alexander skulle skriva ihop allting till en fullständig sammanhängande rapport. Samtliga gruppmedlemmar var med när vi testade olika experiment och alla var delaktiga.

VORTEX RINGS

En studie av rökringar

Grupp 4:

Linus Hamlin och Richard Bai
Axel Berg och Karl Fredrik Erliksson
Oscar Berglund och Emil Andersson
Martin Chan och Emil Eliasson

Abstract

Vortex rings is a phenomenon commonly countered both naturally as well as artificially. In this report, experiments were carried out to study the formation of vortex rings. The following research questions were studied: What are the essential elements in the formation of a vortex ring? How does the muzzle shape/exit velocity/shape of cannon affect the formation of vortex rings? The aim was to improve the understanding of vortex ring formation under different circumstances.

A vortex cannon was made using several trash bins of different sizes. Three different shapes of muzzles were investigated: triangular shaped, slit shaped and circular shaped. The experiment was recorded using a GoPro camera filming 120 frames per second. The results showed that the muzzle shape affects the formation of vortex rings, however the exit velocity and the shape of the cannon were less significant.

Innehållsförteckning

Abstract	1
Applikation	1
Metod och Dokumentation	1
Arbetsfördelning	1
Konstruktion	1
Teori	2
Vad är en vortex ring?	2
Rökringen bildas	2
Bevarande av energi och rörelsemängd	2
Resultat och diskussion	3
Källor	4

Applikation

Amerikanska armén gjorde experiment under 90-talet i försök att tillämpa vortex ringar inom vapenbranschen. Bland annat försökte man att skapa ett icke-dödligt vapen som kunde användas för att kontrollera folksamlingar genom att slå ner stökiga individer med hjälp av vortex ringen. Man gjorde även experiment där man transporterade tårgas inom vortexen för att leverera gasen till specifika mål. Men experimenten förklarades icke tillämpningsbart då ringarna inte kunde färdas tillräckligt långa distanser (även när de sköts med ljudets hastighet), samt att vortex ringen inte kunde transportera gasen utan förlust av tårgas.

Vortex ringar har inte många appliceringsområden, men förståelse om ringars formation och beteende är viktiga eftersom det är en biprodukt i många system. Svampmolnen som bildas av atombomber är viktigt att förstå då den drar upp radioaktiv strålning. Genom att förstå vortex ringens (svampmolnets) beteende kan vi bättre förstå dess effekt på spridningen av radioaktivitet.

Runt helikoptrars rotorblad uppstår ibland ett tillstånd som kallar "Vortex Ring State". Tillståndet gör att helikoptern tappar lyftkraft vilket i sin tur kan leda till haveri. Genom att förstå härkomsten av vortex ringen kan vi förebygga uppståendet av tillståndet.

Metod och Dokumentation

Arbetsfördelning

Byggnation	Emil A och Oscar	Tog hand om den praktiska delen att bygga konstruktionerna som producerar vortex ringarna. De dokumenterade även detta.
Teori	Kalle och Axel	Ansvariga för att hitta och bearbeta information kring fenomenet. Denna information delades sen till resten av gruppen.
Rapport	Richard och Linus	Skrev denna rapport
Presentation	Emil E och Martin	Förberedde och planerade presentationen med inkluderande powerpoints, materiell och dylikt.

Konstruktion

Vi byggde fem olika konstruktioner med varierande resultat. Fyra bestod av cylindriska behållare med ca 40cm diameter och 50 cm längd, till detta använde vi soptunnor av större slag. Den femte var konstruerad av en kartong med dimensionerna 130x60x70 cm. En av ändarna byttes ut mot en trumma av en urklippt soppåse som vi slog på för producera en puls med högre tryck i behållaren. På andra änden gjorde vi hål av dessa variationer:

- En med en tunn rektangulär glipa (2x10 cm).
- En med en liksidigt triangulärt hål (mätte ca 10cm på sidorna).
- Två med cirkulära hål (ca 10 respektive 15 cm i diameter).
- I behållaren gjord av kartong gjorde vi ett hål med 20 cm i diameter.

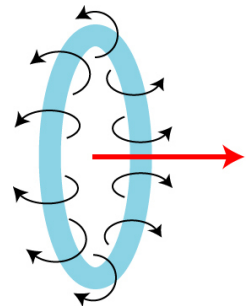
När vi prövade att använda dessa så använde vi en rökmaskin för att fylla behållarna. På så vis blev vortex ringarna synliga för blotta ögat och kamera i dokumentationssyfte.



Teori

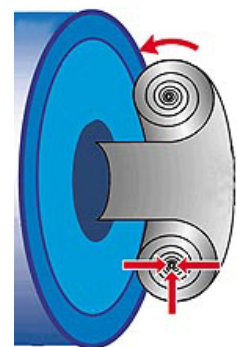
Vad är en vortex ring?

En vortex är en virvel som snurrar kring en axel. I fallet av en vortex ring så är axelns ändpunkter sammanbundna till en cirkel där partiklarna i rörelse på så sätt skapar en torus. Se bild.



Rökringen bildas

När man ger baksidan av lådan en stöt bildas en tryckvåg som fortskrider inuti kanonen. På så vis kommer röken i lådan att pressas ut genom hålet på andra sidan. På grund av friktionskrafter mellan hålets kanter och den utströmmande röken så kommer röken närmast kanterna att saktas ner avsevärt. Den stillastående luften utanför kanonen tvingar samtidigt röken att vika av och sprida sig utåt sidorna, varefter rökpartiklarna återigen sugas tillbaka in i den "snabba" delen av röken på grund av dess högre hastighet. Detta ger upphov till en virvel som bildas precis vid hålets mynning.



Bevarande av energi och rörelsemängd

En av de mest fascinerande egenskaperna med en vortex ring är dess förmåga att förflytta sig långa sträckor utan större energiförluster samtidigt som ringformationen behålls. Detta beror på den "virvelprofil" som skapas av friktionen vid mynningshållet när luft strömmar ut genom kanonen. För att förstå detta måste man först bekanta sig med det fysikaliska begreppet vorticitet. Vorticitet definieras som rotationen av en strömmande fluids momentana hastighetsvektor i varje punkt, vilket konceptuellt kan tänkas som ett mått på

rotationen för ett infinitesimalt litet område i virveln. I två dimensioner beskrivs vorticiteten matematiskt på följande vis

$$\omega = \nabla \times \mathbf{v} = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y}$$

I fallet med en vortex ring så kommer partiklarna i mitten av virveln behålla sin hastighet, medan gaspartiklarna mot kanterna av virveln kommer bromsas upp av den stillastående omgivningen. På så sätt är hastigheten omvänt proportionell mot radien, och denna ideala virvelprofil kallas för en fri eller irrotational vortex.

=
En viktig konsekvens av detta är att vorticiteten i vortexflödet kommer bli noll i alla punkter, det vill säga att gaspartiklarna i virveln inte kommer rotera kring sin egen axel. Detta beror på att hastighetsförhållandet "kompenserar" för vorticiteten och på så vis tar ut varandra. En av konsekvenserna är att gaspartiklarna med hög hastighet i virvelns centrum inte påverkas särskilt mycket av friktionen med den stillastående omgivningen. På så sätt bevarar höghastighetspartiklarna sin fart under förhållandevis lång tid.

Enligt Bernoullis princip så orsakar en ökad hastighet i en fluid att trycket minskar, och på så sätt är trycket i virveln lägre närmare dess centrum där gaspartiklarna rör sig snabbare.

$$\frac{v^2}{2} + \psi + \frac{p}{\rho} = C$$

Ekvationen säger att summan av den kinetiska energin per massenhet, den potentiella energin per massenhet och dynamiska trycket är konstant. Eftersom den potentiella energin är mer eller mindre konstant över hela vortexen kommer på så vis den ökade hastigheten resultera i tryckförluster. På grund av det högre trycket i den omkringliggande luften uppstår en kraftresultant riktad mot virvelns centrum som stabiliserar och håller ihop rökring. På så vis är det svårare för rökpartiklarna att lämna ringen och energin kan transporteras under långa sträckor utan större förluster. Så småningom kommer ringen att upplösas på grund av energiförluster orsakade av friktion.

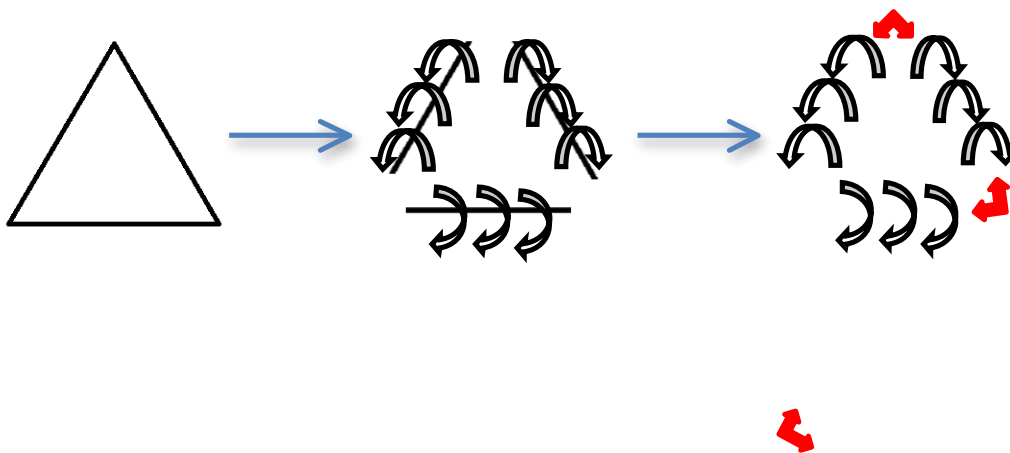
Resultat och diskussion

Det var tydligt att kvaliteten på rökringarna berodde på vilken form vi använde på munstycket. Som väntat producerade cirkelformade hål väldigt tydliga och kraftiga rökringar, så att man lätt kunde urskilja vortexfenomenet.

De andra munstyckena gav varierande resultat. Med ett rektangulärt hål var det mycket svårt att producera ringar. Det triangelformade hålet kunde däremot tillverka hyfsade ringar, men de upplöstes betydligt tidigare än när vi använde det cirkelformade hålet.

Utifrån våra experiment uppmärksammades bland annat att triangulära vortexar inte gärna förekommer utan att en mindre intensiv cirkulär vortex istället skapas. Vi har inte hittat någon vetenskaplig förklaring till detta i vårt faktasökande, så vi kommer istället att själva diskutera ämnet. Eftersom partiklarnas hastighet är högre närmare virvelns centrum, skapas ett övertryck riktat mot virvelns axel i varje punkt längs vortexen. Intuitivt känns det som att

en cirkulär form på så sätt borde vara mest stabil eftersom kraften fördelas jämnt längsmed rotationsaxeln. Det kan heller inte förekomma vortexlinjer som inte börjar och slutar i samma punkt eller i ett annat medium, då dessa är instabila. Vortexen löses i dessa fall upp från ändarna där friktionen är högre. Detta tror vi är anledningen till att den smala spaltöppningen fungerade så dåligt. I fallet med triangelöppningen är friktionen vid utströmningshålet ojämn på grund av triangelns form. Vid hörnen blir friktionen mot röken betydligt större än längs triangelns sidor och på så sätt kan en virvel bara skapas där röken inte bromsas upp helt, dvs. längs sidorna. Det bildas på så sätt tre separata vortexlinjer, och eftersom dessa inte kan fortleva i sig själva tror vi att ändpunkterna binds samman och skapar en vortexring. Denna ring blir därför inte lika kraftig och intensiv eftersom en del rök och energi har gått miste om vid triangelöppningens hörn. Se illustrationen på nästa sida:



Källor

Benenson, Walter. Handbook of physics. New York: Springer, 2001. Print.

ENCYCLOPAEDIC DICTIONARY OF PHYSICS. Oxford: Pergamon Press LTD, 1962. Print.

Landberg, Anthony . "Smoke Ring Cannon." Physics Department - San Francisco State University. N.p., n.d. Web. 2 Oct. 2013.
<www.physics.sfsu.edu/~alandber/GETSET.pdf>.

Prof. Johan Revstedt, Institutionen för strömningsteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Rotorcraft Flying Handbook, FAA Manual H-8083-21, Washington, DC: Flight Standards Service, Federal Aviation Administration, U.S. Dept. of Transportation, 2001. ISBN 1-56027-404-2, page 11-5.

Solon, Olivia. "Battelle's vortex ring gun could deliver targeted dose of tear gas (Wired UK)." *Wired.co.uk - Future Science, Culture & Technology News and Reviews (Wired UK)*. N.p., n.d. Web. 2 Oct. 2013.
<<http://www.wired.co.uk/news/archive/2012-03/05/vortex-ring-gun>>.

Fantastisk balans

Kvantfysikaliska koncept LP 1 2013

Grupp 5

Handledare: Marcus Isinger

Gruppmedlemmar: Ana Miljkovic, Christian Klinteberg, Franz Lang, Hanna Marsh, Joost Kranenborg, Olof Nilsson, Simon Jönsson, Sofie Karlsson

Inledning

Vårt projekt fokuserar främst på olika fenomen inom mekaniken som kan kopplas till balans, vridmoment och rörelsemängdslagar. Vi har utfört två olika experiment som illustrerar detta. Det första handlar om att balansera oregelbundna föremål genom att hitta tyngdpunkten. Det andra visar hur tröghetslagarna balanserar ett roterande cykelhjul, på ett sätt som motsäger vår intuition.

Dokumentation

Vi letade på internet efter inspiration, och fastnade snabbt för två experiment som vi ville visa upp. Den gemensamma faktorn är vridmoment, men detta visas på olika sätt. Vi döpte dem till *Tandpetaren* och *Cykelhjulet*.

Vi träffades en till två gånger i veckan och delade in oss i två delar som fokuserade på respektive experiment. Vi diskuterade även mycket om presentationens upplägg, och praktiska detaljer exempelvis materialanskaffning och genomförande. Vi testade att genomföra dem själva under läsvecka tre för att undersöka om det var möjligt att lyckas. Vi mötte inte något större motstånd och dokumenterade våra försök.

Tandpetaren utfördes på följande vis: gaffel och sked krokades ihop och balanserades därefter på ett glas med hjälp av en tandpetare. Därefter antändes den del av tandpetaren som låg innanför glasets kant. Lågan slocknade när den nådde kanten och besticken var fortfarande balanserad. Se bilder nedan.



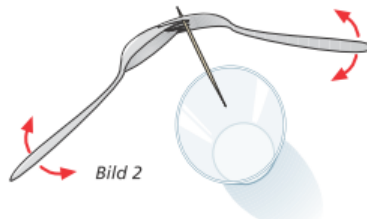
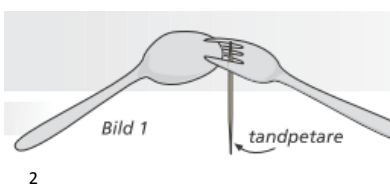
Cykelhjulet utfördes på följande vis: Ett handtag fästes i cykelhjulets nav. Därefter fästs ett snöre i handtaget. Hjulet sattes i fart och började rotera. När hjulet släpptes fritt började det röra sig i en cirkelrörelse där handtaget var vinkelrät mot marken istället för att tippa, vilket man kan förvänta sig. Se bilder nedan.



Teori

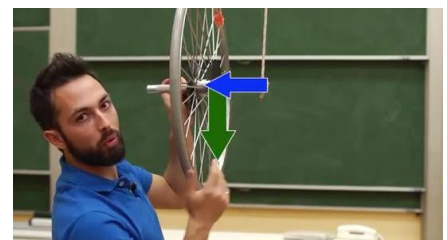
Tandpetaren

Teorin för det här experimentet är ganska enkel. När man har hittat tyngdpunkten för besticken går det att balansera dem på glaset med hjälp av tandpetaren. Eftersom tandpetaren har en så pass liten massa i förhållande till besticken ändras inte tyngdpunkten nämnvärt när man eldar upp dess ände. Därför fortsätter besticken att vara balanserade. Balansen kan också uttryckas som att bestickens respektive tyngdpunkter "tar ut" varandra. Gaffeln utövar ett vridmoment, liksom skeden utövar ett lika stort och motsatt riktat vridmoment. Detta är ekvivalent med att bestickens gemensamma tyngdpunkt ligger precis där tandpetaren vidrör glaset. $\vec{M} = \vec{M}$, där M betecknar vridmoment och pilen dess riktning.¹



Cykelhjulet

Har man ett hjul som hänger i ett snöre likt bild 1 kommer hjulet tippa ner om man släpper det fritt eftersom tyngdkraften verkar nedåt (den gröna pilen). Hjulet har då ett vridmoment som kan illustreras med en pil med riktning utåt mot läsaren. Om man sätter fart på hjulet likt bild 2 kommer vridmoment som illustreras i bild 3 att öka.³

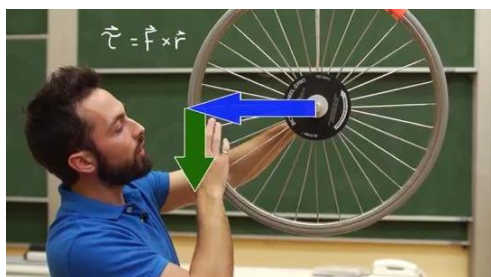


1

¹ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Vridmoment>, 2013-10-03

² http://www.smp.se/multimedia/archive/00035/balans_pdf_35585a.pdf, 2013-10-03

³ <http://www.youtube.com/watch?v=ty9QSiVC2g0>, 2013-10-03



2

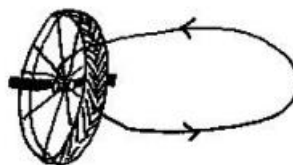


3

När man snurrar ett hjul och sedan släpper det fritt, så uppstår en motverkande cirkelrörelse. I experimentet, där hjulet hängs upp i ett snöre som är festsatt i änden av axeln, tippas hjulet eftersom dess tyngdpunkt ligger utanför lodlinjen. Roterar ett hjul så uppstår två olika rörelser som båda påverkar varandra; hjulet tippas samtidigt som det rör sig i en stor cirkel. Dessa två rörelser fungerar lite som en motreaktion till varandra. När den ena uppstår följer den andra med automatiskt. Detta visas i bilderna 1-3. Då hjulet roterar fritt och tippas blir resultatet att det går i en cirkelrörelse. När farten avtar minskar även det motverkande vridmomenten, varför hjulet börjar tippa. ⁴



Tipping



Stor cirkelrörelse

Anledningen till motreaktionen är strävan efter bevarandet av det roterande hjulets rörelsemängdsmoment. Storleken på rörelsemängdsmomentet avgörs av tre faktorer: hjulets tyngd, rotationshastighet och tyngdpunktens avstånd från rotationens mittpunkt. Rörelsemängdsmomentet ökar alltså ju snabbare hjulet snurrar, ju tyngre hjulet är eller ju längre bort från hjulets mittpunkt tyngden sitter. Rörelsemängdsmomentet för en stel kropp beräknas med hjälp av följande formel:

$$L = I \cdot \omega,$$

I är kroppens tröghetsmoment kring rotationsaxeln och ω är vinkelhastigheten.

Tröghetsmomentet är ett slags mått på motståndet i att accelerera kroppen i en rotationsrörelse, den beräknas genom följande formel där man tar summan av alla massor (m) som har avståndet (r) till rotationens mittpunkt:

$$I_0 = \sum_i r_i^2 m_i,$$

Detta kallas gyroeffekten. ⁵

⁴ <http://www2.teknat.uu.se/skola/provapa/dokument/12-gyroeffekten.pdf>, 2013-10-03

⁵ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Gyroskop>, 2013-10-03

Tillämpningar

Här är några exempel på hur kunskap om vridmoment, och rörelsemängdsmoment kan tillämpas och vara till nytta i moderna konstruktioner.

Lyftkranar: Lyftkranar opererar med hjälp av vridmoment. De fungerar på så sätt att den långa hävarmen, i vilken saker lyfts, är tyngdpunktsmässigt balanserat på stolpen där den är placerad. Det innebär att om man i änden av kranen lyfter något av en viss tyngd, måste man ha en motvikt på andra sidan av stolpen så att hävarmen fortfarande har sin tyngdpunkt rakt ovanför stolpen.



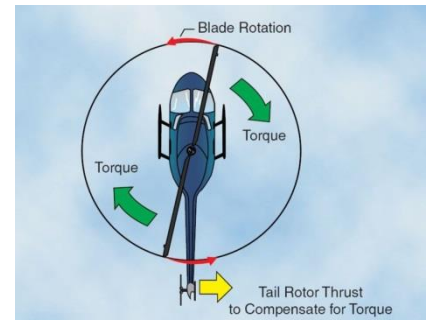
Har man då ett objekt av en viss tyngd som lyfts, måste motvikten vara av mycket större vikt, eftersom kranens baksida är mycket kortare. Detta bygger på samma princip som i tandpetarexperimentet: Tyngdpunkten hos skeden respektive den hos gaffeln, måste ligga på ett specifikt avstånd från varandra för att hela systemet ska vara balanserat.⁶

Gyrokompassen: En gyrokompas består av ett tungt hjul som snurrar mycket snabbt. Tack vare rörelsemängdsmomentets bevarande kommer hjulet inte vilja att tippa, utan ställer in sig i en konstant vinkel i förhållande till jordaxeln. Den påverkas därför inte av magnetiska fel. Nackdelen med denna typ av kompass är istället att den påverkas av fartygets fart, latitud och kurs. Gyrokompasser används t ex på skepp, flygplan och rymdfärjor.⁷



Motverkan av vridmoment i helikopter: När helikopterns rotorblad roterar, så uppstår inte enbart en lyftkraft, utan även ett oönskat vridmoment på helikopterkroppen. Om man inte gjorde något åt det, skulle helikoptern inte kunna stå still i luften, utan snurra runt okontrollerat. Man använder sig av olika system för att motverka detta. Ett vanligt sätt är att sätta en vertikal stjärtrotor på flygkroppen som kompenserar rotationen.

Man kan även ha en så kallad tandemrotor. Det är en helikoptertyp som har två huvudrotorer som roterar motsatt riktat varandra.⁸



Vem har gjort vad?

Alla medlemmar i gruppen har varit lika delaktiga i planeringsstadiet. Dock ansåg vi att det kunde vara en bra idé att sedan dela upp oss i mindre grupper som fokuserade på olika delar av projektet.

Ana Miljkovic: Rapportskrivning och huvudansvarig för tandpetarexperimentet

Christian Klinteberg: Rapportskrivare

Hanna Marsh: Rapportskrivare

Franz Lang: Presentatör

⁶ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Lyftkran>, 2013-10-03

⁷ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Kompass#Gyrokompas>, 2013-10-03

⁸ <http://sv.wikipedia.org/wiki/Helikopter#Konstruktion>, 2013-10-03

Joost Kranenborg: Presentatör, skaffat material för experiment

Olof Nilsson: Presentatör

Simon Jönsson: Delaktig i presentation, huvudansvarig för cykelhjulsexperimentet, fixat praktiska detaljer

Sofie Karlsson: Presentationsansvarig

Projektrapport – Termoelektrisk effekt

Intro

Vi har valt att illustrera Seebeckeffekten, som bygger på att en temperaturgradient kan generera en elektrisk ström, så att man effektivt konverterar termisk energi till elektrisk energi. Alla processer som kräver energi genererar spillvärme, så det är av god anledning man utforskar sätt att ta till vara på detta för att öka effektiviteten av olika processer.

För att illustrera Seebeckeffekten har vi valt att, med hjälp av ett termoelement, driva en fläkt genom att värma den ena sidan av elementet. Fläkten kommer i sin tur att kyla den andra sidan av elementet för att på detta vis ytterligare bidra till en ökad temperaturskillnad.

Teori

Effekten är uppkallad efter fysikern Thomas Johann Seebeck, som fann fenomenet när han sammanfogade två metaller till en sluten krets och värmden en av kopplingarna. På grund av temperaturskillnaden mellan kopplingarna flödade en ström genom metallerna, något som senare kom att kallas termoelektrisk effekt. Laddningsdensiteten \mathbf{J} beskrivs av ekvationen

$$\mathbf{J} = \sigma(-\nabla V - S \nabla T),$$

där σ är den lokala konduktiviteten i kretsen, V är den lokala spänningen, ∇ är nablavektorn och S kallas Seebeckkoefficienten. I denna rapport kommer vi emellertid inte att fokusera på matematiken utan istället på de fysikaliska koncepten.

Termoelementet vi har valt att använda bygger på halvledartechnologi. För att börja prata om halvledare kan det vara bra att introducera koncepten *metall* och *isolator*.

Inom kvantfysik säger man att elektroner kan anta särskilda energetiska tillstånd, så kallade energitillstånd. Kvantmekaniken säger oss även att ett tillstånd bara kan antas av en enda elektron, så dessa tillstånd kan antingen vara fyllda eller tomma. I fasta ämnen bildar de möjliga energitillstånden så kallade band som är separerade av en materialspecifik energi. För att avgöra om ett material är en metall, isolator eller halvledare är det viktigt att veta vilka band som är fyllda med elektroner. Det högsta bandet i ett fast ämne kallas *valensbandet*. Om ämnet innehåller band som är delvis fyllda kan elektroner flöda fritt och då säger man att ämnet är en *metall*. Om ämnet å andra sidan har fyllda valensband blir det svårt för elektroner att röra sig och då kallas ämnet en *isolator*. Om ämnet i grunden har fyllda band men med en liten

energitillförsel (som är materialspecifik, som nämndes tidigare i texten) tillåter elektroner att röra sig kallar man det för en halvledare. Denna sorts teknologi är essentiell inom i stort sett all modern elektronik.

Ett fast ämne som naturligt uppvisar halvledaregenskaper, det vill säga uppvisar både isolator- och metallegenskaper (Si är ett sådant) kallas för intrinsisk halvledare. Dessa använder man emellertid aldrig inom industrin eftersom man relativt enkelt kan göra dem mycket mer effektiva genom att *dopa* dem. Det finns två sorters dopade halvledare, *n-dopade* och *p-dopade*.

Att n-dopa en halvledare innebär att artificiellt tillsätta elektroner i valensbandet. Detta gör man genom att ta sin rena halvledare, till exempel kisel som har fyra valenselektroner, och ”förorena” det genom att tillsätta ämnen som har fler valenselektroner, till exempel fosfor (som har fem). Detta gör att det finns fler elektroner i valensbandet som kan ”hoppa över” och leda ström.

Att p-dopa en halvledare är motsatsen – nämligen att tillsätta ämnen med färre valenselektroner som bor (som har tre). Sammanfogar man en p-dopad halvledare med en n-dopad får man en övergång där det finns ett överskott av elektroner på ena sidan och ett underskott av elektroner på den andra, denna sortens övergång kallas för pn-övergång och ett termoelement är en krets som består av många parallellkopplade pn-övergångar. Om en pn-övergång blir varmare än en annan leder det till att elektronerna flödar och detta är principen bakom termoelementet.

Material

2 × TEC-moduler (Thermo Electric Cooler) av modell TEC1-12706T200 (se bilaga 3), processorkylare med fläkt och kylfläns (se bilaga 2), kylpasta, stearinljus, tändare, IR-termometer, kablage, digital multimeter, labbaggregat och krokodilklämmor. Ett styck träställning (se bilaga 1).

Metod

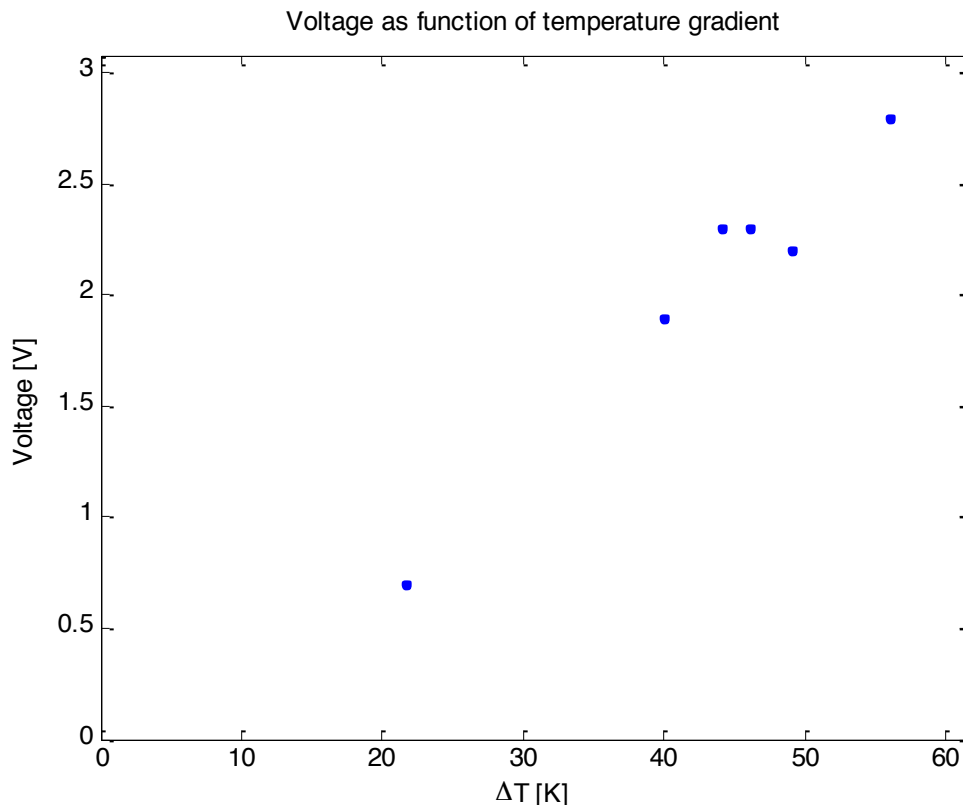
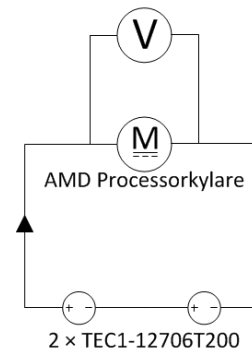
Fläktens spänningskrav mättes upp med ett labbaggregat. TEC-modulerna fixerades på kylflänsen med kylpasta mellan dess kontaktytor. Modulerna seriekopplades med fläkten på processorkylaren, i enlighet med kopplingschemat till höger. Multimetern anslöts, som voltmeter, parallellt med fläkten. Stearinljuset placerades på den rörliga plattformen och tändes. Temperaturen mättes, vid jämna intervall, på den varma sidan och på kylflänsen nära ovansidan

av den ena modulen. Detta gjordes med hjälp av en IR-termometer. Plattformen höjdes sedan successivt för att variera värmeskillnade ytterligare.

Plattformen höjdes sedan med spänningskravet för fläkten som mål. När fläkten börjat snurra och spänningen stabiliserat sig togs ytterligare temperaturvärlden enligt ovanstående procedur.

Resultat

Då TEC-modulerna upphettades av stearinljuset kunde en spänning uppmätas över den anslutna processorkylaren. Allt eftersom temperaturen på den upphettade sidan av TEC-modulerna ökade, ökade även spänningen. Vi låter spänningen driva fläkten på processorkylaren för att leda bort värme från den andra sidan av TEC-modulerna. Det förhindrar båda sidorna av modulerna från att hettas upp, så att erhållen temperaturgradient kan bibehållas även under ett längre tidsförlopp. Det sammantagna resultatet av experimentet motsvarade vårt ursprungliga mål; att driva en fläkt med spänning genererad med hjälp av Seebeckeffekten. Grafen nedan visar uppmätta värden av tempraturskillnaden och den spänning som samtidigt uppmättes.



Diskussion

Vi valde att använda termoelement av typen TEC, trots att de för vårt syfte hade passat bättre med TEG-moduler (Thermo Electric Generator), av kostnadsskäl. TEC och TEG modulerna är liknande men är avsedda för olika användningsområden, dock kan de båda användas till varandras användningsområden fast med sämre resultat. TEC-modulerna visade sig som vi förväntade oss tillräckliga.

Det experiment som vi genomfört kan vara av intresse för den som söker en metod att kyla elektroniska komponenter, exempelvis en processor, utan att behöva någon extern strömtillförsel till kylsystemet. Värmen som genereras utnyttjas för att driva fläkten, så lösningen blir energisnål.

Temperaturmätningarna utförda på den "varma" sidan av TEC-modulerna antas vara korrekta, förutsatt att termometern som användes var korrekt kalibrerad och tillräckligt noggrann. Dock var det svårt att genomföra noggranna mätningar på den "kalla" sidan då kylflänsen täckte modulerna så att mätningarna behövde genomföras på sidan av kylflänsen, så nära den "kalla" sidan av den ena modulen som möjligt. Eventuella fel vid mätningen av spänningen beror i så fall på multimeterns kalibrering och noggrannhet. På samma sätt kan också fel i termometern ge ytterligare fel vid temperaturmätningen. De två sistnämnda felkällorna kan dock se som försumbara i jämförelse med övriga felkällor.

Källförteckning

Fasta tillståndets fysik Kompendium (2013), Günter Grossmann. Lund: LTH.

Wikipedia (2013). *Thermoelectric effect*. (Elektronisk)

Tillgänglig: http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect (2013-09-30).

Wikipedia (2013). *Quantum state*. (Elektronisk)

Tillgänglig: http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_state (2013-09-30).

Vem har gjort vad?

- Per Karlsson
 - Illustrerat kopplingschema
 - Reviderat rapport
- Damir Knezevic
 - Sammanställt data
 - Undersökt teori
 - Huvudförfattare Teori
- Erik Linderstam
 - Skrivit diskussion, material
 - Delförfattare teori
 - Undersökt teori och genomförbarhet
- Gustav Lundberg
 - Mätt resultat
 - Skrivit diskussion, material
 - Delförfattare teori
- Hampus Näsström
 - Anskaffat material
 - Satt upp experimentet
 - Varit kontaktperson
 - Författare Metod

Optimering av Magnetkanon

Grupp 7, Alice Herdenberg, Andrea Mattsson, Axel Leander, Gustaf Holtenäs, Gustav Holmgren, Hanna Lindetorp, Johan Kollberg, Wilhelm Lundström

Projektets mål har varit att bygga en magnetkanon och optimera den för att maximera hastighet och kraft. För att göra detta har vi dels gjort tester och försökt tolka resultaten, och dels utgått från olika teorier för att sedan applicera dessa på kanonen och undersöka för vilka de fungerade i praktiken. Projektet pågick under 7 veckors tid.

Innehåll

Indelning	2
Dokumentation av projektet.....	2
Läsvecka 0	2
Läsvecka 1	2
Läsvecka 2	2
Läsvecka 3	2
Läsvecka 4	2
Läsvecka 5	3
Läsvecka 6	3
Läsvecka 7	3
Magnetkanon.....	3
Optimering	4
Avstånd mellan magneterna	4
Antal kulor efter varje magnet.....	4
Magnetens Rekyl.....	4
Antal magnetstationer	4
Material.....	4
Tillämpningar	5
Slutsats	5
Bilaga 1	6
Bilaga 2	6
Källor	7
Källvärdering	7

Indelning

Namn	Roll
Alice Herdenberg	Projektledare, teori, rapport
Gustav Holmgren	Konstruktion
Gustaf Holtenäs	Redovisning
Johan Kollberg	Material, konstruktion
Axel Leander	Teori, rapport
Hanna Lindetorp	Redovisning
Wilhelm Lundström	Konstruktion
Andrea Mattson	Projektledare, teori, rapport

Dokumentation av projektet

Läsvecka 0

Kick off. Projektet startades och vi spånade idéer. Ämnen som magnetism, ferrofluider och induktion diskuterades.

Läsvecka 1

Projektet bestämdes innefatta magnetkanoner och i mån av tid även så kallade coil guns, kanoner med elektromagneter. Gruppens medlemmar tilldelades olika roller och uppgifter.

Möte hölls ons 4/9 samt fre 6/9

Läsvecka 2

Under läsvecka 2 började de konstruktionsansvariga skissa på en magnetskanon samt hur denna kunde utvecklas för att bäst illustrera vårt fenomen. Materialansvariga kontaktade Marcel angående magneter, skenor och annat vi skulle behöva. Det visade sig att vi behövde införskaffa magneter själva. De med ansvar för det teoretiska började söka information och de redovisningsansvariga började spåna på olika upplägg för redovisningen.

Möte hölls tis 10/9 samt fre 13/9

Läsvecka 3

Arbetet fortskred. Magneterna vi beställt kom fram tisdagen den 17/9, och kanonen började byggas. Det bestämdes att tid inte fanns att bygga en coil gun och att det istället skulle satsas på att optimera magnetkanonen så mycket som möjligt.

Möte hölls fre 20/9

Läsvecka 4

Redovisning av hur långt de olika grupperna kommit. Gruppen diskuterade tillsammans resultat, idéer och eventuella förbättringar. Redovisningsformen bestämdes och projektet döptes slutgiltigt till Optimering av Magnetkanon. Rapporten påbörjades

Möte hölls ons 25/9 samt fre 27/9

Läsvecka 5

Rapporten färdigställdes och lämnades först in till handledare Elsa De Geer, därefter till lärare Linus Ludvigsson. En stomme för hur redovisningen skall se ut blev klar.

Möte hölls mån 30/9 samt fre 4/10

Läsvecka 6

Redovisningen färdigställs och visas upp för lärare Linus Ludvigsson och handledare Elsa De Geer.

Möte hölls mån 7/10 samt ons 9/10

Läsvecka 7

Redovisningen framförs måndag 14/10

Magnetkanon

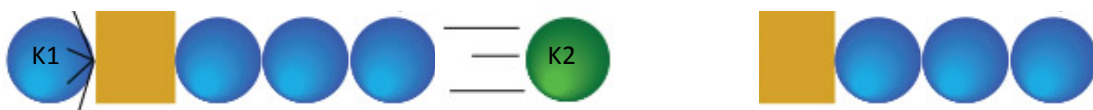
Den typ av magnetkanon vi byggt kallas Gauss-kanon. Principen för den är enkel; magneter fästs med tejp i en skena och ett antal kulor läggs vid varje magnet.



FIGUR 1

1

En kula k1 (figur 1) rullar längs skenan mot den första magneten. Kulan accelereras av magnetens magnetfält och stöter i den med en viss hastighet och rörelseenergi. Rörelsemängden fortplantas i raden med kulor och den sista kulan k2 skjuts iväg med nästan samma hastighet som k1 hade i stötögonblicket, bortsett från friktionsvärme och ljud (figur2), då de båda kulorna har samma massa. I nästa steg rullar k2 mot nästa magnet och accelereras ytterligare av dess magnetfält. I varje steg ökas hastigheten.



FIGUR 2

1

För att optimera kanonen med avseende på hastighet och kraft bör flera aspekter tas i beaktning. Dels skall friktionen minimeras och dels skall magnetfältets maximala styrka utnyttjas.

¹ Figurer tagna från <http://www.explorabox.org/activities/engineering/magnetic-cannon/>

Optimering.

För att optimera kanonen bör följande aspekter tas i beaktning:

Avstånd mellan magneterna
Antal Kulor efter varje magnet
Magnetens Re kyl
Antal magnetstationer
Material

Avstånd mellan magneterna

För att friktionen skall minimeras skall kulorna färdas så kort sträcka som möjligt. Magneterna bör därför ligga så nära varandra som möjligt. Samtidigt får inte magneterna påverka kulorna som är fästa vid en annan magnet och avståndet kan därför inte vara hur kort som helst. Magneterna uppmättes påverka varandra vid ett avstånd på ungefär 10 cm och därför sattes detta som utgångspunkt för avstånden mellan dem.

Antal kulor efter varje magnet

Ju fler kulor som placeras bakom magneterna, desto mindre attraheras den sista kulan. Detta gör i sin tur att denna kula åker iväg snabbare. Om man istället har för många kulor kan detta leda till att fler än en kula skjuts iväg och minskar hastigheten på den sista kulan, vars hastighet man vill maximera.

För att bestämma det optimala antalet kulor bakom varje magnet gjordes experimentet att hänga kulor lodrätt under magneten, se bild under bilaga 1. Magneternas kraft räckte till att hålla upp sex på varandra hängande kulor. Dock uppstod ovan nämnda problem vid försök med sex kulor bakom varje magnet. Det hände att två kulor släppte vid impulsen. Samma problem uppstod då fyra samt fem kulor fästes och därför sänktes antalet kulor efter magneterna till tre. Efter fler försök insåg vi att eftersom hastigheten vid de första magneterna var lägre och därmed också impulsen så kunde fler kulor fästas efter dem. Efter upprepade försök gjordes följande uppställning: 4:4:3:3 (antal kulor efter varje magnet).

Magnetens Re kyl

När k1 slår i magneten så att k2 far iväg så ruckas magneten ur plats, vilket gör att stora energiförluster går till magneternas rörelse. Därför tejpades magneterna fast i skenan för att minimera rekyl och på så sätt bevara större delar av rörelsemängden. Om magneterna skulle vara helt fästa i skenan så skulle inte konceptet av magnetkanonen över huvud taget fungera, eftersom impulsen inte skulle flyttas från kula till magnet till kula. Jämför med Newtons vagg, se bilaga 2.

Antal magnetstationer

Till vårt förfogande vid detta experiment hade vi sex magneter. Vi upptäckte att ifall två magneter fästes i varandra så ökade den magnetiska kraften; två magneter höll åtta kulor lodrätt medan en magnet höll sex. Därför valde vi uppsättningen 2:2:1:1 av magneterna där de två första höll fyra kulor. Eftersom enbart en kula skulle skjutas iväg från varje station så gjorde en ökade magnetisk kraft kanonen mer stabil.

Material

Då rörelsemängden hos kulorna beror av deras massa så skulle lättare kulor kunnat öka effektiviteten i magnetkanonen. Starkare magneter skulle även kunnat öka effektiviteten, men då måste hänsyn tas till nya avstånd. Med en skena som har låg friktion mot kulorna skulle även hastighetsförlusterna mellan

magnetstationerna kunnat minskas. Dessa tre aspekter kräver dock material som inte vi har kunnat få tillgång till och vi har därför inte kunnat ta detta i beaktning.

Tillämpningar

Den typen av magnetkanon har inte så många fler tillämpningsområden än det vi använder det som just nu, ett experiment för lärandets skull. En annan typ av magnetkanon är exempelvis en "railgun". Railguns forskar man på i exempelvis den amerikanska flottan² eftersom metoden ger möjlighet att göra vapen utan explosiva laddningar, istället används metallpilar, och som kan skjuta iväg projektiler med en mycket större kraft och hastighet än "vanliga vapen". Eftersom ammunition far iväg med en större kraft blir räckvidden längre och målet träffas med en sådan kraft att nedslaget av pilen gör tillräckligt stor skada utan sprängladdning. Till skillnad från en Gauss-kanon så används elektromagneter för att accelerera "kulan" tillsammans och ett betydligt större magnetfält kan användas.

Slutsats

När vi började bygga magnetkanonen hade vi en idé om hur den skulle byggas men inte hur den skulle optimeras. Genom att utföra tester med kulorna och magneterna placerade olika, med en lutande/plan skena, och med eller utan fasttejpade magneter kunde vi till slut fastslå hur man bättre bygger en magnetkanon. Vi började då fundera på vad det var som ändrats när det gått bättre och med hjälp av teori och fysik vi kunde sedan innan kunde vi börja förklara varför. När vi så började leta efter information hittade vi massor av andra optimeringsförslag som vi självklart provade. Till slut kände vi att med de förutsättningar vi haft så kunde magnetkanonen inte optimeras bättre och vi kunde då dra vår slutsats om hur man bäst optimerar en magnetkanon.

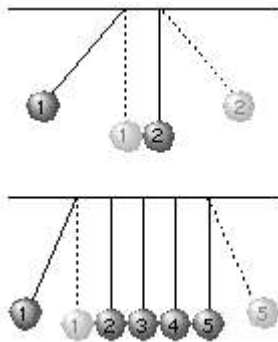
För att optimera en magnetkanon bör man iaktta avstånd mellan magneterna, antal kulor efter varje magnet, magnetens rekyl, antal magnetstationer samt materialet man använt. Avståndet mellan magneterna bör vara så litet som möjligt, antalet kulor något färre än det antal magneten kan hålla. Magneterna bör fästas i skenan för att minska rekyl, dock inte så mycket att de inte alls kan röra sig. För större hastighet används fler magnetstationer. Vad gäller material skall en skena med så lågt friktionstal som möjligt användas såväl som så lätta kulor och så starka magneter som möjligt.

² http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article3043295.ece

Bilaga 1



Bilaga



Newtons vagger. Kula 1 stöter ihop med den vilande kulan 2 i en elastisk stöt. Enligt impulslagen och energilagen byter kula 1 och 2 rörelsetillstånd; kula 1 stannar och kula 2 svänger åt höger. Då kulorna hänger i lika långa trådar blir stöten rak och rörelsen fortplantas i raden av kulor. Den korta stöttiden gör att stötarna sker utan att kulorna ändrar läge, utom den sista kulan 5 som pendlar åt höger. Då kula 5 stöter i kula 4 på väg tillbaka upprepas processen åt vänster utan att rörelsemängd går förlorad³.

³http://www.ne.se/lang/st%C3%B6t/318219?i_h_word=newtons%20vagger

Källor

- http://www.ungaforskare.org/sites/default/files/files/projektbanken/thegaussiancannon_maria_angel.pdf
- <http://www.explorabox.org/activities/engineering/magnetic-cannon/>
- <http://m.metamorphosite.com/increase-gauss-rifle-speed>
- http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article3043295.ece
- http://www.ne.se/lang/st%C3%B6t/318219?i_h_word=newtons%20vagga

Senast använda 2/10 -13

Källvärdering

Dessa fem hemsidor har olika tillförlitlighet. Den första är en uppsats som medverkat i utställningen unga forskare, vilket säkerligen gör att den lästs av personer med stor kunskap i ämnet och den bedöms därför vara av god kvalitet. Den andra och tredje källan är i teorin inte fullt lika trovärdiga men ur dem har vi mest hämtat inspiration till våra egna försök, det vill säga att allt vi tagit därifrån har vi sedan testat själva och sett att det stämmer. Informationen om tillämpningar av magnetkanoner från tidningen ny teknik bedöms som mycket tillförlitlig då den ges ut av fackförbundet Sveriges Ingenjörer. Till sist har vi hämtat information om Newtons vagga från Nationalencyklopedin, också den en tillförlitlig källa.

The Brazil Nut Effect

Max LINDQVIST, Måns MAGNUSSON,
Viktor KARLSTRAND, Hampus MÖLLER,
Jonathan LINDBERG, Erik INGEMARSSON

7 oktober 2013

Lärare: Linus Ludvigsson
Handledare: Henrik Torstensson
Projekt i kvantfysikaliska fenomen - Grupp 8
Lunds Tekniska Högskola

1 Inledning

The Brazil Nut Effect är ett fysikaliskt fenomen som uppstår när en behållare med en blandning av små objekt i skakas vertikalt. Större objekt tenderar då att röra sig uppåt i blandningen, medan mindre objekt rör sig nedåt. Detta även om de större objekten har högre densitet, och således enligt intuitiv logik borde falla nedåt. Namnet refererar till att Paranötter (Brazil Nuts) på grund av sin storlek brukar hamna överst i blandningar av nötter. Fenomenet är förknippat med müsli och frukostflingor, som har en tendens att segregera sig med de största matbitarna överst. Vi har valt att experimentera kring detta fenomen eftersom vi tycker att det dels inte känns självklart rent fysiskt och dels är vanligt förekommande i vårt vardagsliv.

2 Utförande

Gruppens primära idé till vilket fenomen vi skulle illustrera, var att vi ville ta ett vardagligt problem och försöka förklara det så vetenskapligt som möjligt. Vi hade alla liknande riktlinjer till vad vi skulle göra vilket gjorde det enkelt att snabbt och smidigt börja söka efter demonstrationer att utföra. Efter en liten stund sökande skrev alla medlemmar i gruppen upp experiment/fysikaliska fenomen som de tyckte var intressant eller passande för uppgiften. Genom demokratisk röstning och vägledning från vår projekthandledare kom vi slutligen fram till The Brazil Nut Effect. Vi satt upp deadlines samt individuella uppgifter att undersöka och forska vidare kring detta fenomen.

Vi bestämde oss tidigt för att redovisa genom en film. Detta val visade sig gynna varje gruppmedlem då alla snabbt hittade sin roll antingen framför eller bakom kameran. Vår prioritet låg på experimenten vi utförde, vilket resulterade i att vi var tvungna att köpa/hitta bra objekt till våra experiment. Det första experimentet skulle gestalta att ett stort objekt bland rejält mindre objekt snabbt rör sig mot toppen i en cylindrisk behållare. Detta experiments syfte var att visa hur snabbt fenomenet verkligen kunde vara. Därför använde vi stora kontraster mellan de små partiklarna och de stora.

Vi försökte hitta ett experiment som kunde visa omvänd konvektion (se nedan). Till detta behövde vi en konformad behållare, vilket var svårt att hitta. Vi försökte med toppen på en PET-flaska och ett hörn av en plastbox, men inte i något fall lyckades vi iaktta någon omvänd konvektion. Vi tvingades därför att lägga det experimentet på hyllan. Existensen av denna omvända konvektion var dock viktig i filmens handling, varför vi ändå tvingades förklara den teoretiskt. Vi iakttog dock en skillnad mellan hur objekt rörde sig i vår cylindriska behållare när den skakades stående respektive liggande. Denna skillnad har vi illustrerat i filmen som ett andra experiment.

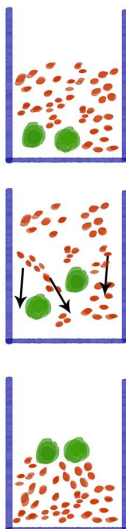
Vår dokumentation blir främst i form av vår film, då filmen inte endast är slutprojektet utan även processen. Det som dock är värt att nämnas är vårt sätt att arbeta. Vi som sagt gjorde all lättillgänglig fakta var för sig som vi sedan presenterade för varandra och utefter dessa primitiva faktakunskaper började

vi lägga upp experiment och dela in oss i två olika grupper, filmgruppen och en annan grupp som gick in mer på djupet på dessa nya faktakunskaper vi nu besatt oss på.

Filmgruppens uppgift var huvudsakligen att spela in filmen samt ha ansvar för att filmen hade tillfredsställande och rätt fakta. Filmgruppen bestod av Viktor Karlstrand, Max Lindqvist och Måns Magnusson, där Viktor filmade allting och Måns och Max var skådespelare. Den andra gruppen bestod av Jonathan Lindberg, Erik Ingemarsson och Hampus Möller. De skrev utkastet till teoridelen till filmen samt mallen till rapporten. Jonathan var ansvarig för denna utförandedel, Erik för tillämpningsdelen och Hampus för förklaringsdelen av rapporten. Samtliga av gruppens medlemmar hjälpte till med färdigställandet av rapporten, då vi satt tillsammans och skrev ihop det sista samt rättade stavning med mera. Viktigt att anmärka är att grupperna inte var begränsade utan alla hjälpte varandra för att få fram ett så bra resultat som möjligt.

3 Förklaring

The Brazil Nut Effect är ett fysikaliskt fenomen vars bakomliggande orsaker fortfarande är tämligen oklara. Trots att fenomenet länge har varit känt finns det ingen allmänt accepterad orsak till effekten, utan olika teorier har framlagts.

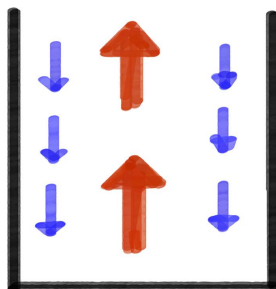


Figur 1: Stora objekt får in små objekt under sig och stiger till ytan.

Den äldsta av dessa är teorin om att varje gång blandningen skakas så bildas luftfickor mellan alla objekten i blandningen. Eftersom små objekt kan ta sig in i mindre fickor än stora objekt, är sannolikheten större att ett litet objekt faller

ner i en av dessa fickor än ett stort. Att små objekt upprepade gånger faller ner i dessa fickor medför i längden att de tar sig nedåt, medan stora objekt, som får in små objekt under sig, rör sig uppåt. Man kan se detta som en sorts Ratchet-effekt, där stora objekt kan röra sig uppåt obehindrat men har svårt att röra sig nedåt.

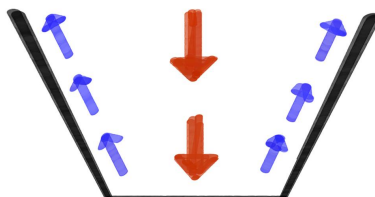
1993 lades konvektionsteorin fram. I experiment visades att i en cylindrisk behållare bildades en uppåtgående ström av partiklar i mitten. Samtidigt bildades smalare nedåtgående strömmar längs kanterna i behållaren. Dessa strömningar kallas konvektion. De nedåtgående strömmarna längs kanterna var för smala för att större objekt skulle kunna följa med. Detta förklarar varför dessa partiklar stannar i toppen av behållaren.



Figur 2: En stor ström av objekt går uppåt i mitten av behållaren och mindre strömmar går nedåt längs kanterna.

Det visades också att om behållaren i stället för en cylinder var en kon med spetsen nedåt, så bildades en omvänd konvektion där strömmen i mitten gick nedåt och de längs kanterna gick uppåt. Detta medförde att större objekt stannade i botten av behållaren. Detta bevisar att konvektionen spelade en stor roll i objektens rörelsemönster. Generellt kan man säga att i de fall konvektion uppstår så verkar det vara den mest betydande faktorn för hur objekten rör sig och delar upp sig. Men konvektion uppstår inte alltid. Man har exempelvis visat att om behållarens innerväggar är helt friktionslösa så bildas ingen konvektion. Det utesluter dock inte att stora objekt kan röra sig uppåt i blandningen ändå. Än idag forskas det inom detta område och varken ovanstående förklaringar eller andra som har lagts fram lyckas förklara fenomenet fullständigt.

I en behållare med sluttande väggar kan en ström av objekt gå ned genom mitten och mindre strömmar gå upp längs kanterna.



Figur 3: En stor ström av objekt går uppåt i mitten av behållaren och mindre strömmar går nedåt längs kanterna.

4 Tillämpningar

Än så länge har man inte kommit fram med särskilt många produkter baserade på The Brazil Nut Effect, men en av dem är vad som på engelska kallas Avalanche Airbags. De är luftkuddar som skidåkare bär med sig och som kan blåsas upp om åkaren hamnar i en lavin. De aktiveras på samma sätt som någon skulle aktivera en fallskärm, men istället för att det sedan kommer ut ett skyнке bakom offret, blåses istället två krockkuddar upp på bägge sidor av ryggsäcken. Detta medför att offret tar upp större yta och därmed flyter uppåt, istället för att falla nedåt, enligt The Brazil Nut Effect.

Inom biologi har forskare fått virus att förflytta sig längs med organiska material genom att skaka det material som de hade lagt in viruset i. Detta kan ha betydelse när man söker efter virus, eller vill separera virus från organiska material. Men även i vardagen kan man ha nytta av kunskap om The Brazil Nut Effect. Om du nu äter müsli på morgonen och har tröttnat på att det aldrig finns några russin kvar när förpackningen nästan är slut, eller helt enkelt bara vill roffa åt dig allt det goda innan någon annan får det, då kan du utnyttja kunskapen om partiklars förflyttning vid vibrationer och antingen försöka blanda russinen mot botten genom att skaka på förpackningen upp och ner, eller skaka på förpackningen i upprätt tillstånd om du nu är girig.

De företag som tillverkar eller förpackar granulära material kan även ha nytta av kunskapen om granulär konvektion för att tillverka förpackningar och behållare som håller innehållet mer blandat. En experimentell utformning på en sådan behållare kan vara två koner som är fästa vid varandras kanter, för att då samla allt i nivå med kanterna, men då är problemet hur en sådan förpackning ska kunna användas av konsumenten.

Inom astronomi så kan dessa fenomen förklara varför vissa asteroider, såsom Itokawa, vilket är en asteroid som, till skillnad från många andra, inte är en solid massa, utan en omkringsvävande grushög, inte har kratrar. Bristen på kratrar på dessa asteroider kan då bero på att, istället för att andra objekt i rymden kraschar in och slår upp ytor av asteroiden, istället slår till, men endast skakar om asteroiden vilket ger kala fläckar.



Figur 4: I bilden ser man en skidåkare som hamnar mitt i ett snöskred. När han väl fallit utlöser han sin luftkudde och flyter uppåt i snöskredet istället för att tryckas ner mot bergssidan.

Referenser

- [1] Vibration-Induced Size Separation in Granular Media: The Convection Connection
 Av James B. Knight, H. M. Jaeger, och Sidney R. Nagel.
 Publicerad i Physical Review Letters 14 Juni 1993,
http://prl.aps.org.ludwig.lub.lu.se/pdf/PRL/v70/i24/p3728_1
- [2] Of airbags, Avalungs and avalanche safety,
 Av Leslie Scrivener,
 Publicerad Januari 2008,
http://www.thestar.com/news/2008/01/13/of_airbags_avalungs_and_avalanche_safety.html
- [3] Astronomy Picture of the Day
 Av Robert Nemiroff, Jerry Bonnell
 Publicerad 22 April 2007
<http://apod.nasa.gov/apod/ap070422.html>
- [4] The Brazil Nut Effect
 Av B. James McCallum, Stuart M. Smith
 Okänt utgivningsdatum
http://www.null-hypothesis.co.uk/science/straight-talking/how-it-works/brazil_nut_effect_weird_science
- [5] Figur 1-3, skisser av Viktor Karlstrand
- [6] Figur 4:
http://www.null-hypothesis.co.uk/science/straight-talking/how-it-works/brazil_nut_effect_weird_science

Energiutvinning genom termodynamik

Författare: Johan Wilhelmsson, David Rådberg, Simon Paulsson, Christine Sjölander, Daniel Strandberg, Olle Svensson, Anna Åberg, Christopher Tvede-Möller

Inledning

Vi har valt att bygga en förenklad variant av en Stirlingmotor för att illustrera hur man kan använda de tryckskillnader som uppstår i luft när man skapar temperaturskillnader för att driva en rotationsrörelse. Vi tyckte att det var ett roligt och lärorikt sätt att illustrera ett fysikaliskt fenomen och hur det kan användas praktiskt. En Stirlingmotor drivs av skillnader i temperatur, tryck och volym på luft. Den uppfanns 1816 och blev ett alternativ till ångmotorn, Stirlingmotorn var både säkrare och hade hög verkningsgrad jämfört med ångmotorn.

Teori

Det är den termodynamiska fysiken i Stirlingmotorn som beskriver hur ett arbete kan genereras. När tryck, volym och temperatur i ett och samma system ändras skapar det en cykel som genererar ett arbete. Hela processen kallas för Stirlingcykeln.¹

Stirlingcykeln är uppbyggd av två olika sorters processer; isotermer och isokorer. Den isoterma processen innebär att temperaturen hålls konstant i systemet medan tryck och volym ändras (se process 1 och 3 i figuren). I den isokora processen hålls volymen konstant medan temperatur och tryck ändras (se process 2 och 4 i figuren). Ett PV-diagram (Bildens beskriver förhållandet mellan tryck och volym för termodynamiska processer).

Process 1 är en isoterm expansion under konstant temperatur. I detta skeende tillförs värme från en extern värmekälla. I process 2 sker en isokor avkylning och därmed en bortförel av värme. Process 3 är en isoterm kompression under konstant temperatur genom bortförel av värme. Process 4 sammansluter Stirlingcykeln och är en isokor upphettning som det sker en tillförel av värme i.

Processen för Stirlingcykeln går i pilarnas riktning (se figuren). Arbetet som genereras för en cykel i Stirlingprocessen beror på volymförändringar under de isoterma processerna (process 1 och 3). Det arbete som en isoterm process genererar eller behöver beskrivs av arean under dess graf i ett PV-diagram (se figur). I Stirlingcykeln är genererat arbete arean under den isoterma processen 1 medan arean under den isoterma processen 3 beskriver krävt arbete. Därför är arean W i figuren utvunnet nettoarbete för en cykel i Stirlingprocessen.

Den konstanta temperaturen i process 1 kallas för T_h och i process 3 för T_l . T_h kallas för den höga temperaturen och T_l för den låga. Om ett arbete ska kunna

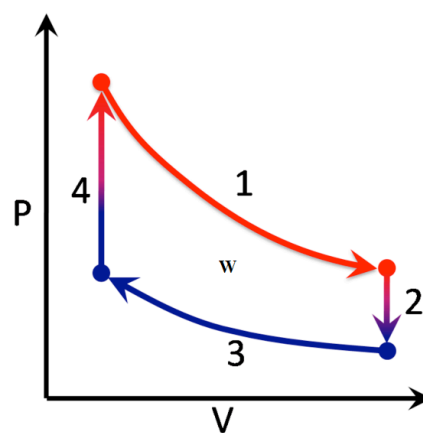


Illustration 1: PV-diagram för stirlingcykeln. 1: arbete utförs av systemet, trycket och volymen ökar. 2: systemet kyls, trycket minskar och volymen är konstant. 3: arbete utförs på systemet, volymen och trycket ökar. 4: systemet värms, trycket ökar och volymen är konstant.

¹Fysik i vätskor och gaser. Göran Jönsson. Sid: 235-240.

uträttas måste T_h vara större än T_l .²

För att uppnå så hög verkningsgrad (utvunnen energi per instoppad energi) som möjligt vill man i Stirlingprocessen återvinna värmen som avges i process 2 och sedan återanvända den i process 4 (se figuren). Detta kan göras till exempel av en regenerator.³

Lyckas man återanvända värmen i process 2 så kan den ideala verkningsgraden för Stirlingmotorn beskrivas av Carnotverkningsgraden.

$$\eta = 1 - \frac{T_l}{T_h}$$

Där verkningsgraden är lika med ett minus kvoten mellan den låga temperaturen och den höga temperaturen.

Detta innebär att desto större skillnad det är mellan den höga temperaturen och den låga temperaturen desto större verkningsgrad blir det för Stirlingcykeln. Dock beskriver Carnotverkningsgraden endast det ideala fallet. Idag kan man teoretiskt sett uppnå en verkningsgrad på ungefär 70 % och i praktiken har verkningsgrader på ungefär 40 % uppnåtts.⁴

Vår motor

Vår motor fungerar på följande sätt (se bilaga 1 för grafisk referens)

Process 1:

Betrakta displacern (i bilagan kallad förskjutningsanordning) i sitt toppläge. Luften tillförs energi från värmekällan i botten och expanderar. Detta leder till att ett arbete, nämligen att ballongen trycks uppåt och skjuter på vevaxeln utförs, vilket leder till att displacern puttas ner.

Process 2:

Betrakta displacern i sitt mellanläge på väg nedåt. Gasen har konstant volym och förflyttas till ovansidan av displacern.

Process 3:

Betrakta displacern i sitt bottenläge. Detta är motorns kompressionsteg, dvs. luften försöker hålla konstant temperatur men måste avge energi vilket leder till en kompression. Detta drar ihop ballongen vilket ger ett arbete.

Process 4:

Betrakta displacern i sitt mellanläge på väg uppåt. Gasen kommer här att ha konstant volym och förflytta sig mot motorns värmekälla där den absorberar värme.

För att hjälpa nästa cykel att komma igång behövs även en rörelsemängd inbyggd i motorn. Därför har vi satt fast en pappskiva med ståltråd i.

När vi betraktar vår motor så ser vi att luft kommer att befinna sig i röret där ballongen sitter fast (den drivande kolven) även under expansionsstadiet, alltså när luften värms. Detta är en av nackdelarna med vår typ av Stirlingmotor, då detta utrymme egentligen är lämpat som kompressionsutrymme då luften som befinner sig där kommer att kylas av. Detta ger en minskad

²http://www.atomic.physics.lu.se/fileadmin/atomfysik/Education/Mandatory_courses/FAFA30_Fysik_foer_BI/Laborationer_-_Kretsprocesser.pdf

³Fysik i vätskor och gaser. Göran Jönsson. sid: 235-240.

⁴http://www.atomic.physics.lu.se/fileadmin/atomfysik/Education/Mandatory_courses/FAFA30_Fysik_foer_BI/Laborationer_-_Kretsprocesser.pdf

effekt hos motorn.

Tillvägagångssätt

För att kunna välja ett projekt tog gruppen fram många förslag och därefter delades gruppen i två för att göra efterforskning kring två olika projekt där Olle, Daniel, Christine och Christopher fokuserade på Stirlingmotorer och Simon, Johan, David och Anna läste på om osynlighet. Stirlingmotor valdes gemensamt efter en liten presentation av de olika ämnena och följande poster tillsattes:

Kommunikationsansvarig- Christine

Sekreterare- Anna

Gruppledare- Simon.

Ansvarig för Stirlinggruppen- Olle

För att öka förståelsen kring vad en Stirlingmotor är och hur denna fungerar såg gruppen på ett youtubeklipp i vilket tillverkningen av en simpel Stirlingmotor visades. Gruppen diskuterade fenomenet utifrån videon samt använde denna i som guide under själva byggprocessen. I detta skede skrevs en lista med det materiel som behövs vilket införskaffades delvis genom gruppmedlemmarna själva, Marcel och det som saknades köptes. Följande poster tillsattes:

Materialansvarig- Johan

Ekonomiansvarig- Christopher

För att underlätta grupparbetets skriftliga del skapades ett delat google-dokument vilket samtliga i gruppen hade tillgång till och ett tidsschema sattes upp för arbetet. Ansvariga för de olika underrubrikerna i arbetet utsågs:

Teorin bakom Stirlingmotorn- Daniel

Analys av vår motor- Olle

Tillvägagångssätt- Anna

Syfte och inledning- Christine

Skiss över vår motor och historia- Simon

Övriga gruppmedlemmar hjälpte till att skriva på valfria rubriker och samtliga hjälptes åt att korrekturläsa arbetet efterhand att det skrevs.

Samtliga gruppmedlemmar samlades och hjälptes åt att bygga ihop Stirlingmotorn, dock krävdes ytterligare ett tillfälle då gruppen kontemplerade över varför den inte fungerade. Därefter justerades motorn för att den skulle fungera t.ex. ändrades värmekälla till etanolbrännare och kylde med flytande kväve.

Då större delen av arbetet skrivits träffades gruppen och diskuterade hur arbetet skulle korrigeras och därefter redigerades styckena enligt följande:

Inledning och Syfte - David

Teori och analys av vår motor - Simon, Christine, Johan

Tillvägagångssätt och material - Anna

Historia, diskussion och slutsats - Olle

Bildtext och hänvisningar - Christopher

Historia⁵

Stirlingmotorn uppfanns 1816 av Robert Stirling, med syfte att ersätta ångmotorn. Tanken var att Stirlingmotorn skulle vara både säkrare och effektivare än dåtidens ångmaskiner, vilka hade en tendens att p.g.a. övertryck explodera.

1843 hade Stirling med hjälp av sin bror utvecklat motorn nog att driva alla maskiner vid Dundees stålkraftverk. Påfrestningarna av de stora temperaturskillnader som krävs för att uppnå hög effekt blev dock dåtidens material övermäktig och p.g.a. haverier avvecklades användandet av Stirlingmotorer inom industrin. Däremot inom områden där kravet på effekt var lägre och en ökad säkerhet var attraktiv, t.ex. i kyrkorglar, användes de tills elektriciteten tog över.

Företaget Philips spann dock vidare på Stirlingmotorn fram till slutet av 1970-talet och patenterade bland annat crycoolers. En crycooler tillåter att Stirlingprocessen används baklänges och detta ger då en värmeförflyttning. Denna värmeförflyttning kan kyla ner till ungefär 73K, eller fungera som en värmepump.⁶

Tillämpningar

Stirlingmotorn är i Sverige mest känd för att användas i ubåtar, men har under senare tid utnyttjats för energiprojekt. I Eslöv används läckande metangas från Rönneholms avfallsanläggning för att driva Stirlingmotorer, som till skillnad från vanliga gasmotorer kan drivas av den låga metanhalten på 20-33%. Dessa är utvecklade av det svenska företaget Cleanergy som skapar lösningar med Stirlingmotorer, t.ex. placerade i parabolers brännpunkt för att utvinna solenergi.

Möjliga framtida tillämpningar är t.ex. satelliter drivna av uransönderfall eller mobilladdare drivna av värmen från en mugg hett kaffe.

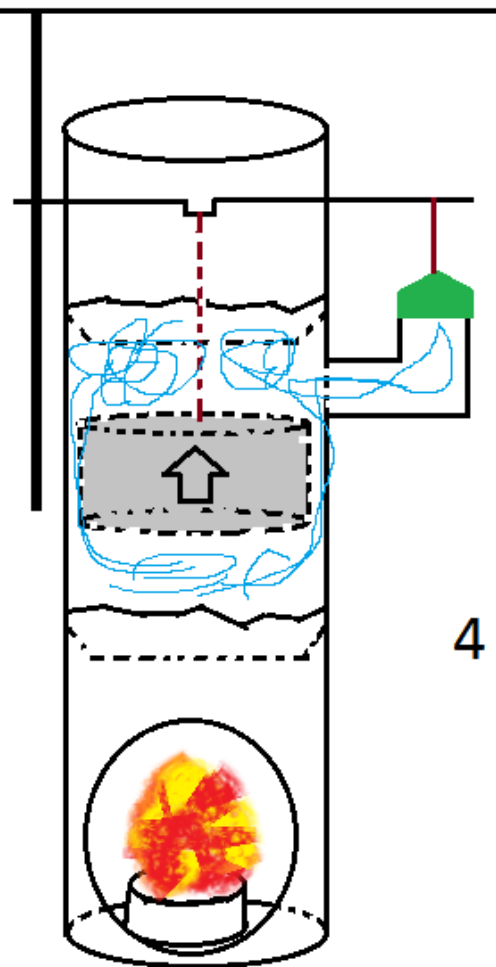
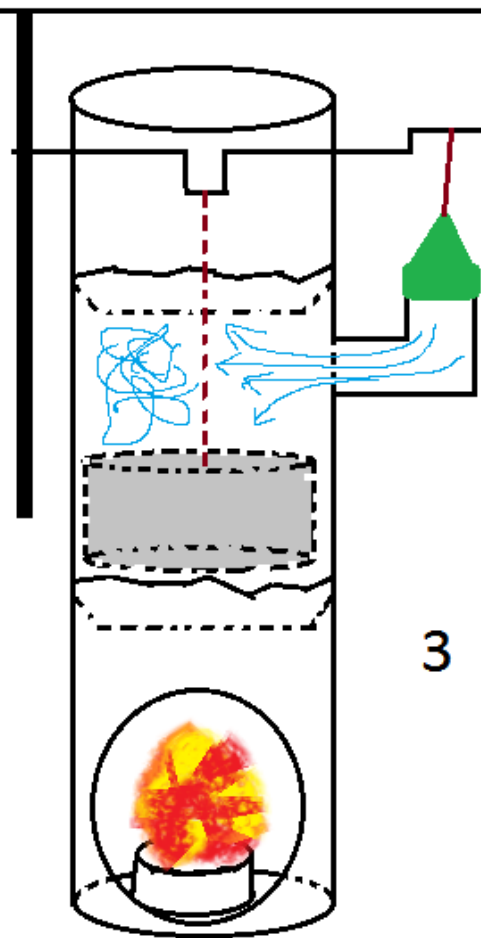
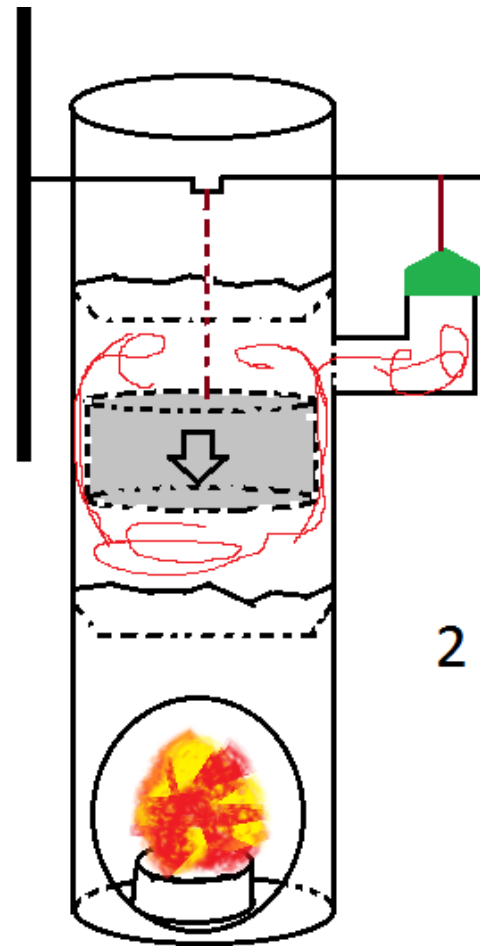
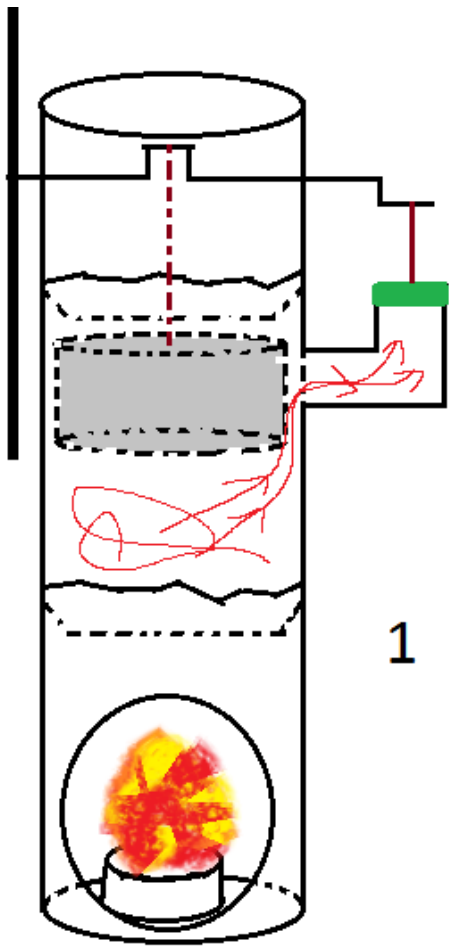
Reflektion

P.g.a. vår Stirlingmotors låga effekt, så behöver inneboende friktion vara mycket låg om den skall kunna drivas av ett värmeljus och kylas av rumstempererad luft. Detta fick vi erfara och efter en kort tids grubblande och experimenterande löstes detta genom att förbränna etanol som värmekälla och använda flytande kväve som kylningsmedium.

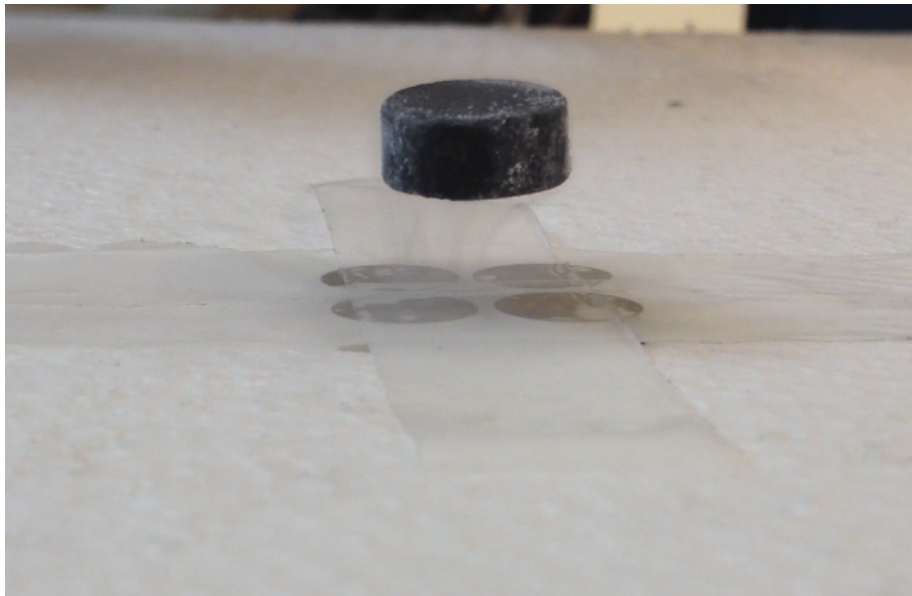
Vi har med vårt experiment illustrerat Stirlingcykeln och vår slutsats är att Stirlingcykeln kan utnyttjas för att uträtta ett arbete så som att driva ett fordon eller alstra ström.

⁵http://en.wikipedia.org/wiki/Stirling_engine#History

⁶http://en.wikipedia.org/wiki/Applications_of_the_Stirling_engine#Stirling_crycoolers



SUPRALEDARE



*Nedkyld supraledare svävandes ovanför magneter
(Från försök 2013-09-26).*

*Alexander Skafte, Björn Ulfwi, Elias Sevelin, Jonathan Persson, Max Söderman,
Niklas Wingren, Robin Weisenbilder, Johannes Jansson (handledare)*

Teori

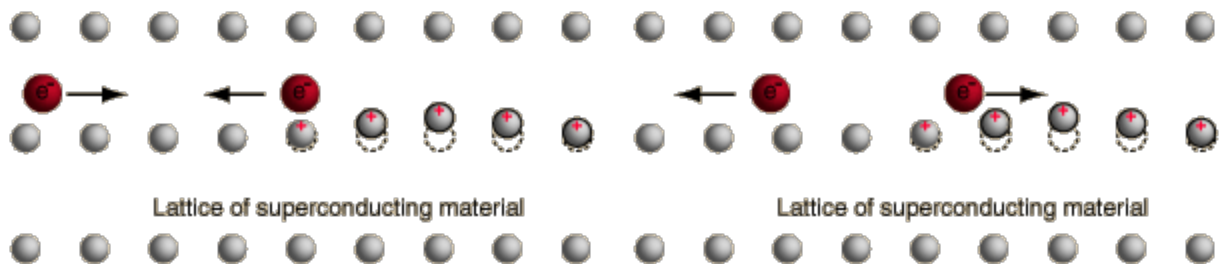
Historia

Fenomenet supraledning upptäcktes 1911 av Heike Kamerlingh-Onnes hos Kvikksilver vid temperaturen 4 K. 1933 upptäckte Meissner och Ochsenfeld Meissner effekten, det vill säga att magnetfält trängs ut ur supraledare. 1987 upptäcktes för första gången en kemisk förening som blir supraledande vid temperaturer över 77 K vilket är kokpunkten för kväve. Möjligheten att använda flytande kväve till att kyla supraledare har drastiskt ökat antalet tillämpningar för dem, då det är relativt lätt att framställa och använda flytande kväve.[1]

Cooper-par

Teorin går ut på att en elektron som färdas genom ett gitter av positiva joner kommer att påverka dessa med en attraherande kraft som drar ihop dem och skapar en deformation. Detta attraherar en annan elektron med motsatt rörelseriktning och så kallat Cooper-par bildas.[2] Vid höga temperaturer kommer den termiska energin hos jonerna att bryta bindningen mellan elektronerna, som har en bindningsenergi av magnituden 10^{-3} eV, vilket är väldigt lågt. I och med att de inte kan få tillräckligt med energi för att byta tillstånd kommer de inte heller att kunna få någon som helst ny energi och därför kan strömmar i supraledare gå utan förluster.

De ledare som är bra ledare vid rumstemperatur är inte alltid de som är bra supraledare. De ledare vars gitter vibrerar med stor amplitud vid rumstemperatur kan lättare deformeras och bilda starka Cooper-par.[3]



Ett Cooper-par färdas genom ett gitter. [2]

Meissner-effekten

I en supraledare är förutom resistansen även det magnetiska flödet noll. Anledningen till detta är att när en ledare rör sig i ett magnetfält uppstår en ström som motverkar flödesförändringen, i vanliga fall dör strömmen ut på grund av resistansen i ledaren, men i en supraledare finns ingen resistans och därmed förblir strömmen. Ett resultat av detta är att supraledarens position låses relativt magnetens.[4]

Tillämpningar

Supraledare har redan i dag många användningsområden, framförallt används dem till att leda ström utan förluster. Till exempel används supraledare vid LHC för att tillåta stora strömmängder.[5] Supraledande elektromagnet kan bli väldigt starka och används redan idag till räls till höghastighets tåg.[6] Den stora revolutionen skulle dock vara om man fann ett ämne som är supraledande vid rumstemperatur, då ingen kylning i så fall skulle behövas.

Källor

1. T Lindqvist, Kryofysik Kosmos, 1988, Almqvist & Wiksell Periodical Co
2. Georgia State University, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/coop.html>
3. A Beiser, Concepts of Modern Physics, 6th edition, 2003, s.381-383
4. M Kelly, <http://www.marts100.com/meissner.htm>
5. <http://press.web.cern.ch/press-releases/2006/11/last-lhc-superconducting-main-magnet-comp-letes-suite-cern>
6. Superconductors, <http://www.superconductors.org/uses.htm>

Försök

Supraledare försök 2013-09-26

Material: Supraledare YBCO, Flytande kväve, Neodymium magneter, Frigolit, papper.

Alla försök inleddes med kylning av supraledaren med hjälp av flytande kväve. Frigolit användes som grund där material fästes. Supraledaren kyldes i en grop i frigoliten.

1. Supraledaren fästes i frigoliten och en magnet släpptes mot den.
2. En magnet fästes i frigoliten och supraledaren släpptes mot den.
3. Fyra magneter fästes i frigoliten och supraledaren släpptes mot dem.
4. Samma magneter som i 4. Supraledaren lades i en låda av papper där flytande kväve kunde hållas i för att hålla temperaturen bättre. Lådan släpptes sedan ovanför magneterna.
5. Samma magneter som i 4. En pappersbit virades runt supraledaren och tejpades ihop till en cylinder. Supraledaren tejpades fast i denna som sedan släpptes ovanför magneterna. Med hjälp av en pappersträtt kunde flytande kväve fyllas på under tiden.
6. Magneterna fästes i en frigolitbit med handtag. Mangetsidan av handtaget trycktes mot en papperslåda med supraledaren i och handtaget kunde sedan roteras.
7. Samma som i 4 fast med en mindre låda.

Resultat:

1. Magneten repellerades och studsade bort från supraledaren.
2. Supraledaren repellerades och ramlade ned vid sidan av magneten.
3. Supraledaren svävade stabilt ovanför magneterna en kort period.
4. Lådan svävade ovanför magneterna en längre period än i 3. Lådan var instabil så flytande kväve rann till ena sidan av lådan och lådan svävade obalanserat.
5. Cylindern svävade ovanför magneterna en längre period än i 3. Cylindern svävade stabilt.
6. Lådan kunde sväva stabilt under handtaget. I vissa fall följde lådan handtagets rotationsrörelse.
7. Lådan svävade stabilt ovanför magneterna. En tid från det att supraledaren togs upp ur kvävet till att den slutade sväva var i storleksordningen 60 s.

Våra uppgifter inom projektet.

När vi har laborerat har samtliga gruppmedlemmar var närvarande och aktiva. Vi har däremot delat upp arbetet med rapporten och presentationen mellan oss på följande vis.

Elias och Björn har skrivit teoridelen av rapporten.

Max, Niklas och Alexander har dokumenterat våra laborationer.

Robin och Jonathan har gjort Power Point-dokumentet till presentationen.

Emissionsspektrum

Inledning

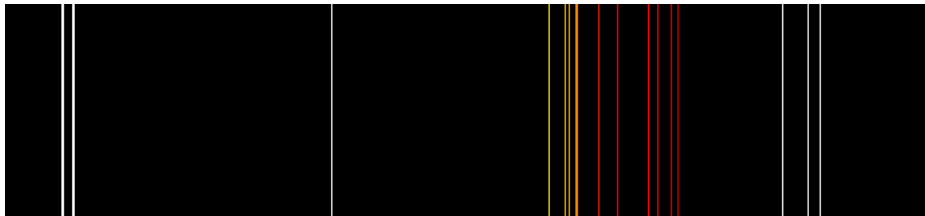
Denna rapport beskriver det inledande projektet i kursen Kvantfysikaliska koncept. Projektet gick ut på att sända ström genom några vanliga gaser och sedan studera deras emissionsspektrum. Rapporten innehåller en beskrivning av experimentet, en förklaring av fenomenet, exempel på tillämpningar samt dokumentation om projektets arbetsgång. Syftet med projektet var att få en ökad erfarenhet av grupparbete och träna på att arbeta med ett fysikaliskt tankesätt samt få en djupare förståelse för emission och dess tillämpningar.

Materiel

Materiel som användes i experimentet: Fyra spektrallampor med neon, syre, kväve och argon. Ett flertal spektrumglasögon.

Experimentet – genomförande

Spektrallamporna ansluts till en strömkälla och på grund av strömmen börjar de lysa med olika färger. Neon lyser med orange färg, argon med lila, kväve med ljuslila färg och syre lyser med en vitlila nyans. När glasögonen sätts på, ser det ut som att ljuset delas upp i olika färger som inte alls liknar färgerna som var synliga utan glasögon. Vad som egentligen syns är de olika gasernas emissionsspektrum. Ett av dessa visas nedan.



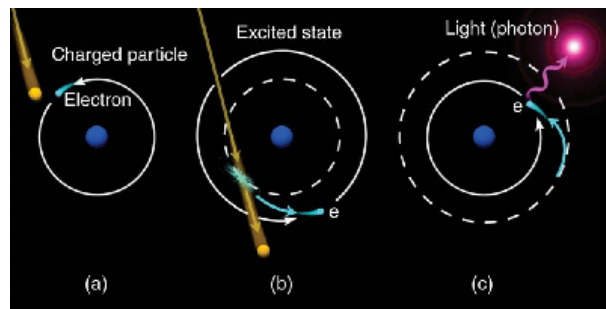
Emissionsspektrum för neon. Källa: se källförteckning.

Förklaring till experimentet

Att gaserna börjar lysa när lamporna kopplas till en strömkälla beror på att elektronerna i strömmen exciterar elektronerna i gasernas atomer. Detta innebär att elektronerna hoppar till en högre energinivå. Varje atom har ett visst antal energinivåer och mellan varje nivå finns en bestämd energiskillnad. Detta innebär att en elektron endast exciteras om man tillför just den specifika energimängden som ett hopp motsvarar. De exciterade elektronerna strävar efter att falla tillbaka till sin naturliga nivå så snabbt som möjligt, där de är stabilare. När detta sker sänder elektronen ut en foton, vilket bilden nedan symboliserar. Fotonens energi motsvarar skillnaden mellan nivåerna och på så sätt motsvarar varje övergång en speciell frekvens som i sin tur motsvarar en specifik färg. Eftersom alla grundämnen är olika och har olika energinivåer resulterar detta i att specifika färger sänds ut när ämnets elektroner har exciterats. Därför har varje ämne ett eget emissionsspektrum, bestående av ämnets speciella frekvenser. Elektronerna kan exciteras på flera olika

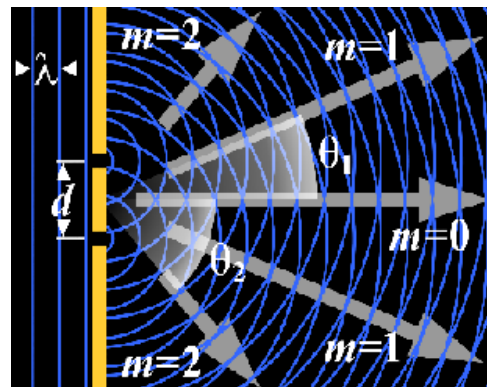
sätt, till exempel med hjälp av värme, elektricitet eller av fotoner. Resultatet blir detsamma, att atomerna sänder ut ljus med specifika våglängder.

Ett begrepp som går hand i hand med emission är absorption, vilket enkelt förklarar är emissionens motsats. Med ett absorptionsspektrum menas det spektrum som uppstår när vitt ljus, som innehåller alla färger, har passerat en gas. Om man exempelvis belyser vätegas med vitt ljus blir resultatet på andra sidan ett nästan kontinuerligt spektrum med undantag för de fyra synliga spektrallinjerna som väteatomen ger upphov till. Detta beror på att när det vita ljusets fotoner exciterar väteatomernas elektroner kommer dessa sedan emittera fyra specifika frekvenser som motsvarar skillnaderna mellan energinivåerna. Detta ljus sprids åt alla håll och försvagas i det annars riktade ljuset. Detta gör att de specifika våglängderna blir försvagade och syns som svarta streck i det så kallade absorptionsspektrumet. De svarta strecken motsvarar linjerna i väteets emissionsspektrum eftersom dessa representerar samma energimängd och färg.



Bilden visar hur en laddad partikel exciterar en atom och hur atomen senare emitterar en foton som motsvarar energiskillnaden mellan de två tillstånden. Källa: se källförteckning.

För att göra emissions- och absorptionspektra synliga måste ljuset brytas. Det finns olika sätt att bryta ljuset, till exempel kan man använda ett gitter, ett prisma eller som i detta experiment ett par spektrumglasögon. I spektrumglasögonen sitter ett optiskt gitter som består av väldigt många spalter tätt intill varandra. När ljuset träffar glasögonens gitter böjs det därför av efter spalterna. Eftersom färgerna har olika våglängd bryts de olika mycket. Om vi generellt betraktar ljus som faller på två spalter kommer det att bildas ett speciellt interferensmönster. Spalterna fungerar som två koherenta ljuskällor som skapar ett interferensmönster med konstruktiv och destruktiv interferens. Detta resulterar i punkter med ljusmaximum och ljusminimum. Symmetrilinjen som går från gittret till skärmen kallas nollte ordningens ljusmaximum och de linjerna på vardera sida kallas första ordningens ljusmaximum. Detta visas på bilden till höger. Desto tätare spalterna står varandra desto vidare blir diffraktionsvinkeln.



Bilden visar hur ljusvågorna bryts i spektrumglasögonen. Källa: se källförteckning.

Tillämpningar

Eftersom varje gas har ett specifikt emissionsspektrum kan detta ses som ett unikt fingeravtryck för varje gas och detta gör kunskaperna om emission väldigt betydelsefulla. Grundämnenas unika egenskaper gör bland annat att man kan studera ljus från en galax miljarder ljusår bort och på så sätt ta reda på vilka grundämnen som förekommer där. Det går även att se vilka grundämnen ljuset har passerat på sin väg till jorden. Emissionens upptäckt har också bidragit till en bättre förståelse av universum och dess uppbyggnad. Den har visat att de fysiska lagar som gäller på jorden även gäller i resten av universum, vilket är en väldigt betydelsefull upptäckt som gör utforskningen av universum lättare.

Dokumentation av projektet och arbetsuppdelning

Läsvecka 0 - Gruppen träffades första gången under en kick-off och diskuterade idéer om vad projektet skulle avhandla samt bestämde att gruppmedlemmarna skulle komma med fler förslag till nästa möte.

Läsvecka 1 - De tre bästa förslagen togs fram och gruppen delades in i mindre grupper för att undersöka hur genomförbara idéerna var. Senare i veckan beslutades det att projektet skulle handla om plasma. Men på grund av materielbrist valdes slutligen andrahandsvalet: emission och diffraktion.

Läsvecka 2 - Ansvarsområden delades ut till gruppmedlemmarna:

Praktiskt genomförande: Anton Petersson och Jonas Christensen Strömgren

Teoretisk förklaring: Nils Vreman och David Wessman

Rapporten: Linda Sjöbom och Louise Sjöholm

Presentationens utformning: Sofiane Tekfi

När veckan var slut hade de mindre grupperna gjort en planering inom sitt ansvarsområde och de ansvariga för att förklara fysiken bakom experimentet hade börjat sammanställa ett kompendium att dela ut till resten av gruppen.

Läsvecka 3 - De materielansvariga skickade en förfrågan om vilken materiel som fanns tillgänglig och kompendiet med teorin bakom experimentet delades ut till gruppen. Beslut togs om att utföra laborationen den kommande veckan.

Läsvecka 4 - Gruppen fick besked om att huvuddelen av materielen fanns tillgänglig, men det saknades ett gitter vilket gjorde att laborationen inte kunde genomföras i sin helhet. De olika spektrallamporna och experimentets uppställning testades.

Läsvecka 5 - Gruppen fick tillgång till en laborationssal med ytterligare materiel, bland annat med gitter. Experimentet misslyckades dock eftersom lampornas ljus spreds för mycket och med den materiel som fanns tillgänglig lyckades vi inte fokusera ljuset tillräckligt för att observera gittrets diffraktion. Experimentet gjordes om med spektrumglasögon och då observerades emissionsspektrumet. Gruppen började ordna fler spektrumglasögon för att använda på redovisningen. Rapporten

skrevs av rapportansvariga, korrekturlästes av hela gruppen och lämnades in för godkännande.

Läsvecka 6 - Gruppen fick tillbaka rapporten med feedback och några ändringar gjordes innan den slutligen lämnades in på onsdagen. Ansvarig för redovisningen förberedde den muntliga framställningen. I slutet av veckan kommer redovisningen visas upp för att bli godkänd.

Läsvecka 7 - Redovisning för klasskamrater.

Källförteckning

Tryckta källor

Kvist, Nilson, Pålsgård. 2005. Kap 2.3. *Ergo Fysik - Naturvetenskap och teknik kurs B*. 2. uppl.

Elektroniska källor

Nationalencyklopedin på nätet
<http://www.ne.se/lang/diffraktion>

Bildförteckning

Bild sidan 1 *Emissionsspektrum för neon* [hämtad 2013-10-08]
http://tenold2.files.wordpress.com/2012/10/neon_emission.png

Bilder sidan 2 [hämtade 2013-10-08]

Excitation och emission

http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter2/graphics/particle_atom.jpg

Diffraktion i spektrumglasögonen

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/Two-Slit_Diffraction.png

Kvantfysikaliska koncept
2013-10-09

Magnus Wallgren
Martin Sundeqvist
Jakob Warlin
Mattias Cerdic
Johan Wittgren
Adrian Roth
Mathilda Thudin
Lisa Wikman

Gasers expansion

Alkohol, eld och höga smällar

Handledare:
Bella Gleisner

Rapport för projekt i fysik

Vårt projekt gick ut på att visa hur en gas som värms upp expanderar enligt den ideala gaslagen. En princip som används bland annat i raketmotorer och kanoner. För att visa på tillämpningar har vi även byggt modeller av dessa.

Tillämpningar

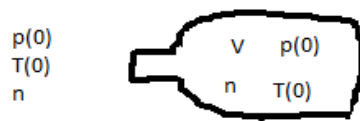
Raketmotorer har många användningsområden, till exempel rymdfärjor och missiler. (Keith, Edward L) Några av fördelarna är att de kan användas i vakuum och de kan ge hög acceleration. Det kan jämföras med farkosten i vår demonstration med skillnaden att raketmotorer är betydligt större och har ett bättre tillflöde av syre för att förbränningen ska kunna ske kontinuerligt.

Förklara fenomenet

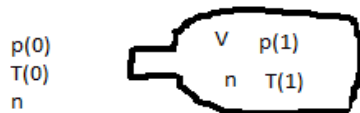
I bilden nedan illustrerar vi teorin som våra experiment bygger på.

p = tryck
 V = volym
 n = substansmängd
 R = gaskonstant
 T = temperatur

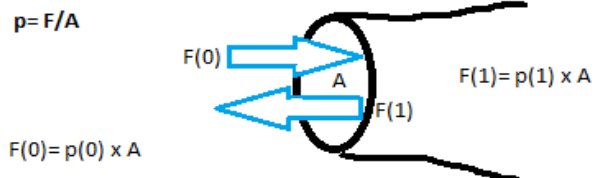
$$pV=nRT$$



Förutsättningarna vid start



Nästa skede



Vad händer?



Den resulterande kraften

Den ideala gaslagen säger att när temperaturen (T) hos en gas ökar, samtidigt som gasens substansmängd (n) och volym (V) är konstant (till exempel om gasen befinner sig i en behållare), kommer trycket (p) att öka (källa: Gunnar Ohlén)). Gasen att eftersträva en tryckmässig utjämning relativt atmosfärstrycket och eftersom behållaren endast har en öppning, kommer gasen använda denna öppning för att nå den eftersträvade utjämningen. Det här förloppet genererar en kraft ut från behållaren och enligt Newtons tredje lag kommer en lika stor kraft att påverka behållaren i motsatt riktning. Det är på detta sätt som vår flaskraketen rör sig framåt.

Vattentanken fungerar på samma sätt men den rör sig inte eftersom kraften på behållaren är riktad neråt på bordet som den står på. Denna modell är istället till för att visa hur det ser ut inuti en raketmotor när gasen antänds.

Kanonen har lite annorlunda funktion. Precis som i de två andra modellerna så kommer trycket att öka kraftigt när gasen tänds. Detta tryck skapar en kraft på bollen som är så pass stor att bollen pressas ut ur kanonen och flyger iväg.

Vad vi har gjort

Arbetet började med att försöka komma på idéer för projektet. Vi tittade bland annat på Internet och letade inspiration i böcker på biblioteket. Efter det så satte vi oss för att jämföra de förslag som vi hittat. Förslaget som vi tillslut fastnade för var gasers expansion, alltså principen bakom bland annat raketmotorer. Vi bestämde oss för att visa upp det här fenomenet genom att bygga en egen modell av en raketmotor som skulle kunna användas som demonstration. Till det här införskaffades en 18,6 liters vattendunk.

Vi kom senare på andra sätt att visa fenomenet, till exempel genom att bygga en kanon som skulle kunna skjuta iväg en boll genom samma princip som motorn och delvis genom att göra en bana som en liten flaskraketen skulle kunna åka på. Kanonen skapades genom ett ihåligt rör som täpptes till på ena sidan, och en studsboll med en diameter lite större än rörets inre diameter. Flaskraketen var gjord av en 1,5-2 litersflaska och banan bestod av ett bord med såpad plastfolie.

När kanonen, raketmotorn och banan var färdigbyggda testade vi alla. För att göra detta hällde vi i ungefär 1 ml metanol per liter flaskvolym och skakade tills att metanolen hade förångats. Sen tände vi på. Mängden metanol var viktig eftersom det annars blev flytande metanol kvar i flaskan/röret och den kunde antändas och hamna utanför flaskan.

Hur vi har gjort?

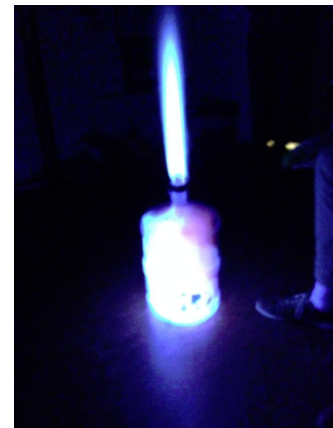
Som sagt har vi tre olika modeller för fenomenet och alla dessa drivs av metanol som införskaffades i en butik i Malmö. Vattendunken fick vi genom kontakter. Det projektet var lätt att genomföra då allt som krävdes var en brandsäker vattendunk och metanolen.

I fallet med kanonen tog vi hjälp av Marcel som borrade ett hål i ett långt plaströr och sedan täppte till ena änden med lim och en platta. Sedan testade vi med de bollar som vi köpt in för experimentet och kom fram till att studsbollen var bäst för ändamålet.

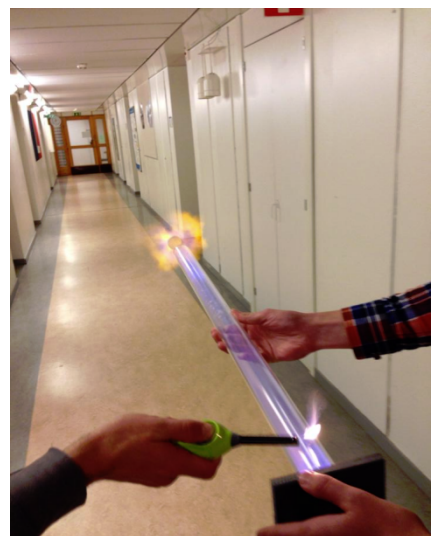
Den farkost som vi skulle driva krävde lite mera tankearbete innan vi fick den att fungera bra. Vi funderade och diskuterade dels vilken sorts behållare vi skulle ha för metanolen, dels hur vi skulle minska friktionen mellan farkosten och underlaget. Efter att ha gått igenom flera förslag, däribland en linbana och ett hjulsystem med en bana att rulla på, kom vi fram till att den bästa lösningen vore att göra banan till en friktionsfri yta. För att åstadkomma detta använde vi såpa som friktionsminskande element (experimentet utfördes på ett bord). För att förenkla städningen så plastade vi in bordet i plastfolie innan vi såpade in det

Resultat

Vattendunken: Experimentet lyckades väldigt väl. Det lyckades visa hur det ser ut inuti raketer och kanoner när man använder dem och dessutom kunde man se hur den förångade metanolen expanderade och trycktes ut ur flaskan när den antändes.



Kanonen: Vi lyckades med att avfyras kanonen och skjuta iväg bollen precis som det var tänkt. Det som blev ett problem var dock att bollen, som var ganska tung för sin storlek, inte lyckades flyga så långt som vi hade hoppats, utan endast cirka fyra meter. Däremot lyckades bollen studsa/rulla väldigt långt, över 30 meter!



Flaskraketen: Den första gången vi avfytrade en flaskrakete åkte den endast en meter. Vi kom fram till att detta berodde på den höga friktion som fanns mellan flaskan och de stenplattor som den låg på (utomhus). När vi sedan bytte underlag till plastfolie som täckts med såpa gick det hela mycket bättre. Vi lyckades få flaskan att åka genom hela rummet för att tillslut slå i väggen på andra sidan.



Vem som gjort vad

Det mesta arbetet har skett på gemensam tid. Vi har haft möten 1-2 gånger per vecka, uppdelning av arbete har mest handlat om att köpa/hitta olika material till modellerna. Efter att gruppen bestämt sig för vilka modeller vi ville göra delade vi upp gruppen på att förbereda dessa.

Uppdelningen såg ut så här:

Vattendunk: Mathilda, Lisa

Flaskrakete: Jakob, Magnus, Martin, Johan

Kanon: Mattias, Adrian

Några av projekten tog kortare tid att ordna, och när ett projekt blev klart övergick gruppmedlemmarna till att hjälpa till med de andra projekten. Mest arbete krävdes för "Farkost på bana", där vi fick pröva olika behållare och diskutera friktionsuteslutande metoder. Samtliga personer har varit med och skrivit den här rapporten samt förberett redovisningen.

Referenser

Keith, Edward L, 2004, *Fundamentals of Rockets and Missiles*

<http://www.atcourses.com/sampler/fundamentalsofrockets&missiles.pdf> (Hämtad 2013-10-07)

Ohlén, Gunnar *Statistisk Termodynamik*, 2013