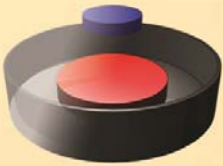
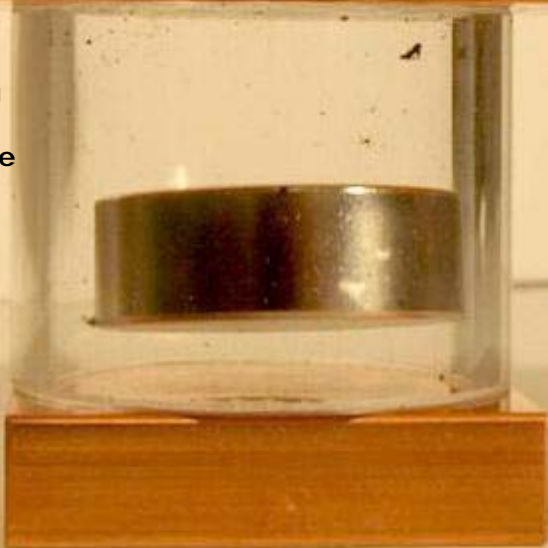


Lærerveiledning MOSEM



“Minds-on”-eksperimenter i Elektrisitet og Magnetisme

Leonardo-prosjekt
for etterutdanning
av fysikklærere i
videregående skole



**Simplicatus Research and Development AS/
Vitensenteret i Trondheim 2011**

*“Minds-on” eksperimenter i
Elektrisitet og Magnetisme*

ISBN 978-82-8130-057-6

Bidragstyttere til den norske utgaven er:

Nils Kr. Rossing

Vegard Stornes Farstad

Henvelndelser om dette heftet kan rettes til:

Nils Kr. Rossing (nils.rossing@viten.ntnu.no)

Vitensenteret, Postb. 117, 7400 Tr.heim

Vegard Stornes Farstad (vegard.farstad@simplicatus.no)

Simplicatus AS, Postb. 27, 2006 Løvenstad

Bilder, omslag og layout: *Nils Kr. Rossing*

Bilder av utstyr: *Vegard Stornes Farstad*

Bildene på baksiden er tatt av: *Frederic Bouquet*

Trykk: *NTNU-trykk, NTNU*

Utgave 1.0 - Rev. 10.1 - 24.04.11

“MINDS-ON”-EKSPERIMENTER I ELEKTRISITET OG MAGNETISME

Innhold

Innhold	5
Forord til den norske versjonen	11
Innledning	17
Produkter	21
Innledende pedagogiske betraktninger	25
Utstyr i “Low-Tech” settet	39
Montering av eksperimentbord	49
Sikkerhet med sterke magneter	51
1 Ledningsevne	53
1.1 Ledningsevnen til fastestoffer, væsker og gasser	53
1.1.1 Ledningsevnen hos metaller.....	53
1.1.5 Modell på mikronivå av ledningsevnen i faste stoffer.....	56
2 Elektromagnetisk induksjon	59
2.1 Bevegelig leder	59
2.2 Bevegelig magnet	59
2.2.1 Spoler og bevegelige magneter	59
2.2.2 Mekanisk oscillerende magnet i en spole	62
2.2.3 Fallende magnet gjennom spole.....	65
2.3 Virvelstrømmer	68
2.3.1 Treg pendel	68
2.3.2 Magnetbrems.....	69
2.3.3 Magnetisk slalom	71
2.3.4 Magnet som glir på et elektrisk ledende skråplan.....	72
2.3.5 Magnet som faller gjennom kobberør.....	73
2.3.6 Stabel av fem magneter som faller gjennom kobberør	75
2.3.7 Magneter som faller gjennom rør av ulike materialer.....	77
2.3.8 Magnet som faller på en kobber eller aluminiumsbarre	78
2.3.9 Kaotisk pendel.....	79

2.5	Anvendelser	80
2.5.2	Generator	80
2.5.3	Transformator	82
3	Magnetisme	85
3.1	Magnetiske poler	85
3.1.1	Utforsk magnetiske felt og feltlinjer.....	85
3.1.2	Magnetiske kuler og staver.....	86
3.1.5	Roterende magneter.....	88
3.1.6	Finn den magnetiske polen.....	90
3.2	Magnetiske materialer	92
3.2.1	Visualisering av magnetiske felt ved hjelp av jernfilspen.....	92
3.2.2	Utforsk magnetisk kraft med blyminer.....	96
3.2.3	Svevning med pyrolytisk grafitt	98
3.2.4	Magnetisk karusell (H ₂ O - CuSO ₄).....	100
3.2.5	Svevende magnet mellom kobberskinner.....	102
3.2.7	Magnetisk skjerming	103
3.2.8	Svevende magnetstav	104
3.3	Permanente magneter	106
3.3.1	Magnetisk hund	106
3.3.3	Binders som henger fra en magnet	108
3.3.4	Magneter som flyter på vannet	109
3.3.5	Måling av tiltrekningskrefter mellom magneter.....	110
3.3.6	Mål magneters frastøtene kraft ved hjelp av gravitasjon.....	112
3.3.7	“Skihopp” i magnetfelt	115
3.3.8	Stabel av fire ringmagneter på en trepinne.....	117
3.3.9	Seks magnetiske staver stablet i et rør.....	118
3.3.10	Utforsk magnetiske felt med kuler og kompass	119
3.3.11	Vekselvirkningen mellom to magneter	120
3.3.12	Gauss-kanon	121
3.3.13	Utskytning av magneter.....	122
3.4	Jordmagnetisme	124

3.4.1	Den vrage magneten.....	124
3.4.5	Rullende magnetisk kule.....	125
3.4.6	Magnet som kompass.....	127
3.4.7	Strømførende leder påvirkes av jordmagnetfeltet.....	128
3.5	Elektrisk strøm og magnetfelt	129
3.5.1	Hans Christian Ørsteds eksperiment, vertikal variant.....	129
3.5.2	Hans Christian Ørsteds eksperiment, horisontal variant.....	131
3.5.3	Magnetisk kraft mellom parallelle ledninger	134
3.5.4	Magnetfeltet i og rundt en spole	137
3.5.5	Frastøtende krefter mellom en strømførende spole og en magnet.....	140
3.5.6	Vekselvirkningen mellom ulike spoler og magneter	142
3.5.7	Magnetfeltet i en spole med jernkjerne – elektromagnet.....	145
3.5.8	Tiltrekning og frastøtning av to spoler.....	147
3.5.9	Feltet i Helmholtz-spoler.....	149
3.5.10	Elektromagnetisk huske.....	152
3.6	Lorentz-kraften	154
3.6.1	Pohls eksperiment	154
3.6.2	Roterende spole mellom magneter.....	158
3.6.3	Bindersmotor.....	161
3.6.4	Homopolar motor med roterende ledning.....	162
3.6.5	Homopolar motor med roterende magnet	164
3.6.6	Generator brukt som motor.....	167
3.6.8	Faradays første motor.....	169
3.6.9	Magnetisk “vogn”	173
3.7	Magnetisering	175
3.7.4	Magnetisering og avmagnetisering	175
4	Oppgaveark	179
4.1	Oversikt over problemløsningsoppgaver	179
4.1.1	Den vrage magneten (3.4.1).....	181
4.1.2	Gauss-kanon (3.3.12).....	182
4.1.3	Frastøtende krefter mellom magneter (3.3.6).....	183

4.1.4	Levitasjon (svevning) (3.2.3)	184
4.1.5	Magnetisk slalom (2.3.3)	185
4.1.6	Langsomt fall (2.3.7)	186
4.1.7	Magneter som faller gjennom spole (2.2.3)	187
4.1.8	Ørsteds eksperiment (3.5.1)	188
4.1.9	Pohls eksperiment (3.6.1)	189
4.1.10	Faradays første motor (3.6.8)	190
4.1.11	Homopolar motor I (3.6.4)	191
4.1.12	Homopolar motor II (3.6.5)	192
4.1.13	Motor (3.6.6)	193
4.1.14	Magnetisk kraft mellom elektriske ledere (3.5.3)	194
4.1.15	Krefter mellom magnet og spole (3.5.6)	195
4.1.16	Krefter mellom to strømførende spoler (3.5.8)	196
4.1.17	Felter rundt stavmagneter (3.1.1)	197
4.1.18	Felter rundt spoler (3.5.4)	198
4.1.19	Magnetisk "vogn" (3.6.9)	199
4.1.20	Den merkelige bevegelsen (3.4.7)	200
4.2	Forslag til intro - problemløsningsoppgaver	201
4.3	Oversikt over konkurranseoppgaver	202
4.3.1	Hvor mange binders? (3.3.3)	203
4.3.2	Hvor langt klarer du å skyte med magnetkanonen? (3.3.13)	204
5	Ressurser	205
5.1	Referanser	205
5.2	Bøker	205
5.3	Vitenskapelige artikler	206
5.4	Nettlenker	207
Appendiks A	Spørreundersøkelser	209
A.1	Elevundersøkelse	209
A.2	Intervjuguide for lærere som har brukt opplegget	211
A.3	Spørreskjema for MOSEM-lærerkurs	213
Appendiks B	Resultater	217

B.1	Byåsen videregående skole	217
B.2	Orkdal videregående skole	232
Appendiks C Spredning av prosjektresultater		240
Appendiks D Underlag for lærerkurs		242

Forord til den norske versjonen

Heftet var opprinnelig tenkt som en gjennomgang og en oppsummering av en tidlig versjon av lærerveiledningen “LTK Workbook”, en bruksanvisning for lærermateriell utarbeidet i forbindelse med *MOSEM Support Materials* (MOSEM - Minds-On experimental equipment kits in Superconductivity and ElectroMagnetism).

Dette heftet var i hovedsak ment for bruk i forbindelse med uttesting av utstyret ved videregående skoler i Trondheim. Det har imidlertid vært ytre ønske om at heftet skulle gjøres tilgjengelig også for andre norske brukere. Det er derfor gitt en mer offisiell form. De manglende underkapitlene skyldes at enkelte eksperimenter i den engelske utgaven ikke er tatt, samtlig som vi har valgt å beholde nummereringen i den engelske utgaven.

Heftet bygger derfor i stor grad på “LTK Workbook”, selv om mange avsnitt er skrevet om, flere eksperimenter er lagt til og så og si alle bilder og mange illustrasjoner er laget på nytt.

En takk til Anne Bruvold, Robert Kamben, Hallvar Figenschau (Tromsø), Elin Grønvik (Byåsen vgs, Trondheim) og Lars Arve Larsen (Orkdal vgs) som har bidratt til å teste ut utstyret i norsk skole.

Trondheim 24.04.11

Nils Kr. Rossing
Prosjektansvarlig ved
Vitensenteret i Trondheim

Vegard Stornes Farstad
Prosjektleder for MOSEM
Simplicatus Research and Development A/S

Lærerveiledningen

Forlegger

Simplicatus AS, Norway

Versjon

Utgave 1, første opplag (Rev 9.3)

Redaktører

Ewa Debowska,
Vegard Stornes Farstad
Tomasz Greczylo
Gren Ireson

Fotografier

Frederic Bouquet (inkl. bakside)
Andrzej Karbowski
Vegard Stornes Farstad
Wim Peeters
Gerhard Rath
Nils Kristian Rossing (inkl. forside)
Josef Trna

Illustrasjoner

Frederic Bouquet
Vegard Stornes Farstad
Tomasz Greczylo
Wim Peeters
Magnus Rudolfsen
Alberto Stefanel

Finansiering

MOSEM-projektet er finansiert med støtte fra Europakommisjonen, prosj.nr. LLP-LdV-TOI-2007-NO/165.009.

ISBN

978-82-8130-056-9

Nettsider

Resultater: mosem.eu
Videoer: youtube.mosem.eu
Animationer: online.supercomet.eu
Nettverk: forum.mosem.eu
Prosjektinfo.: supercomet.eu

Leder for arbeidspakken

Tomasz Greczylo

Forfattere

Assunta Bonnano
Frederic Bouquet
Ewa Dębowska
Vegard Stornes Farstad
Mario Gervasio
Tomasz Greczylo
Gren Ireson
Andrzej Karbowski
Grzegorz Karwasz
Leopold Mathelitsch
Harvey Mellar
Marisa Michellini
Nadezhda Nancheva
Wim Peeters
Gerhard Rath
Nils Kristian Rossing
Lorenzo Santi
Alberto Stefanel
Rossana Viola

Norsk utgave

Vegard Stornes Farstad
Nils Kr. Rossing

Ansvar

Utgivelsen gjengir kun synspunktene til forfatterne. Verken forfatterne, redaktørene, utgiveren eller Europakommisjonen kan holdes ansvarlig for bruk av informasjonen den inneholder.

Copyright

Copyright © 2010 Simplicatus AS
Distribusjon eller videresalg av hele eller deler av denne boken i elektronisk eller trykket versjon, via nett eller andre kanaler, uten avtale med utgiveren er ulovlig og straffbart.

Prosjektledelse

Leder for arbeidspakken

Vegard Stornes Farstad

Hovedbidragsytere

Aasrun Engstrøm
Morten Sandberg
Eva Charlton
Kristin Granberg Kristoffersen

High-Tech Eksperimentkoffert

Leder for arbeidspakken

Tomasz Greczyło

Hovedbidragsytere

Frederic Bouquet
Mario Gervasio
Gren Ireson
Marisa Michelini
Lorenzo Santi

Evaluering

Leder for arbeidspakken

Gren Ireson

Hovedbidragsytere

Vegard Stornes Farstad
Harvey Mellar
Marisa Michelini
Wim Peeters
Gerhard Rath
Nils Kristian Rossing

Spredning

Leder for arbeidspakken

Wim Peeters

Hovedbidragsytere

Frederic Bouquet
Vegard Stornes Farstad
Tomasz Greczyło
Marisa Michelini

Lærerkurs

Leder for arbeidspakken

Wim Peeters

Hovedbidragsytere

Tomasz Greczyło
Leopold Mathelitsch
Marisa Michelini
Gerhard Rath
Rossana Viola

Low-Tech Eksperimentkoffert

Leder for arbeidspakken

Vegard Stornes Farstad

Hovedbidragsytere

Aasrun Engstrøm
Tomasz Greczyło
Andrzej Karbowski
Grzegorz Karwasz
Wim Peeters
Marisa Michelini
Alberto Stefanel
Rossana Viola

Videoer

Leder for arbeidspakken

Gerhard Rath

Hovedbidragsytere

Frederic Bouquet
Ladislav Dvorak
Vegard Stornes Farstad
Libor Konicek
Leopold Mathelitsch
Petr Novak
Wim Peeters
Gerhard Rath
Alberto Stefanel
Marta Svobodova
Josef Trna

Partnerorganisasjoner og deltakere

- P01 Simplicatus AS, Norge (Contractor/Coordinator)**
Vegard Stornes Farstad, Aasrun Engstrøm, Morten Sandberg, Georg Peterson, Kristin Granberg Kristoffersen, Eva Charlton, Nils Arne Trelsgård, Håvar Larsen
- P02 Karl-Franzens-Universität Graz, Østerrike**
Leopold Mathelitsch, Gerhard Rath, Stefan Giuliani, Bernhard Falle, Florian Kittler, Eveline Monschein, Josefa Latal, Heimo Latal
- P03 BRG Kepler, Østerrike**
Gerhard Rath, Stefanie Kerschenbauer
- P04 VZW DKO, DPB Antwerpen, Belgia**
Jan Baeten, Wim Peeters
- P05 Universitetet i Antwerpen, Belgia**
Wim Peeters, Nick Schryvers, Miriam De Splenter, S. Van Deun, William Deblauwe
- P06 Sint-Gabriëlcollege Boechout, Belgia**
Marleen Bastiaenssen, Marika Van Osselaer
- P07 Pedagogická fakulta Masaryk University, Brno, Tsjekkia**
Josef Trna, Eva Trnova, Petr Novak, Gabriela Hlozkova, Ladislav Dvorak, Marta Svobodova
- P08 PONTOn VZW, Belgia**
Wim Peeters
- P09 University of Sciences and Technology of Lille, Frankrike**
Monique Vindevoghel, Jean-Marie Blondeau, Maxime Beaugeois, Marie Peterlongo
- P10 Université Paris-Sud 11, Frankrike**
Frederic Bouquet, Julien Bobroff, Gregory Maggion, Fatima Zouaoui, Sonia Miranda, Anne Frescaline, Brahim Kasmi
- P11 Università degli studi di Udine, DIFA e CIRD, Italia**
Marisa Michelini, Lorenzo Santi, Alberto Stefanel, Rossana Viola, Stefano Vercellati, Giovanni Michelutti, Giacomo Bozzo, Alberto Sabatini, Domelio Da Ru, Silvia Zuccharo, Emanuela Pividore
- P12 Liceo Scientifico Giovanni Marinelli di Udine, Italia**
Riccardo Sangoi, Cristina Moschetta, Giorgia Lauzzana, Riccardo Giannitrapani, Anna Maria Rossi, Luigi Lanzoni
- P13 Liceo Scientifico Torricelli, Italia**
Diego Gottardi, Gianpaolo Fedele, Lara Magnago, Luciano Giudilli
- P14 Utdanningsforbundet, Norge**
Jan Olav Bruvik
- P15 Vitensenteret i Trondheim, Norge**
Nils Kristian Rossing, Martin Kulhawczuk, Astrid Johansen, Elin Grønvik

- P16 Nordnorsk Vitensenter, Norge**
Anne Bruvold, Robert Kamben, Hallvard Figenschou
- P17 Trondheim Katedralskole, Norge**
Hilde Melvold, Jan Waagø, Helge Ræder
- P18 Lillestrøm Videregående Skole, Norge**
Tor Nakstad, Helge Bratland, Trond Ekern, Todd Nore
- P19 NITO, Norge**
Kim Sørensen
- P20 Tekna, Norge**
Iver Hille, Cathrine Roksvåg, Lene Nordrum, Terje Olav Moen, Kåre Rygg Johnsen
- P21 Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych, Polen**
Józefina Turło, Piotr Felski
- P22 Nicolaus Copernicus University, Polen**
Grzegorz Karwasz, Andrzej Karbowski, Grzegorz Osiniński, Krzysztof Służewski, Józefina Turło, Maciej Gęsicki, Marcin Dębski, Krzysztof Gołębiowski, Irena Wierzejska, Ewa Derkowska-Rybicka, Gabriela Żuchowska, Andrzej Hamerla, Józef Anuszkiewicz, Tadeusz Robaczewski
- P23 Uniwersytet i Wrocław, Polen**
Ewa Dębowska, Tomasz Greczyło, Piotr Wieczorek, Bożena Jarosz
- P24 Pomeranian Academy, Polen**
Tomasz Wróblewski, Anna Kamińska, Andrzej Krzysztofowicz, Teresa Pałgan
- P25 Centre for Permanent Centrum Education of Gdańsk, Polen**
Dariusz Różycki, Danuta Węsiorek, Maria Kusz
- P26 VIII Liceum Ogólnokształcące w Toruniu, Polen**
Elżbieta Dąbkowska, Janusz Kosicki, Urszula Przedpeńska
- P27 Soliton, Polen**
Krzysztof Karwasz, Maciej Mehring, Michał Szczeszak, Karolina Madej, Anita Mateusiak
- P28 Urząd Miasta Torunia, Polen**
Anna Kłobukowska, Elżbieta Fisz
- P29 Institute of Education, University of London, UK**
Harvey Mellar, Sarah Gelcich, Jenny Graham, Asia Ramzi
- P30 Nottingham Trent University, UK**
Gren Ireson

Innledning

Målsetningen til MOSEM-prosjektet har vært å styrke kompetansen til fysikklærere i Europa gjennom en læringsfilosofi hvor elevene ”kobler til hjernen”, og ikke bare bruker hendene når de utfører praktiske forsøk. Skoler, lærere og elever får tilgang til enkle undringsforsøk med tilhørende video, foto, animasjoner og illustrasjoner. En detaljert lærerveiledning med arbeidsark for elevene forklarer faglige og pedagogiske temaer. Vi ønsker å inspirere de som vil lære fysikk og å fremme likestilling i læreprosessen.

Virker det?

Materiellet vi har utviklet er prøvd ut i flere land med spørreskjemaer for elever og lærere. På bakgrunn av de innsamlede evalueringsdataene kan vi slå fast at elever og lærere som har vært med på utprøvingen av utstyret med tilhørende læringsopplegg har gitt meget positive tilbakemeldinger. Det er også oppmuntrende at både gutter og jenter er like positive.

Lærere både med og uten utdanning i fysikk har deltatt på lærerkursene våre, og begge grupper var godt fornøyde med kursinnholdet, materiellet og læringseffekten på egne elever.

Både elever og lærere som deltok i våre forsøk var i utgangspunktet over gjennomsnittlig motivert for å lære og arbeide med fysikk, men våre resultater viser at elever som vanligvis deltar lite i klasserommet var mye mer aktive under arbeid med vårt materiell. Disse elevene rapporterte også at de var veldig fornøyde med denne undervisningsformen.

En elev skrev at læring med disse forsøkene var ”interessant og utfordrende”. Dette er vår tilnærming med å ”koble til hjernen” i et nøtteskall – det er ikke nok å bruke hendene når elevene gjør forsøk – de må bruke hodet også.

Hva gjorde vi?

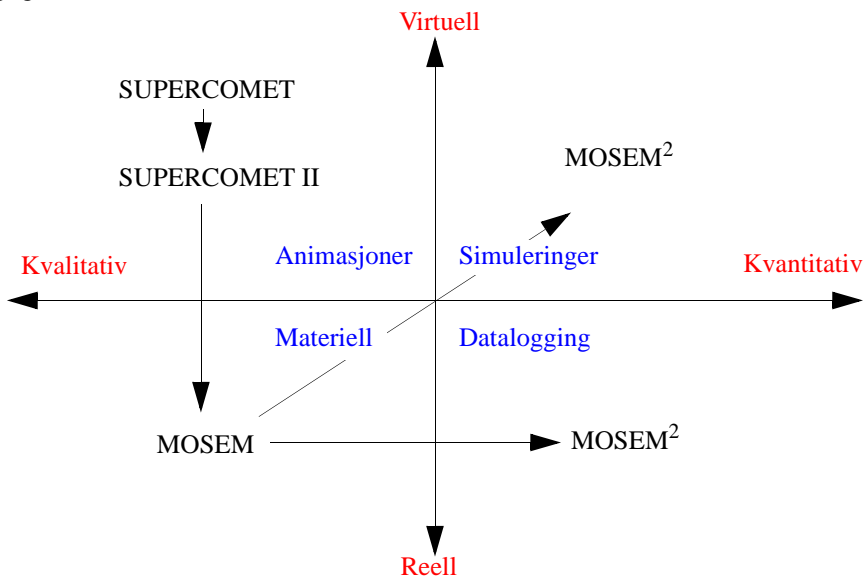
Vi utviklet og prøvde ut et lærerkurs som fremmer læring gjennom aktiv utforskning. Kurset viser hvordan læreren kan legge til rette for å lære grunnleggende konsepter snarere enn å pugge løsningsalgoritmer for ulike oppgaver. En samling tankevekkende undringsforsøk for utforskning av sentrale fenomener og prinsipper innenfor elektromagnetisme ble utviklet spesielt for dette formålet.

Lærere kan kombinere den fysiske læringsarenaen med diskusjoner, aktiviteter og eksperimenter, med den digitale arenaen med videoer og animasjoner på ulike måter for å oppnå ulike læringsmål. Aktivitetene er ment å øke nysgjerrigheten og motivere elevene til å undersøke fenomener som de oppdager.

De mest håndfaste resultatene av MOSEM-prosjektet er to sett med prototyper på eksperimentkofferter som inneholder utstyr for disse forsøkene. Utstyret er prøvd ut ved skoler og lærerutdanningsinstitusjoner som deltar i prosjektet. Vi har kalt den ene eksperimentkofferten for "High-tech". Denne inneholder superledere, og forsøkene krever tilgang til flytende nitrogen. Den andre kofferten inneholder utstyr og materialer for grunnleggende forsøk i elektromagnetiske, og vi har kalt denne "Low-tech". Styrte, men samtidig åpne forsøk lar elevene selv utforske fenomener med det tilgjengelige utstyret.

Lærerveiledningen og det andre elektroniske og trykte læremateriellet som hører til eksperimentkoffertene er utformet for å bedre læringsopplevelsen til elever rundt i Europa. Denne norske versjonen er tilpasset vår læreplan.

MOSEM-prosjektet bygger på SUPERCOMET 2 som utviklet de elektroniske læringsmodulene med animasjoner og unnfanget konseptet med undringsforsøk som kobler til hjernen. Tvillingprosjektet MOSEM², utvikler kvantitativt læremateriell (modellering, simuleringer og datalogging) som utfyller det konseptuelle materiellet fra SUPERCOMET 2 og MOSEM. Figuren under viser hvordan prosjektene har hatt ulikt faglig fokus.



Hvorfor gjorde vi det?

Mangel på dyktige fysikklærere i Europa bidrar til en ond sirkel hvor negative holdninger til fysikkfaget hindrer rekruttering av gode kandidater som kan snu trenden. Flere undersøkelser og konferanser de siste årene har stadfestet dette både på nasjonalt og europeisk nivå¹.

Prosjektet vil snu denne trenden ved å fremme livslang læring i fysikk og elevaktiv pedagogikk for lærere i videregående skole. Primærmålgruppen er lærerutdanningsinstitusjoner som vil gjennomføre etterutdanningskurs for naturfaglærere i videregående skole og undervisning av lærerstudenter. Den endelige målgruppen for prosjektet er selvsagt elevene, som vil oppleve mer motiverende og tankevekkende undervisning.

Hvem er vi?

Blant prosjektpartnerne finner vi ledende institusjoner innen lærerutdanning i Europa som har arbeidet sammen i flere tidligere prosjekter og er flittige bidragsytere ved internasjonale konferanser om fysikkutdanning. Nasjonale organisasjoner for lærere og ingeniører deltar som spredningspartnere, deriblant Utdanningsforbundet, NITO, Tekna og den polske foreningen for naturfaglærere, PSNPP. Simplicatus står for ytterligere videreutvikling og kommersialisering av produktene etter prosjektslutt, i samarbeid med prosjektpartnerne i hvert enkelt land.

Har du koblet til hjernen?

Etter tre års hardt arbeid er MOSEM-prosjektet nå ferdig. Det er nå moroa begynner! Vår motivasjon har vært å bruke utstyret og forsøkene til å spre filosofien om ”tilkoblet læring” i lærerutdanning og fysikkundervisning, og nå gleder vi oss til å se det i praksis. Men slike endringer skjer ikke av seg selv. Kjære leser, nå er det opp til deg!

1. Smithers, A. and Robinson, P. (2008). Physics in Schools IV: Supply and Retention of Teachers. Carmichael Press, Buckingham, UK

Produkter

MOSEM-prosjektet har utviklet flere typer materiell for å lære og å undervise i fysikk.

Læremateriell

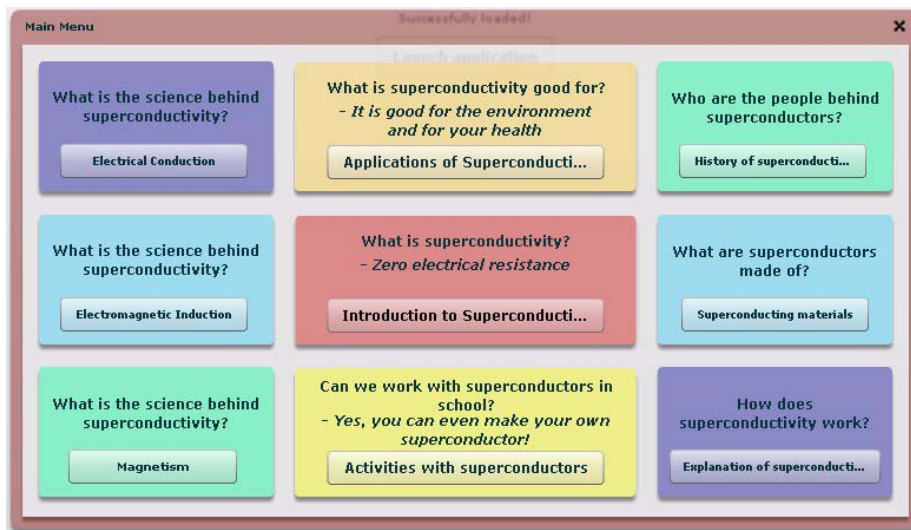
Eksperimentkofferter

Vi utviklet to eksperimentkofferter med utstyr, hhv. "High-tech" og "Low-tech". Begge inneholder en omfattende samling materialer og utstyr for ulike undringsforsøk. Per i dag er kun "Low-tech"-forsøkene beskrevet i den norske lærerveiledningen.

Læringsmoduler på nett

Prosjektene SUPERCOMET og SUPERCOMET 2 utviklet konseptuelle animasjoner på nett som viser forsøkene fra en annen side. Usynlige elektriske og magnetiske felter viser seg, elevene kan gjenta forsøkene mange ganger, i vanlig hastighet eller saktere. Man slipper å bruke tid på oppsett og andre praktiske problemer. Animasjonene bør ikke erstatte virkelige forsøk, men er nyttige for å repetere eller forberede seg. Adressen er online.supercomet.eu.

Nedenfor ser vi hovedmenyen for animasjonene. Tre av dem omhandler elektrisitet og magnetisme mens de seks andre dreier seg om superledning.



Videoer

Animasjonene støttes av videoer som viser forsøkene. Videoene kan hjelpe elevene med å huske og å repetere forsøkene, og de kan også brukes til forberedelser.

Elevene trenger imidlertid førstehånds erfaring med å utforske fenomenene for å få den beste læringseffekten – selv de beste videoer kan aldri erstatte virkelige forsøk. Flere av videoene er lagt ut på [youtube.mosem.eu](https://www.youtube.com/mosem).

Støttmateriell

Lærerkurset understøttes av et rammeverk for “tilkoblet læring” med eksperimentkofferter og annet læremateriell. Støttmaterialet utgjør og beskriver dette rammeverket.

Lærerveiledning

Den pedagogiske tankegangen knyttet til produktene som prosjektet har utviklet, beskrives i lærerveiledningen. Hovedinnholdet er detaljerte beskrivelser av de ulike forsøkene. I den norske utgaven har vi kun med forsøkene fra ”Low-tech”-kofferten, per i dag 56 eksperimenter. I tillegg inneholder veiledningen forslag til arbeidsmetoder for å bruke materialet i undervisningen, arbeidsark for elevene og resultater fra utprøvingen.

Lærerkurs

Elektroniske filer med presentasjoner, arbeidsark og andre dokumenter til hjelp for kursholdere inngår i resultatene. Det er lagt ned mye arbeid i å utvikle et godt og variert lærerkurs. Kursprogrammet dekker 4 sesjoner på en halv dag hver, to av dem er i hovedsak viet ”Low-tech” og to fokuserer på ”High-tech”.

Multimedia-database

Prosjektet satte opp en intern database med verktøyet Moodle for å dele bl.a. fotografier, videoer og eksperimentbeskrivelser til lærerveiledningen. Resultatene fra prosjektet er tilgjengelige i denne databasen, noe som sikrer at de ulike filene kan brukes senere til å utvide nåværende eller lage nytt støttmateriell.

Diskusjonsforum

Deltakerne på lærerkursene registrerer seg i prosjektets diskusjonsforum for å dele ideer og resultater på nett. Med et slikt nettbasert fellesskap kan lærere samarbeide om ”tilkoblet læring” med andre skoler på ulike steder i landet, og også med skoler i utlandet. Slik kommunikasjon og erfaringsoverføring mellom lærere er viktig for profesjonell utvikling, og bidrar til at man ikke stagnerer som inspirator for elevene.

MOSEM **BIMPLICATUS**

HOME HELP LOGIN REGISTER

Warning!

Only registered members are allowed to access this section.
Please login below or register an account with MOSEM Forum.

Login

Username:

Password:

Minutes to stay logged in:

Always stay logged in:

[Forgot your password?](#)

Det er lett å registrere seg i forumet (forum.mosem.eu) ved å følge instruksjonene og evt. ta Google til hjelp for å svare på noen kontrollspørsmål. Nye brukerkonti må godkjennes av en moderator, og deretter får man tilgang til både norske og internasjonale deler av forumet.

Lærere i inn- og utland bruker forumet både før, under og etter kursene, og oppfølging fra prosjektet sentralt vil også foregå på forumet. Alle deltakere er velkomne til å stille spørsmål og involvere seg i viderutvikling av oppleggene som presenteres i denne lærerveiledningen. Eksperimentell fysikk er et dynamisk fagfelt, ikke minst den pedagogiske varianten!

Søsterprosjektet MOSEM² utvikler nytt læremateriell innen modellering, simulering og datalogging, og dette blir presentert på forumet i løpet av 2010/2011.

Innledende pedagogiske betraktninger

Organisering av heftet

Aktivitetene i dette heftet er ordnet i tre hovedtema. I denne oversikten har vi valgt å dele det tredje temaet i to:

1. *Ledningsevne*

- Ledningsevne til fastestoffer, væsker og gasser
- Ledningsevne og temperatur

2. *Elektromagnetisk induksjon (Lenz' lov)*

- Fast magnet og bevegelig leder
- Fast leder og bevegelig magnet
- Virvelstrømmer
- Endring i flukstetthet
- Anvendelsesområder

3A. *Magnetisme*

- Magnetiske poler
- Magnetiske materialer
- Permanente magneter
- Jordmagnetisme

3B. *Elektrisk strøm og magnetisme*

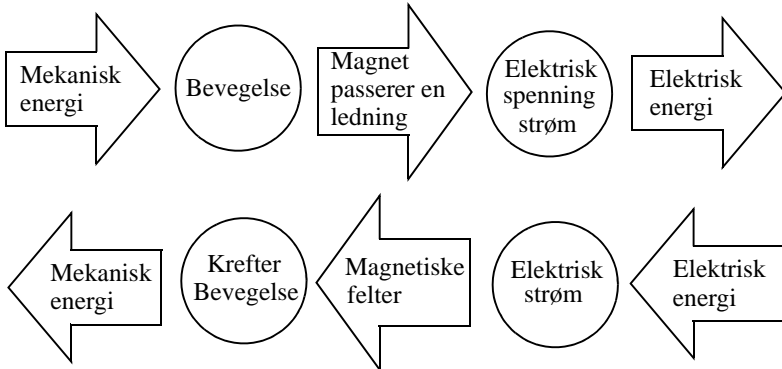
- Elektrisk strøm og magnetfelt
- Lorentz-kraften
- Magnetisme og temperatur

Beskrivelsen av hvert forsøk er delt inn i følgende deler:

- Hvilke ***læringsmål*** eksperimentet har til hensikt å oppfylle
- Kort omtale av nødvendig ***utstyr og laboratorieoppsett***
- ***Beskrivelse av aktiviteten***
- ***Spørsmål til ettertanke***
- ***Kommentarer*** som kan være praktiske tips til oppsett og gjennomføring av eksperimentet.

Symmetri er sentralt i all naturvitenskap og spesielt i fysikken. Maxwells ligninger uttrykker symmetrien hos elektromagnetismen. Når en magnet beveger seg forbi en ledning oppstår et elektrisk felt i ledningen som driver en elektrisk strøm i en sluttet krets. Strømmen oppstår enten det er magneten som er i bevegelse og ledningen er i ro,

eller ledningen beveger seg mens magneten er i ro. Det er den innbyrdes bevegelsen som skaper strømmen. Bevegelsen på sin side settes i gang av en kraft, systemet tilføres energi. *Vi har omdannet mekanisk energi til elektrisk energi slik det gjøres i generatoren.*



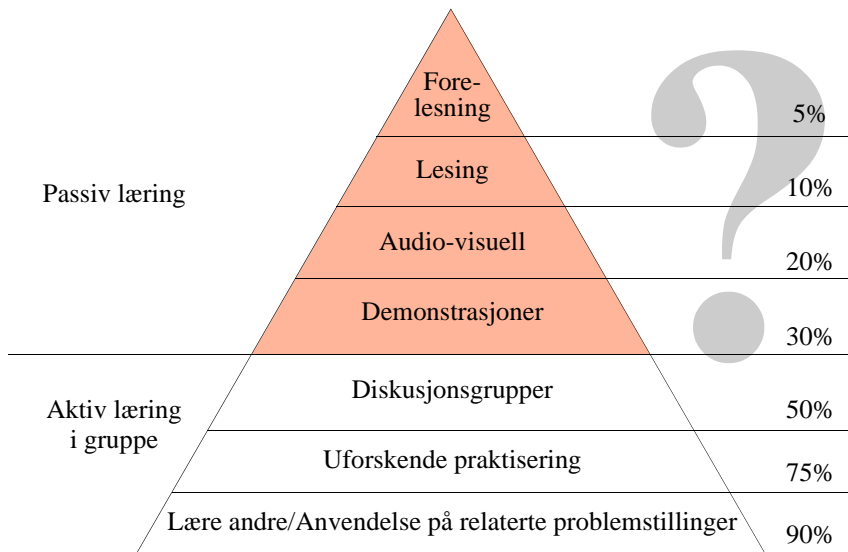
På den annen side vil vi, dersom vi tilfører elektrisk energi til en krets, sette opp spenning og strømmer i ledninger (spoler). Når disse magnetiske feltene vekselvirker med hverandre på en hensiktsmessig måte oppstår krefter som, om forholdene er lagt til rette for det, setter spolene i bevegelse. *Vi har omdannet elektrisk energi til mekanisk energi slik det gjøres i en motor.*

Når man setter sammen øvelser kan én mulig målsetting være å utdype denne symmetrien.

Et kritisk blikk på læringspyramiden

De fleste forestiller seg at noe av det minst effektive er kun å høre stoffet, mens diskusjon i grupper sammen med egen utforskende aktivitet er noe av det mest læringseffektive. Som lærer vet en også at noe av det mest lærerike er undervisning av andre. Det er når en skal møte spørsmål fra elever og studenter at ens egen forståelse blir satt på en meget hard prøve, slik at en ofte blir tvunget til å finne nye forklaringsmodeller og beskrivelser som møter elevenes behov.

Læringspyramider av ulike slag går igjen i svært mange sammenhenger både i norske og internasjonale tekster som omhandler læring.



Imidlertid er det svært vanskelig å finne forskningsmessig belegg som entydig underbygger en slik struktur og aller minst prosentsetningene som ofte er knyttet til de ulike trinnene, selv om fornuften umiddelbart vil nikke anerkjennende til pyramiden.

Sigbjørn Hernes og **Kåre Letrud** ved høyskolen i Lillehammer publiserte 2009 en undersøkelse hvor de forsøkte å dokumentere forskningen som lå bak de ulike variantene av Læringspyramiden og dens prosentsetninger. De kom fram til at den har sin opprinnelse fra to artikler publisert i henholdsvis 1946 av **Edgar Dale** "Audiovisual methods in teaching" og **Treichlers** artikkel fra 1967 "Are you missing the boat in training aids?".

Edgar Dales artikkel ...

... presenterer en pyramideformet modell kalt "Cone of experience" som et grovt verktøy for å vise forskjellige undervisningsmediers grader av abstraksjon. Dale advarer imidlertid mot å benytte modellen som et effektivitetsmål i henhold til læring ([4] side 31).

I Treichlers artikkel finner vi igjen prosentsetninger for læringsutbytte knyttet til å høre, å se, å framføre og å gjøre.

Artikkelen slår fast hvor mye man husker, hvor vidt man har lest, hørt, sett, sagt eller gjort det. Tabellen bygger på “studies that indicate what people generally remember”, men det oppgis ingen referanser til hvilke studier han har i tankene. Treichlers referansepunkt ser ut til å ligge nærmere konsulentbransjen enn pedagogikken, han oppgir Mobil Oil Cooperation som sin institusjonstilknytning, og han nevner gjentatte ganger ordene “business” og “selling”([4] side 31)

Senere er det sannsynlig at de to artiklene er forbundet med hverandre med *Læringspyramiden* som resultat. Hernes og Letrud konkluderer med:

Vi mener pyramidens overlevelsessevne kan forstås gjennom mangelfulle siteringsrutiner, og modellens plastisitet. Ofte oppgis ikke kilden, eller den oppgis feil eller med en utilstrekkelig referanse, slik at det er vanskelig å etterprøve modellen. Modellens forenkling tilnærming har gjort det mulig å tolke og justere læringspyramiden slik at den passer med en egne pedagogiske prosjekter og holdninger.

En skal derfor bruke den med forsiktighet.

Dette betyr imidlertid ikke at en variert undervisning som omfatter reflekterende elevaktiviteter ikke kan være læringseffektiv. Det antyder, som de fleste har erfart, at elevaktive læringsmetoder ikke er noen *automatisk* vei til en vellykket læringsprosess. Den må brukes med omtanke.

Det er det vi forsøker å legge tilrette for i dette prosjektet.

La oss også se hva FUN-undersøkelsen sier om den eksperimentelle delen av faget.

FUN-undersøkelsen – 2000 (FysikkUtdanningen i Norge)

I omtalen av prosjektet side 8 i [5] heter det:

FUN-undersøkelsen (FysikkUtdanningen i Norge) startet våren 2000 i regi av Skolelaboratoriet for fysikk ved Fysisk institutt, UiO, og Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, UiO. De overordnede målene for prosjektet var å bidra til at fysikkutdanningen ble bedre og at flere valgte fysikk, samt å komme med begrunnede anbefalinger om fysikkfagets form og innhold i skolen og i høyere utdanning.

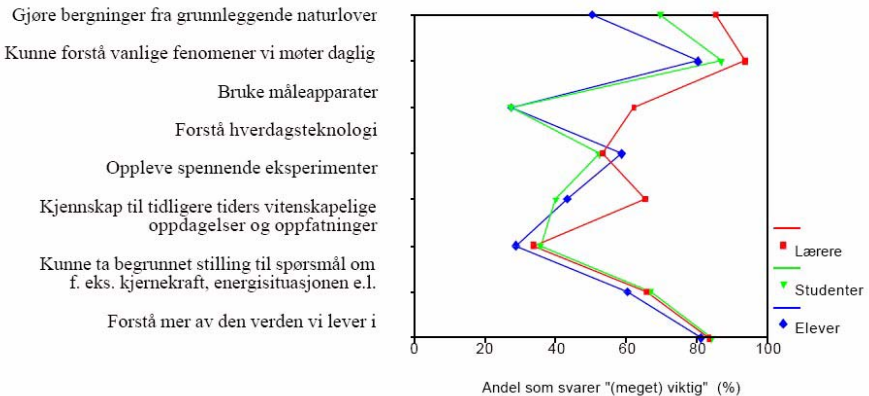
Spesielt ønsket man å belyse følgende spørsmål:

- *Hvilke faktorer påvirker elever og studenter til å velge (eller ikke velge) fysikk i videregående skole og høyere utdanning?*
- *Hvordan ser elever, lærere og studenter på fysikkfaget?*

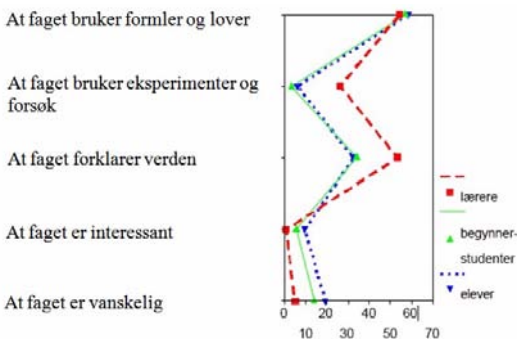
- *Hvordan opplver elever, lærere og studenter fysikkundervisningen?*

I denne forbindelse ble det gjort en omfattende spørreundersøkelse hvor 2779 elever i videregående skole, fysikklærere og studenter deltok.

Blant annet ble det stilt spørsmål om å vurdere hva som var *viktig i fysikkfaget*.



Fra diagrammet over ser vi at “å forstå vanlige fenomener i hverdagen” og “forstå mer av den verden vi lever i” skårer høyt hos alle tre grupper. Men vi ser også at over 50 % hos alle tre grupper svarer at å “opplve spennende eksperimenter” er viktig. Vi legger også merke til at det er et betydelig sprik mellom elever/studenter og lærere når det gjelder viktigheten av å lære å “bruke måleapparater”.



Når elevene spørres om hva de oppfatter som *karakteriserer faget* (figuren til venstre), ser vi at elevene ikke oppfatter faget særlig eksperimentelt, mens lærerne har en annen oppfatning av faget. Både lærere og elever/studenter er imidlertid enige om at formel og lover er en viktig del av faget.

Rapporten oppsummerer de to foregående diagrammene med at

det synes å ...

viser at elevene verken ser på fysikkfagets eksperimentelle del som viktig eller karakteristisk for faget. Derimot gir mange elever uttrykk for å “gjøre eksperimenter i fysikk” er interessant ([5] side 21).

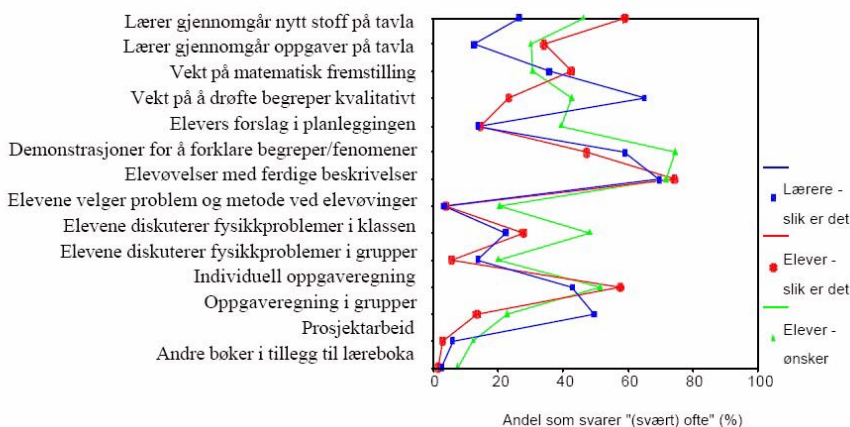
Videre heter det:

Kan det tenkes at elevøvelser slik de fungerer i dag, oppfattes av elevene som “artig krydder” i undervisningen, men at øvelsene ikke lykkes i å illustrere for eleven den viktige rollen eksperimenter har i utviklingen av naturvitenskapen?

I en tilsvarende dansk undersøkelse sier 82 % av elevene at de har stor eller en viss interesse for eksperimentelt arbeid i fysikk (side 26–26 [6]).

Skal en våge seg på en tolkning av disse resultatene så kan det se ut som om lærerne tilhører en tradisjon hvor eksperimenter var en viktig del av faget, men at dette ikke gjenspeiles i den undervisningen de praktiserer over for dagens elever og studenter. Danske elever uttrykker på den annen side stor interesse for eksperimentelt arbeid.

Når en spør elever og lærere om hyppigheten av ulike undervisningsmetoder brukt i klasserommet, kan det imidlertid se ut som om “demonstrasjoner for å forklare begreper/fenomener” og “elevøvelser med ferdig beskrivelser” er relativt vanlige. Videre ble de bedt om å angi om de ønsket mer eller mindre av de ulike undervisningsformene (grønn).



Disse resultatene viser at det er relativ god overensstemmelse mellom lærernes og elevenes oppfatning av undervisningen, selv om oppfatningene avviker på enkelte punkter. Dette gjelder f.eks. for *tavleundervisning* hvor elevene oppfatter at det er mye

mer tavleundervisning enn hva læreren mener det er. Når det gjelder *kvalitativ drøfting av begreper*, så oppfatter elevene at det er mye mindre av dette enn det læreren hevder at det er. Dessuten ønsker de seg flere slike drøftinger.

Vi legger også merke til at elevene ønsker seg mer *diskusjon om fysikkproblemer* enn hva de oppfatter at dagens undervisning tilbyr. De ønsker seg også flere demonstrasjoner, men ikke flere *elevøvelser med ferdige beskrivelser*.

En får derfor inntrykk at elevene ønsker flere åpne drøftingsoppgaver hvor de kan få prøvd sin forståelse i diskusjon med medelever.

Vår egen lille undersøkelse ved Byåsen videregående skole viser at elevene opplevde arbeidet med de praktiske eksperimentene fra MOSEM som artig og spennende som ga ny forståelse, spesielt når eksperimentene ble gjennomgått sammen med dem i etterkant.

Det var artig og spennende og ga meg mye forståelse og introduserte ukjente fenomener og (opplegget) var snillt og ikke strengt (mann) (side 222).

Oppgavene gitt ved Byåsen var halvåpne med liten grad av beskrivelse.

“Koble til hjernen”

MOSEM-prosjektet legger vekt på at elevene skal spille en aktiv rolle i læringsprosessen ved å la dem utføre eksperimenter støttet av korte videokutt og animasjoner.

“Hands-on” betyr at elevene selv utfører eksperimentene. “Minds-on” forutsetter at læreren i tillegg utfordrer elevene til å reflektere over det de erfarer. I denne sammenheng har vi valgt å bruke begrepet *læring ved refleksjon* eller det mer populære uttrykket - “Koble til hjernen”.

I lærerveiledningen legges større vekt på å stille gode spørsmål som skaper refleksjon og diskusjon blant elevene.

Følgende to overordnede skisser til framgangsmåte for bruk av opplegget, illustrerer grunntanken bak begrepet “koble til hjernen” (“Minds-on”):

Framgangsmåte 1 - Utfordre ved hypotesedanning

1. Monter eksperimentet som beskrevet i veiledningen
2. **Vent med å gjennomføre eksperimentet**, men forklar hva du tenker å gjøre
3. **La elevene komme med forslag til hva som vil skje** - gjøre prediksjoner. Oppmuntre elevene til å skrive ned forslagene.
4. Utfør eksperimentet.

5. Gi elevene tid til å observere hva som skjer, for deretter å beskrive det med ord for hverandre. Sørg for at alle deltar i diskusjonen. La dem gjerne formulere seg skriftlig.
6. **Konfronter elevenes forslag** (prediksjoner) **med de faktiske observasjonene**. La dem reflektere over eventuelt avvik.
7. Gjennomgå aktuelle naturvitenskapelige forklaringsmodeller knyttet til det aktuelle fenomenet. Omtal både begrepsmessige og med matematiske modeller der det er naturlig.
8. **La elevene avdekke eventuelle brist i egne resonnementer** på bakgrunn av prediksjonene og observasjonene.
9. La elevene finne eksempler på praktisk anvendelse av det aktuelle fenomenet.
10. **Elevene reflekterer over læringsprosessen** og hva de har funnet ut.

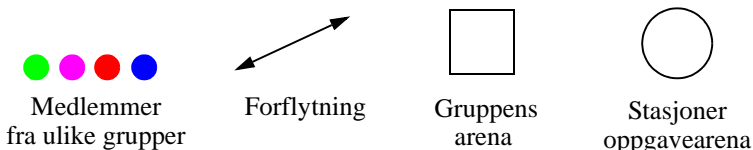
Framgangsmåte 2 - Utfordre elevenes forklaringsmodeller

1. Monter eksperimentet som beskrevet
2. Utfør eksperimentet
3. La elevene observere hva som skjer, for deretter å beskrive det med ord for hverandre. Sørg for at alle deltar i diskusjonen. La dem gjerne formulere konklusjonene skriftlig.
4. **Ikke gi teoretisk bakgrunnsinformasjon, løsninger eller forklaringer**
5. **Studentene diskuterer og kommer med forslag til forklaringsmodeller** for de observerte fenomenene basert på deres kjennskap til fysikkens lover og teorier. Om ønskelig kan de bruke matematiske modeller til å beskrive fenomenet.
6. Gjennomgå aktuelle naturvitenskapelige forklaringsmodellene, både begrepsmessig og med matematiske modeller der det er naturlig.
7. **Konfronter elevenes forklaringsmodeller** med de anerkjente naturvitenskapelige modellene
8. **La elevene avdekke eventuelle brist i egne forklaringsmodeller.**
9. La elevene finne eksempler på fenomenet i naturen eller hvordan fenomenet har funnet en praktisk anvendelse innen teknologien.
10. **Elevene reflekterer over læringsprosessen** og hva de har funnet ut.

Forslag til læringsmetoder

Vi skal nå presentere noen ulike måter å organisere aktiviteter på, som stimulerer elevene til å “koble til hjernen”. Forslagene baserer seg på erfaringer og inspirasjon hentet fra prosjektarbeider utført av ©Steunpunt Intercultureel Onderwijs and ©2006 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede, author: J.H. Flokstra.

Vi bruker følgende symboler for å illustrere hovedkomponentene i metodene:



1. Konstruksjon av kunnskap

Metoden baserer seg på gruppearbeid. Hver gruppe består av inntil fire elever. Gruppen tilføres ulik erfaring om et fenomen ved at gruppemedlemmene hver for seg, utfører ulike eksperimenter som belyser fenomenet på forskjellige måter. Deretter møtes gruppen for sammen å utforme en samlet teori om det aktuelle fenomenet.

Hensikten med denne arbeidsformen er at studentene tvinges til å arbeide sammen på en konstruktiv måte siden de har erfart fenomenet fra litt forskjellig vinkler.

Når: Metoden egner seg som introduksjon til et tema eller som repetisjon etter gjennomgått teoristoff for å utfordre elevene til å bruke teoristoffet de skal ha lært.

Omfang: Minst 30 minutter.

Arbeidsform: Klassen deles inn i grupper.

Forberedelse: Velge ut passende eksperimenter som sette opp.

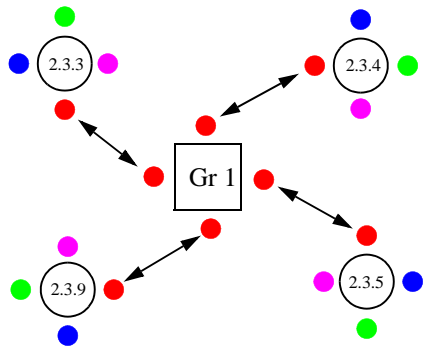
Fremgangsmåte:

Som **eksempel** velger vi fenomenet *virvelstrømmer* (“Eddy current”). Vi ønsker å belyse fenomenet for elevene fra ulike sider ved hjelp av fire eksperimentoppsett. Følgende eksperimenter velges:

- Magnetisk slalom (2.3.3)
- Magnet som glir på et elektrisk ledende skråplan (2.3.4)
- Magnet som faller gjennom kobberør (2.3.5)
- Magnetbrems (2.3.2)

Vi tenker oss at vi f.eks. har 16 elever organisert i fire grupper.

Forslag til gjennomføring:



Trinn 1 Eksperimentene settes opp som

stasjoner (figuren til høyre viser fire stasjoner og en av gruppene).

Trinn 2 Elevene i gruppen går til hver sin *stasjon* for å utføre eksperimentene. Her møter de elever fra de andre gruppene (figuren over viser de fire stasjonene og en av de fire gruppene). Læreren beveger seg mellom stasjonene og stiller spørsmål og gir oppklarende kommentarer.

Trinn 3 Elevene samles i de opprinnelige gruppene hvor de deler sine erfaringer og forsøker å komme fram til en felles underliggende forklaring på sine observasjoner.

Trinn 4 Læreren går rundt i gruppene, lytter til diskusjonen og får et inntrykk av hva de forstår.

Trinn 5 Elevene og læreren oppsummerer resultatet av øvelsen, oppklarer misforståelser og konkluderer.

2. “Ekspedisjon” - I

Hver gruppe får ulike oppgaver som de løser i fellesskap med påfølgende diskusjon av resultatene.

Hensikten med denne arbeidsmetoden er at elevene skal dele sine tanker med hverandre om det de har observert. I diskusjonen skal de kritisk vurdere hverandres utsagn, og i størst mulig grad argumentere for sine påstander ved hjelp av et språk og en terminologi som tilhører faget. Dernest skal de ta med seg nye innspill tilbake til sin opprinnelige gruppe (“hjemmemiljø”).

Når: Metoden egner seg ved introduksjon av et nytt tema for å poengtere spesielle sider ved temaet.

Arbeidsform: Klassen deles inn i små grupper.

Omfang: 15–20 min

Forberedelse: Sette opp eksperimenter, finne fram videoklipp, oppgaver o.l. Gruppebordene plasseres i en ring eller langs veggene i klasserommet.

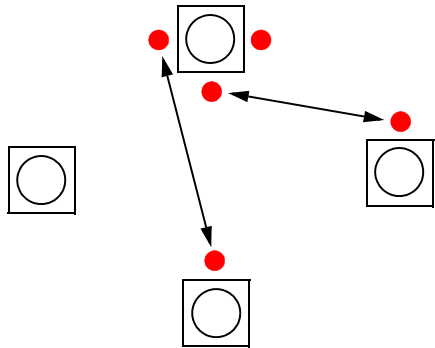
Tema: Selv om det i denne sammenheng er lett å tenke eksperimentelle problemstillinger, så kan en også bruke teoretiske problemstillinger, korte artikler eller en blanding av flere ting.

Fremgangsmåte:

Trinn 1 Læreren deler elevene inn i grupper på tre eller fire elever, og gir hver gruppe en utfordring knyttet til et eksperiment.

Trinn 2 Hver gruppe utfører eksperimentet og løser utfordringen helt eller delvis. Elevene på gruppen noterer ned forklaringer og eventuelle spørsmål.

Trinn 3 En av medlemmene i gruppen blir sittende, mens de andre går til andre gruppebord (se figuren til høyre). En går til nabobordet, en går til bordet bortenfor osv. De øvrige gruppene gjør tilsvarende. En forsøker å unngå at to fra samme gruppe blir sittende ved samme bord.



Trinn 4 De nydannede gruppene består av medlemmer fra de andre gruppene. Hver elev forklarer sine gruppes problemstilling for de andre i den nydannede gruppa. Hver av problemstillingene diskuteres i tur og orden. Det gis mulighet til å stille oppklarende spørsmål knyttet til oppgavene. Her kan også læreren spørres.

Trinn 5 Etter endt diskusjon returnerer elevene til sine opprinnelige grupper (“hjemmearenaer”), hvor de legger fram synspunkter på problemstillingen innhentet fra sine “ekspedisjoner”. De supplerer sine tidligere forklaringer med de nye opplysningene.

3. “Ekspedisjon” - II

Denne metoden er en variasjon av den foregående. Elevene fra én gruppe fordeler seg på andre gruppebord hvor de får en problemstilling som diskuteres, eventuelt utfører et eksperiment knyttet til problemstillingen. De ulike problemstillingene søker å belyse en problemstilling fra ulike sider. Elevene går så tilbake til sin opprinnelige gruppe

(“hjemmearena”) hvor de presenterer og diskuterer de ulike problemstillingene med tilhørende observasjoner fra eksperimenter. Gruppen samler seg om en forklaring på det aktuelle fenomenet.

4. Bingo

Hver student får utdelt et skjema som består av felter. Alle skjemaene har felter som er organisert på samme måte, men innholdet av feltene er plassert forskjellig fra skjema til skjema. En av elevene velger tilfeldig et av feltene og beskriver innholdet med ord på en mest mulig faglig korrekt måte, samtidig som hun krysser av feltet. De andre forsøker å knytte beskrivelsen til riktig felt som de så krysser av. Den første som får krysset av en hel rad eller kolonne roper BINGO og har vunnet dersom avkryssingen er korrekt.

Hver elev har sitt eget unike skjema.

Hensikten med metoden er å trene elevene til mest mulig eksakt å gjengi og beskrive gjenstander, grafer, ideer, fenomener, begreper og fagtermer o.l. innen fagfeltet. Dernest å kunne knytte beskrivelsen til riktig fagterm i sitt skjema.

Metodens fortrinn: Metoden gir mulighet til å vektlegge viktige tema innen faget, dessuten skaper den engasjement og fanger oppmerksomheten siden metoden har et element av konkurranse i seg.

Når: Metoden egner seg ved repetisjon og oppsummering av gjennomgått stoff på slutten av et kapittel, som et hjelpemiddel for å innintrodusere et nytt tema, eller for å trene spesielle kunnskaper, f.eks. som introduksjon til en verkstedaktivitet (“workshop”).

Forberedelse: Aktiviteten krever betydelig forberedelse, da en må finne passende illustrasjoner til de ulike feltene.

5. Lotto

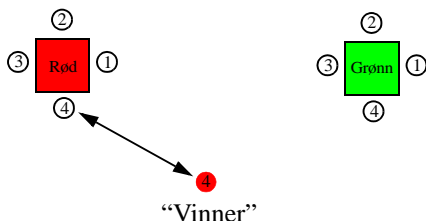
Metoden legger vekt på at gruppen skal ha en reflekterende tilnærming til problemstillingene - “koble til hjernen”.

Hensikten er å styrke samarbeid og solidaritet mellom elevene i klassen.

Omfang: 15–20 min.

Framgangsmåte:

Trinn 1 Klassen deles inn i grupper på 4–5 elever. Hver gruppe tildeles en farge. Læreren gir hver gruppe en oppgave, som kan være knyttet til et eksperiment, en problemstilling, en video eller kanskje en graf. Hver av elevene i gruppen har en nummer (f.eks. 1 - 4).



Trinn 2 Gruppen løser oppgaven i felleskap og noterer seg spørsmål der det er behov for avklaring. Hvert gruppe-medlem tar egne notater.



Trinn 3 En av elevene (gruppe og farge) trekkes ut som "vinner" og får i oppgave å beskrive gruppens problemstilling for de andre i klassen, og hvor langt de er kommet med å løse oppgaven. Sammen med resten av klassen besvares gruppens spørsmål og oppgaven løses deretter i felleskap.

Trinn 4 Læreren oppsummerer ved å la elevene diskutere om det var en god problemstilling, om spørsmålene var godt formulerte og om "vinneren" ledet diskusjonen på en tilfredsstillende måte.

Forutsetningen for at "vinneren" skal lykkes er at både gruppen og resten av klassen gjør det de kan for i felleskap å løse oppgaven. Ved å bruke metoden jevnlig gjennom skoleåret vil alle få anledning til å bli "vinnere".

Metoden kan effektiviseres ved at det trekkes ut en "vinner" fra hver farge. Alle med samme farge danner så en ny gruppe som diskuterer problemet som hver av "vinnerne" legger fram.

Problemstillingen kan være knyttet til små eksperimenter, videooptak som beskriver underlige fenomener, matematiske nøtter eller lignende.

Aktuelle kompetansemål grunnskole og videregående skole

Temaet er mest aktuelt i Fysikk 2 i Vg3 på videregående skole, men flere av eksperimenter kan også brukes i Fysikk 1 på Vg2 og i ungdomsskolen der induksjon og generering av elektrisk energi er et av kompetansemålene.

Naturfag etter 10 trinn

Fenomener og stoffer

- forklare resultater fra forsøk med strømkretser ved bruk av begrepene strøm, spenning, resistans, effekt og induksjon
- forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder

Fysikk 1 - Vg 2

Klassisk fysikk

- definere og regne med begrepene frekvens, periode, bølgelengde og bølgefart, og forklare kvalitativt bøyings- og interferensfenomener

Moderne fysikk

- beskrive Bohrs atommodell og beregne frekvenser og bølgelengder til spektrallinjer i emisjons- og absorpsjonsspektre ut fra den

Den unge forskeren

- bruke simuleringsprogrammer til å vise fenomener og fysiske sammenhenger

Fysikk 2 - Vg 3

Klassisk fysikk

- beskrive homogene og inhomogene elektriske felt og bruke Coulombs lov
- beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmen, og beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder og kraft på en leder i magnetisk felt
- gjøre rede for begrepet magnetisk fluks og bruke Faradays induksjonslov
- bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt

Fysikk og teknologi

- gjøre rede for teknologiske anvendelser av induksjon

beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydbildning og magnetisk resonansavbildning

Utstyr i “Low-Tech” settet²

Oversikt

Dette avsnittet viser alle delene i “Low-Tech” settet (LTK), med navn og nummer på alle delene som inngår i eksperimentene. Nummerne vil bli referert til ved hvert av eksperimentene.



Alt utstyret er pakket i en koffert som veier 23 kg. Kofferten inneholder følgende hoveddeler:

- Trillekoffert med teleskop-håndtak, lås med nøkler
 - To øvre seksjoner i lokket som inneholder skråplan, deler til eksperimentbordet med mer.
 - En hovedseksjon med resten av utstyret, verktøy, rør, magneter og tre større plastbokser.
 - Stor plastboks med ikke-magnetiske smådeler.
- Liten plastboks med sterke magneter
 - Liten plastboks med ledninger og tape o.l.

Trillekofferten har 7 års garanti. Vi har funnet ut at teleskophåndtaket kan brette om det brukes til å løfte kofferten. Bruk derfor håndtaket på toppen av kofferten når kofferten må løftes.

Innhold

“Low-Tech” settet inneholder i alt 374 deler. I innholdslisten er delene betegnet med en bokstav og et tall for lettere å kunne identifisere hver enkelt del. Bokstaven antyder hvor i settet delen er lokalisert. Deler som er lokalisert på samme sted har deretter fått et nummer.

-
2. Det presiseres at dette er en prototype som ikke vil foreligge for salg, den er kun til utlån fra Vitensenteret i Trondheim. Senere kommersielle versjoner vil være annerledes. Det antas at de vil ha utstyr for færre forsøk, men flere duplikater av hver del slik at man kan kjøre flere like forsøk i parallell. Koffertene blir dermed noe mindre og lettere.

I lokket og på toppen

I lokket:



På toppen:

- Lås med nøkler og bruksanvisning for kofferten

På toppen av øverste seksjon:

- T1 1 stk. skråplan av sort skum
- T2 1 stk. treplate til skråplan

Øvere seksjon:

Se fotografi på neste side:

- T3 1 stk. aluminiumsfolie, 50 cm
- T4 1 stk. magnetisk fliksdetektor, 15 · 15 cm
- T5 2 stk. magnetisk skjerm, 50 cm · 10,2 cm · 0,5 mm
- T6 1 stk. plastlinjal, 50 cm
- T7 1 stk. eksperimentbord del 1 - pleksiglassplate 400 · 300 · 3 mm
- T8 1 stk. eksperimentbord del 2 - aluminiumsplate 400 · 300 · 3 mm

- T9 2 stk. eksperimentbord del 3 - pleksiglassplate 200 · 300 · 3 mm
- T10 2 stk. eksperimentbord del 4 - aluminiumsplate 200 · 300 · 3 mm
- T11 1 stk. aluminiumsskive Ø 300 mm med Ø 4,2 mm hull
- T12 1 stk. aluminiumsskive Ø 300 mm med Ø 4,2 mm hull, med 12 slisser (6 lange, 6 korte)



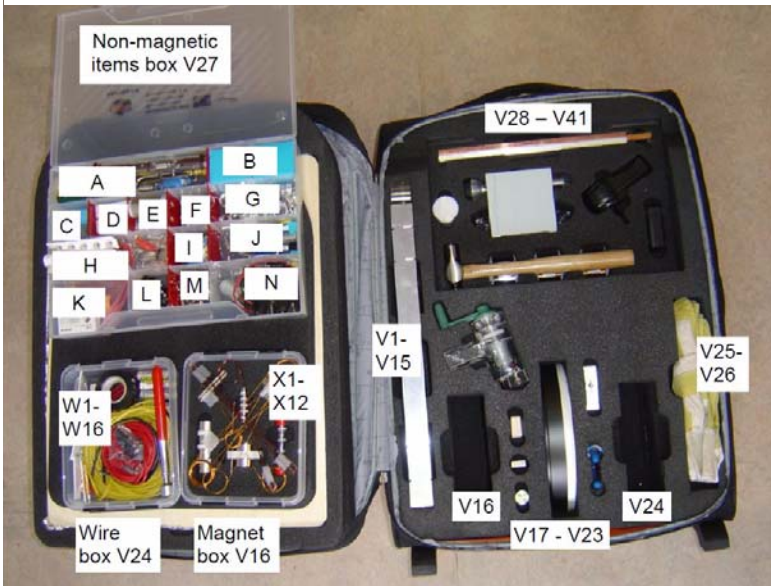
Midtre seksjon og bokser:

Se fotografi på neste side:

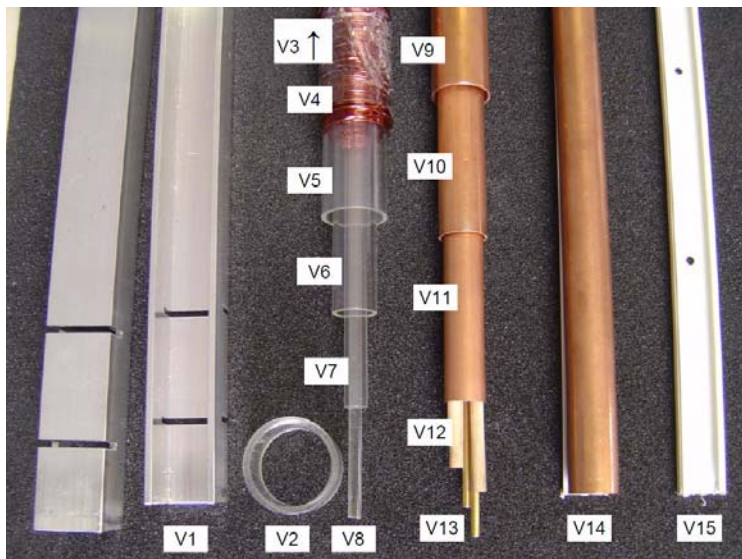
- U1 4 stk. eksperimentbord del 5 - aluminiumsbein med 3,1 mm slisser og Ø 4,1 mm hull
- V16 1 stk. liten plastboks for magneter (innholder delene X1–X12)
- V24 1 stk. liten plastboks for ledninger (inneholder delene W1–W16)
- V27 1 stk. stor plastboks for små ikke-magnetiske deler (inneholder delene A1–N3)



Hovedseksjon – oversikt:



Rør og stag til eksperimentbord



- V1 2 stk. eksperimentbord del 6 - aluminium tverrstag
- V2 1 stk. pleksiglass ring Ø 40 mm
- V3 1 m konstantantråd Ø 0,5 mm, (viklet opp på V5)
- V4 10 m kobbertråd Ø 0,5 mm, (viklet opp på V5)
- V5 1 stk. pleksiglassrør Ø 30 mm, 50 cm
- V6 1 stk. pleksiglassrør Ø 20 mm, 50 cm (stukket inn i V5)
- V7 1 stk. pleksiglassrør Ø 10 mm, 50 cm (stukket inn i V6)
- V8 1 stk. pleksiglasstav Ø 6 mm, 50 cm (stukket inn i V7)
- V9 1 stk. kobberør Ø 28 mm, 50 cm
- V10 1 stk. kobberør Ø 22 mm, 50 cm med slisser (stukket inn i V9)
- V11 1 stk. kobberør Ø 18 mm, 50 cm (stukket inn i V10)
- V12 3 stk. trepinner Ø 6 mm, 50 cm (stukket inn i V11)
- V13 2 stk. messingstang Ø 4 mm, 50 cm (stukket inn i V11)
- V14 1 stk. fleksibelt plast u-profil, 50 cm

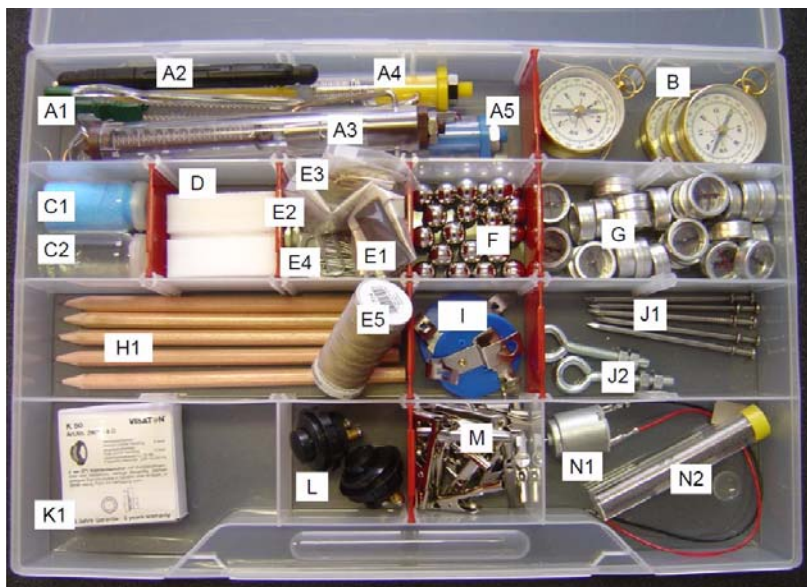
Hovedseksjon – detaljert oversikt:



- V17 1 stk. stålstav
- V18 1 stk. stavmagnet
- V19 1 stk. magnetskiller av tre
- V20 1 stk. håndgenerator
- V21 1 stk. atommodell
- V22 1 stk. spisstang med sideavbiter
- V23 1 stk. u-magnet med åk
- V24 1 par arbeidshansker
- V26 1 stk. loddebolt
- V28 1 stk. hammer
- V29 1 stk. spole med 200 vindinger
- V30 1 stk. spole med 400 vindinger

- V31 1 stk. spole med 1600 vindinger
- V32 1 stk. digitalt multimeter
- V33 1 boks med jernfilspen, 250 g
- V34 1 par vernebriller
- V35 1 stk. lykt med rett induktiv lader
- V36 1 stk. batterilader
- V37 1 stk. aluminiumsplate 102 · 102 · 1 mm
- V38 1 stk. stålplate 102 · 102 · 1 mm
- V39 1 stk. aluminiumsbarre 300 · 40 · 10 mm
- V40 1 stk. kobberbarre 300 · 40 · 10 mm
- V41 1 stk. kobberbarre 40 · 40 · 10 mm

Boks med ikke-magnetiske materialer:



- A1 1 stk. liten kniv
- A2 1 stk. lommeskutrekker
- A3 1 stk. kraftmåler/Newton-meter, 50 N
- A4 1 stk. kraftmåler/Newton-meter, 10 N
- A5 1 stk. kraftmåler/Newton-meter, 2,5 N
- B 6 stk. kompass, Ø 50 mm
- C1 1 stk. dramsglass med kobbersulfat (CuSO₄)
- C2 1 stk. dramsglass med vann (H₂O)
- D 2 stk. skumplast med spor for liten stavmagnet
- E1 1 stk. pyrolytisk grafitt
- E2 25 stk. stifter av jern 14 mm
- E3 25 stk. små binders av stål (messingfarget)
- E4 10 stk. store binders av stål
- E5 1 snelle knapphullstråd
- F 20 stk. stålkuler, Ø 12,7 mm
- G 30 stk. kompass, Ø 20 mm
- H1 5 stk. blyanter med viskelær
- H2 1 stk. temperaturprobe (K-type, hvit kabel) for digitalt multimeter (V32)
- H3 1 par målekabler for multimeter (V32)
- H4 1 stk. kabel og en reservepære til generator
- H5 5 stk. lommelyktperer, 1,5 V
- H6 5 stk. lommelyktperer, 2,5 V
- H7 5 stk. lommelyktperer, 4,8 V
- I 2 stk. lyspæreholdere
- J1 5 stk. stålstift 75 mm
- J2 2 stk. øyeskruer med 4 mutre for ringmagneter (X4)
- J3 12 stk. bly for trykkeblyant 0,3 HB
- J4 12 stk. bly for trykkeblyant 0,5 HB
- J5 12 stk. bly for trykkeblyant 0,7 HB
- J6 12 stk. bly for trykkeblyant 0,9 HB
- J7 12 stk. bly for trykkeblyant 0,7 B
- J8 12 stk. bly for trykkeblyant 0,7 B
- J9 12 stk. bly for trykkeblyant 0,7 HB
- J10 1 stk. rotorsløyfe for homopolar motor
- K1 1 stk. høytaler, Ø 50 mm
- K2 5 stk. grønne lysdioder
- K3 5 stk. gule lysdioder
- K4 5 stk. røde lysdioder
- K5 5 stk. motstand 1 Ω

- K6 5 stk. motstander 10 Ω
- K7 5 stk. motstander 100 Ω
- K8 5 stk. motstander 400 Ω
- K9 5 stk. motstander 2 k Ω
- K10 5 stk. motstander 30 k Ω
- K11 5 stk. motstander 100 k Ω
- L 2 stk. elektrisk trykkbryter
- M 20 stk. krokodilleklemmer for bananstikk
- N1 1 stk. elektrisk motor
- N2 1 rull loddetinn
- N3 2 stk. batteriholder, 4 · AA

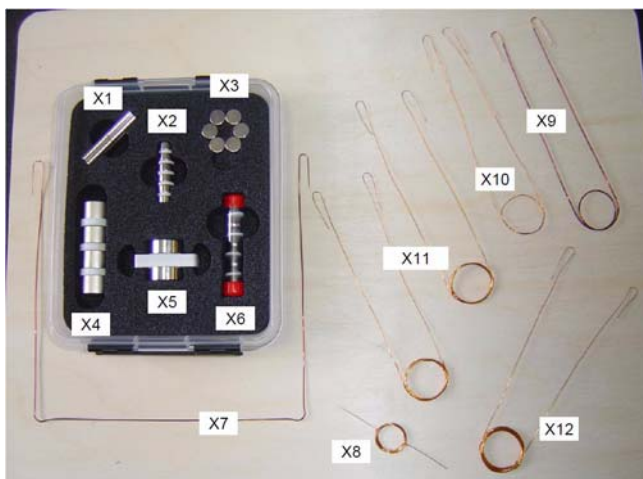
Boks med ledninger, batterier og teleskopisk magnet



- W1 2 stk. gul lab-ledning $\text{\O} 1,5 \text{ mm}$, 10 m
- W2 3 stk. svart lab-ledning $\text{\O} 2,5 \text{ mm}$, 1 m
- W3 5 stk. svart lab-ledning $\text{\O} 2,5 \text{ mm}$, 20 cm
- W4 3 stk. rød lab-ledning $\text{\O} 2,5 \text{ mm}$, 1 m
- W5 5 stk. rød lab-ledning $\text{\O} 2,5 \text{ mm}$, 20 cm
- W6 1 stk. rød plasttape
- W7 1 stk. svart plasttape
- W8 1 stk. teleskopisk magnet
- W9 10 stk. svarte bananstikker for lab-ledninger (W1, W2 og W3)
- W10 8 stk. røde bananstikker for lab-ledninger (W4 og W5)
- W11 4 stk. 1,2 V ladbare batterier, AA

- W12 10 m aluminiumstråd, Ø 1,2 mm
- W13 10 m kobbertråd, Ø 0,2 mm
- W14 10 m kobbertråd, Ø 0,5 mm
- W15 10 m kantaltråd³, Ø 0,5 mm
- W15 10 m ståltråd, Ø 0,5 mm

Boks med sterke magneter og spoler av kobbertråd



- X1 12 stk. små sylindriske stavmagneter, Ø 5 mm · 25 mm
- X2 6 stk. sylindermagneter, Ø 12 mm · 6 mm - vertikalt polarisert
- X3 6 stk. sylindermagneter, Ø 12 mm · 6 mm - horisontalt polarisert
- X4 2 par ringmagneter med forsenket hull, 2 · S/N og 2 · N/S
- X5 2 stk. sylindermagneter, Ø 30 mm · 10 mm
- X6 5 stk. sfæriske magneter, Ø 13 mm
- X7 1 stk. gyngje til Pohls eksperiment, Ø 1 mm lakkisolert kobbertråd
- X8 1 stk. rotorspole for bindersmotor, Ø 0,5 mm kobbertråd
- X9 1 stk. Ø 30 mm spole for oppheng, 1,5 vikling, Ø 1,0 mm tråd
- X10 1 stk. Ø 30 mm spole for oppheng, 1,5 vikling, Ø 0,5 mm tråd
- X11 2 stk. Ø 30 mm spole for oppheng, 10,5 vikling, Ø 0,5 mm tråd
- X12 1 stk. Ø 30 mm spole for oppheng, 20,5 vikling, Ø 0,5 mm tråd

3. Kantaltråd er en legering av jern, krom og aluminium og har et smeltepunkt på 1425°C. Det relativt høye smeltepunktet gjør at tråden ofte brukes i varmelementer i f.eks. varmeovner.

Montering av eksperimentbord

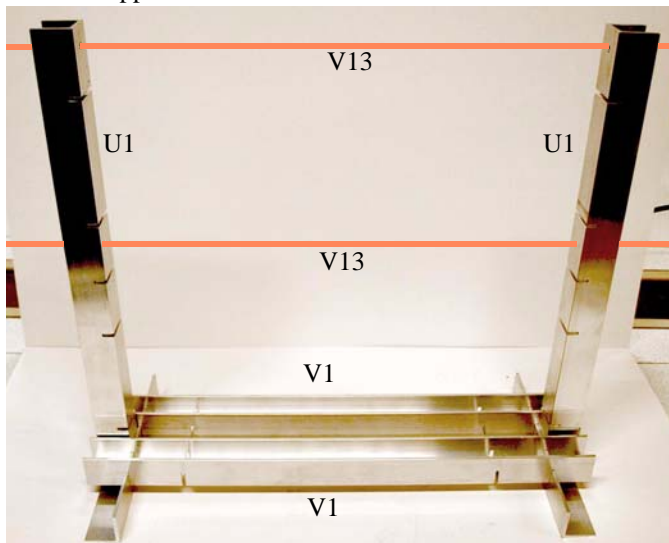
Ved hjelp av utstyret i kofferten kan det bygges ulike typer laboratoriebord for bruk under eksperimentene. Bildene under viser ulike varianter av bord som kan settes opp.

Utstyr:

- U1 4 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang 4 mm
- T7 1 stk. pleksiglassplate 400 x 300 x 3 mm
- T8 1 stk. aluminiumsplate 400 x 300 x 3 mm
- T9 2 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
- T10 2 stk. aluminiumsplate 200 x 300 x 3 mm

Variant 1 Eksperimentbord uten plater

Figurene under viser oppsett variant 1:



I tillegg kan vi plassere messingstenger gjennom hull i beina. Vi har tillatt oss å bor to nye hull mellom 2 og 3 slisse ovenfra.

Variant 1 passer til:

Eksperiment:

3.2.4 - Magnetisk karusell (H_2O - CuSO_4) avsnitt 3.2.4 side 100

3.6.8 - Faradays første motor avsnitt 3.6.8 side 169

Variant 2 Eksperimentbord med små pleksiglassplater

Figurene under viser oppsett variant 2:



Variant 2 passer blant annet til:

Eksperimentene

3.5.1 - Hans Christian Ørstedes eksperiment, vertikal variant avsnitt 3.5.1 side 129 og

3.5.2 - Hans Christian Ørstedes eksperiment, horisontal variant avsnitt 3.5.2 side 131.

Sikkerhet med sterke magneter

Bruk på eget ansvar

De supersterke NdFeB-magnetene i eksperimentkoffertene Low-Tech og High-Tech fra Simplicatus AS er levert av Webcraft GmbH. Simplicatus AS og Webcraft GmbH er ikke ansvarlige for skade som har oppstått ved feil håndtering av magnetene. Bruk av slike magneter fra en eksperimentkoffert innebærer at du har lest og forstått følgende sikkerhetsforskrifter. Vis særlig aktsomhet dersom barn bruker magnetene, vær sikker på at de forstår faremomentene ved å bruke slike magneter.

Personlig sikkerhet

Klemfare

Sterke magneter kan ha en overraskende stor kraft når de bringes tett sammen. Det er fort gjort å klemme fingrene mellom magnetene. Dette kan føre til kutt, blodblommer og andre klemskader. Bruk hansker og vær forsiktig når du håndterer sterke magneter. Prøv mindre magneter før du bruker større magneter. Du advares på det sterkeste mot å feste magnetene på øreflipper, nese eller andre kroppsdelene!

Farer for barn

I tillegg til farene nevnt over kan barn også finne på å stikke de tynneste magnetene inn i en stikkontakt. Ikke la barn leke med magnetene uten tilsyn. Sterke magneter bør holdes vekk fra barn, på linje med skarpe kniver og andre farlige materialer. NdFeB-magneter er svært farlige dersom de blir svelget, særlig mindre magneter. Magnetene kan klemme seg sammen i tarmsystemet og forårsake livstruende skader.

Fare ved knuste magneter

NdFeB-magneter går lett i stykker dersom de støter sammen. Spesielt i tilfelle en magnetkule og en flat magnet støter sammen er det svært sannsynlig at den flate magneten blir ødelagt. Småbiter fra knuste magneter kan være svært skarpe og komme i stor hastighet. Du bør bruke hansker og beskyttelsesbriller når du håndterer sterke magneter. Vær forsiktig, og ikke la magneter støte sammen.

Nikkelallergi

De fleste NdFeB-magneter er nikkelbelagt. Nikkel er et metall som forårsaker sterk allergi hos enkelte. Nikkelallergi kan oppstå ved langvarig kontakt med gjenstander som avgir nikkel. I de fleste tilfellene skjer dette ved bruk av nikkelholdige smykker. Vær derfor forsiktig med å bruke nikkelbelagte magneter som smykker eller på annen måte ha dem mot huden i lengre perioder. Dersom du har nikkelallergi må du unngå kontakt

med slike magneter. Hvor mye nikkel som kan utløse nikkelallergi er uklart, bl.a. inneholder Euro-myntene 25 % nikkel.

Andre advarsler

Magnetisk effekt på organismen

Hvorvidt permanente magneter kan påvirke den menneskelige organismen er kontroversielt. Terapeuter som benytter magneter til medisinsk bruk vil selvsagt hevde at dette er tilfelle. Vitenskapelige undersøkelser har så langt vist at permanente magneter ikke er kraftige nok til å ha noen målbar effekt på mennesker. Som i all vitenskap er det mulig at bedre målemetoder i framtiden vil vise noe annet. En helt annen diskusjon er hvorvidt en eventuell påvirkning er positiv eller negativ. Hvis du vil være på den sikre siden, unngå langvarig kontakt og oppbevar sterke magneter minst 1 meter fra kroppen. På denne avstanden vil den magnetiske kraften være betydelig svekket.

Fare for elektroniske og magnetiske produkter

NdFeB-magneter er mye sterkere enn "vanlige" magneter, og må holdes unna alle apparater og produkter som kan bli skadet av sterke magnetfelter. Dette omfatter bl.a. kredittkort, Bank-ID-brikker, kameraer for bilde og video, TV- og dataskjermer, magnetbånd, kassetter og disketter for data, lyd og video, finmekanikk av magnetiserbart metall, høyttalere, høreapparater og annet elektronisk/magnetisk utstyr. Pacemakere og implantater av metall kan bli forstyrret av sterke magneter, vis forsiktighet. Det gjelder særskilte regler for transport av sterke magneter på fly.

Varmekilder

Hold magnetene vekk fra åpen flame og andre sterke varmekilder. Magnetiseringen av NdFeB-magneter reduseres raskt ved temperaturer over 80 grader Celsius.

Slitasje

NdFeB-magnets er vanligvis belagt med et tynt lag nikkel, gull eller sølv. Dette belegget kan slites av over tid ved vanlig bruk. Ved sammenstøt mellom kulemagneter og/eller hjørner på magneter med andre former vil trykkraften føre til slitasje eller brudd på overflatebelegget. Store kulemagneter bør oppbevares atskilt med kartong eller skumgummi, og bør heller ikke ligge lenge på metalloverflater.

Maskinering, skjæring og boring

NdFeB-magneter kan festes med lim, men helst bør de både forsenkes og limes. Du må aldri forsøke å skjære eller bore i en magnet. For det første er magnetene skjøre og vil gå i stykker. For det andre vil det oppstå brennbart og giftig støv. Sterke magneter skal kun maskineres med diamantbelagte og vannkjølte skjæreverktøy.

1 Ledningsevne

1.1 Ledningsevnen til fastestoffer, væsker og gasser

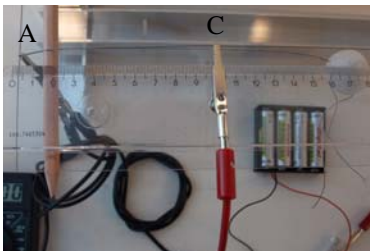
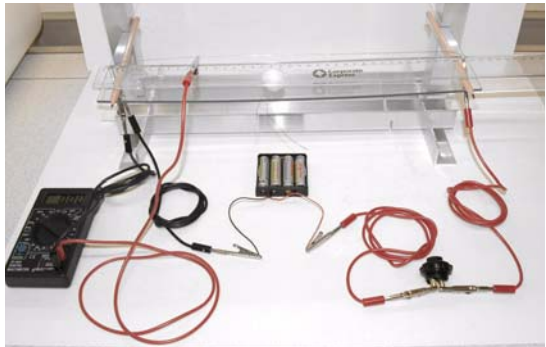
1.1.1 Ledningsevnen hos metaller

Læringsmål

- L 1 - Registrere sammenhengen mellom strøm og spenning som uttrykt i Ohms lov
- L 2 - Observere at motstand er en egenskap ved materialet i metalltråden
- L 3 - Observere at det er en lineær sammenheng mellom ledningens lengde og resistansen i tråden

Laboratorieoppsett og utstyrliste

- H1 2 stk. blyanter
- L 1 stk. trykknapp
- M 8 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T7 1 stk. plexiglassplate
400 x 300 x 3 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein
til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag
til eksperimentbord
- V3 1 m konstantantråd 0,5 mm
- V32 1 stk. multimeter
- W2 2 stk. sort ledning 1 m
- W4 3 stk. rød ledning 1 m
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V

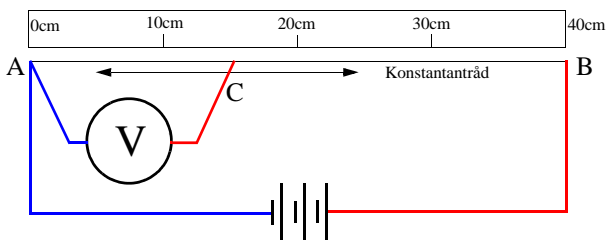


Vi spenner ut motstandstråden på tvers av den store plexiglassplata som er montert som et bord. Vi legger to blyanter under på hver side slik at tråden løftes opp fra plata. Ved siden av tråden legger vi linjal slik at vi hele tiden kan vite hvor langt fra enden vi kobler oss til.

Tråden bøyes rundt kanten av plata. De to endene forbindes til hverandre på undersiden ved hjelp av en isolator slik at endeene ikke har elektrisk kontakt. Her har vi brukt et stykke isopor.

Strømkilden, som er 4 AA batterier, forbindes til konstantantråden der den bøyes rundt plata. Dermed blir den totale lengden av tråden mellom tilkoblingspunktene ca. 40 cm. Vi kan også regne at strømmen i tråden er konstant over hele måleperioden siden målingene kun gjøres når knappen er trykket inn. Resistansen i tråden er ukjent, men kan eventuelt måles med Ohm-meteret. Vi har ikke gjort den målingen her.

Vi antar at vi bare har ett multimeter tilgjengelig slik at vi bare kan måle spenning eller strøm. I dette tilfellet velger vi å måle spenningen langs tråden som funksjon av avstanden fra venstre tilkoblingspunkt (A).



Vi kan i prinsippet måle strømmen i tråden før vi måler spenningen. Vi må da være klar over at siden Ampere-meteret har en indre motstand, vil strømmen i kretsen være forskjellig med og uten Ampere-meteret innkoblet.

Aktivetsbeskrivelse

Vi skal i dette forsøket måle spenningen over et varerende utsnitt av motstandstråden.

Vi lar det gå en konstant strøm gjennom motstandstråden som er spent ut på tvers av plexiglassplata mellom A og B (se figuren over). Voltmeteret kobles mellom punktet A og C som kan flyttes langs tråden.

Ohms lov sier:

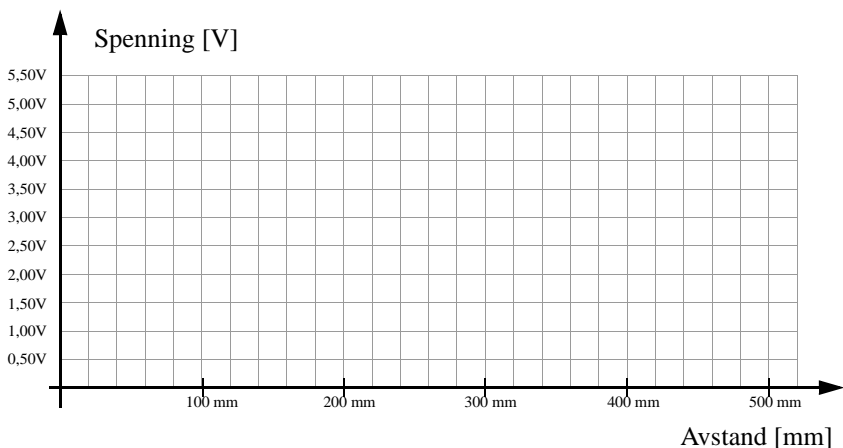
$$U = R \cdot I \tag{1.1}$$

Siden vi kan anta at strømmen er konstant, vil resistansen i tråden mellom A og C, være proporsjonal med spenningen målt mellom de samme punktene.

Mål spenningen som funksjon av avstand mellom målepunkt A og C i mm.

Avstand A - C [mm]	50	100	150	200	250	300	350	400
Spenning [V]								

Framstill spenningen som funksjon av trådlengden A–C.



Spørsmål til ettertanke

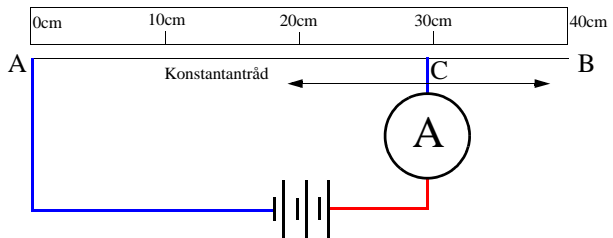
- Hva er det som bestemmer strømmen i tråden (kretsen) når vi tilkobler batteriet?
- Hvilken sammenheng er det mellom spenningen *over*, og strømmen *i* en konstantantråd når materialet, tykkelsen og lengden er den samme?
- Har to tråder av samme materiale, lengde og tverrsnitt like egenskaper?
- Vil strømmen i kretsen øke eller avta når lengden av tråden økes?
- Vil strømmen i kretsen øke eller avta når tykkelsen av tråden økes?
- Hvordan kan du ved hjelp av en slik tråd lage en variabel motstand?

Kommentarer

- Oppgaven forutsetter at en kun disponerer ett multimeter, og at en har en ikke-ideel spenningskilde.
- Tabellen under viser et eksempel på en måleserie

Avstand A - C [mm]	50	100	150	200	250	300	350	400
Spenning [V]	0,63V	1,03V	1,47V	1,94V	2,37V	2,81V	3,29V	3,75V

- Alternativt kan multi-meteret kobles som et Ampere-meter. For deretter å måle strømmen i tråden med varierende lengde som vist på figuren til høyre:



1.1.5 Modell på mikronivå av ledningsevnen i faste stoffer

Læringsmål

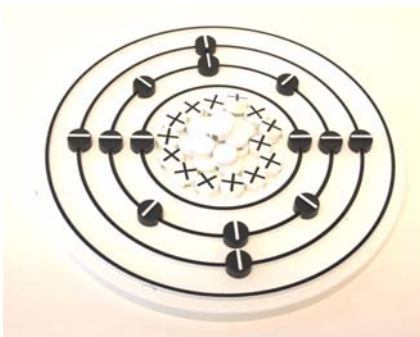
- L 1 - Kjenne til partikkelmodellen for stoffer.
- L 2 - Kunne identifisere ulike grunnstoffer og deres isotoper på bakgrunn av atomnummer og antall nøytroner
- L 3 - Kunne bruke Bohrs atommodell for å illustrere elektroner som er tett bundet og løse bundet til atomkjernen (valenselektroner)

Laboratorieoppsett og utstyrliste

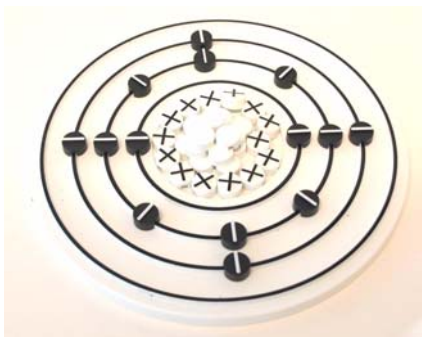
Utstyr:

V21 1 stk. Bohrs atommodell.

Figuren under viser hvordan atommodellen kan brukes for å illustrere Bohrs modell av silisium som har atomnummer 14 og atomvekt 28.0855.



Silisium 28



Silisium 30 (isotop)

Aktivetsbeskrivelse

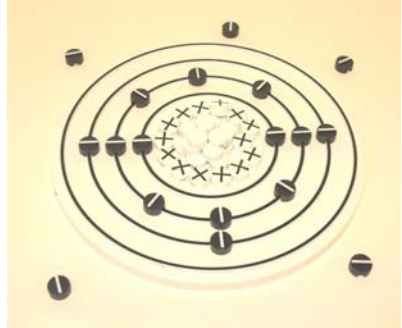
Elektroner i valensbåndet kan “løftes” opp i ledningsbåndet og frigjøres fra atomkjernen. Dermed får stoffet frie ledningsbærere og ledningsevnen øker. Dette er illustrert i figuren til høyre.

Spørsmål til ettertanke

- Hva symboliserer ringene i modellen?
- Hva er navnene på de ulike brikkene? Hvor hører de hjemme, hvilken rolle spiller de og hvilken ladning har de?
- Hva skjer dersom du legger til eller fjerner et proton?
- Hva skjer dersom du legger til eller fjerner et nøytron?
- Hva skjer dersom du legger til eller fjerner et elektron?
- Bruk modellen til å forklare forskjellene mellom faste stoffer, væsker, gasser og plasma.

Kommentarer

- Ingen kommentarer



2 Elektromagnetisk induksjon

2.1 Bevegelig leder

<Ubeskrevet>

2.2 Bevegelig magnet

2.2.1 Spoler og bevegelige magneter

Læringsmål

- L 1 - Vite at når magneten beveges nær en spole, oppstår en elektromotorisk kraft i ledningen (emk).
- L 2 - Vite at den elektromotoriske kraftens størrelse avhenger av hvor fort magneten beveges, eller sagt på en annen måte, hvor fort magnetfeltet endrer seg.
- L 3 - Vite at den elektromotoriske kraftens størrelse også avhenger av antall vindinger i spolen og magnetfeltets styrke (magnetens styrke).
- L 4 - Vite at retningen til den elektromotoriske kraften avhenger av om feltet øker eller avtar.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- M 2 stk. krokodilleklemmer
- V32 1 stk. multimeter
- W2 1 stk. rød labledning
- W4 1 stk. svart labledning
- X2 1 stk. magnet 12 mm, vertikalt polarisert
- X5 1 stk. magnet 30 mm
- X10 1 stk. spole 1,5 vinding, 0,5 mm tråd
- X11 1 stk. spole 10,5 vinding, 0,5 mm tråd
- X12 1 stk. spole 20,5 vinding, 0,5 mm tråd

Koble opp kretsen som vist på figuren under.

Still multimeteret på 2000 μ A.

Aktivitetsbeskrivelse

1. Spole med 1,5 vindinger
Stor magnet (X5)

- Før magneten raskt **ned mot spolen** og les av utslaget på multimeteret med fortegn.
- Før magneten raskt **bort fra spolen** og les av utslaget på multimeteret med fortegn.

2. Spole med 10 vindinger
Stor magnet (X5)

- Gjenta forsøkene over.

3. Spole med 20 vindinger
Stor magnet (X5)

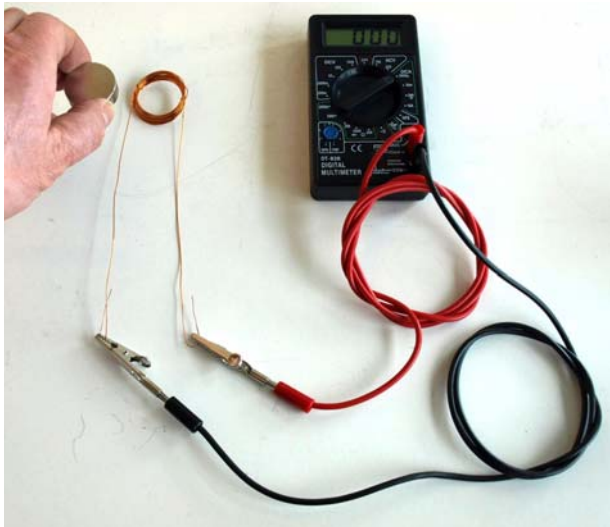
- Gjenta forsøkene over.

4. Spole med 20 vindinger
Liten magnet (X2)

- Før magneten raskt **ned mot spolen** og les av utslaget på multimeteret med fortegn.
- Før magneten raskt **bort fra spolen** og les av utslaget på multimeteret med fortegn.

5. Spole med 20 vindinger
Stor magnet (X5)

- Før magneten **raskt** bort fra spolen og les av utslaget på multimeteret med fortegn.
- Før magneten **langsomt** bort fra spolen og les av utslaget på multimeteret med fortegn.

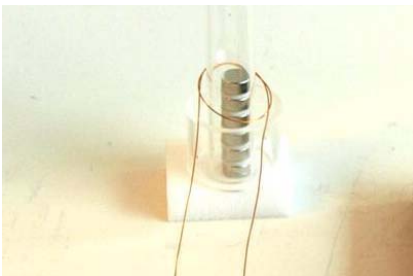


Spørsmål til ettertanke

- Beskriv den bevegelsen som gir utslag på multimeteret?
- Hva skal til for å gi *størst mulig* utslag på multimeteret?
- Hva bestemmer fortegnet til verdien avlest på multimeteret?

Kommentarer

- Det burde vært et multimeter med “max hold” slik at maksimumsverdien kan holdes.
- Multimeteret er dårlig egnet til å studere utslag av denne typen. Det foreslås å inkludere et μA viserinstrument med utslag til begge sider (galvanometer).
- Forsøket kan kontrolleres på ulike måter. Figurene under viser to måter å utføre eksperimentet på. Utslaget på multimeteret er uansett et problem.



2.2.2 Mekanisk oscillerende magnet i en spole

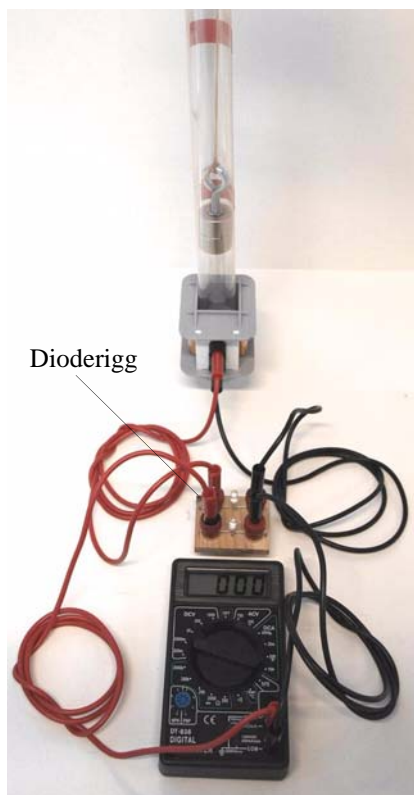
Læringsmål

- L 1 - Observere virkningen av at en magnet beveger seg ut og inn av en spole.
- L 2 - Observere at signalfrekvensen doubles når magneten får anledning til å passere helt gjennom spolen.
- L 3 - Observere at den induerte strømmen/spenningen varierer i samme takt som de mekaniske svingningene.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- J2 1 stk. øyeskrue m/mutre
- K2 1 stk. grønn lysdiode
- K4 1 stk. rød lysdiode
- M 2 stk. krokodilleklemmer
- V2 1 stk. pleksiglassrør Ø 40 mm
- V31 1 stk. spole 1600 viklinger
- V32 1 stk. multimeter
- V35 1 stk. lineær induksjonslykt
- W2 2 stk. svart lab. ledning 1 m
- W4 2 stk. rød lab. ledning 1 m
- W6 1 stk. rød tape
- X4 2 stk. N/S og S/N ring magneter
 - 1 stk. overheadfolie
 - 2 stk. gummistrikk
 - 1 stk. rigg for dioder



Som indikator foretrekkes lysdioder framfor multimeter, da lysdiodene gir en mye tydeligere indikasjon på at det går strøm og retningen til strømmen. Alternativt kan vi koble multimeteret i parallell med diodene. På figuren over er diodene montert i en rigg. To ringmagneter, en av hver type (N/S og S/N), er montert på en øyeskrue. Øyeskruen henges i to strikk som er klippet over og skjøtet. Dermed får vi en "fjær" som lett kan svinge opp og ned i spolen. Som føring for at magneten skal treffe hullet i spolen, brukes

et rør av en overheadfolie. Det store pleksiglassrøret passer ikke ned i spolen. Spolen plasseres på det korte pleksiglassrøret (V2) slik at magneten kan passere gjennom hele spolen.

En grønn og en rød lysdiode kobles sammen slik at katoden (kort bein) på den ene kobles til anoden (langt bein) på den andre og omvendt. Diodene kobles til spolen ved hjelp av to lab. ledninger og krokodilleklemmer om man ikke har en dioderigg.

Aktivitetsbeskrivelse

Hold magneten i strikken slik at den henger i ro rett over spolen og observer utslaget på multimeteret og/eller diodene.

Sett magneten i svingninger slik at den pendler inn og ut av spolen. Observer hvordan diodene lyser. Sammenlign blinkfrekvensen til diodene med svingningene til magneten. Registrer også hvilken diode som lyser når magneten trenger inn i spolen, og hvilken som lyser når magneten beveger seg ut av spolen.

La magneten pendle så dypt slik at den passerer helt gjennom spolen. Sammenlign svingefrekvensen med blinkfrekvensen til diodene.



Spørsmål til ettertanke

- Hva observerer du på displayet til multimeteret (alt. på diodene) når magneten svinger ut og inn av spolen (uten å passere gjennom)? Har målingen avlest på multimeteret samme fortegn hele tiden? Sammenlign blinkfrekvensen til lysdiodene med svingefrekvensen til pendelen. Er det noen sammenheng mellom svingefrekvens og blinkfrekvens?
- Klarer du å se hvor magneten befinner seg i forhold til spolen idet diodene blinker?
- Sammenlign rekkefølgen til blinkene, eventuelt fortegnet til verdien på multimeteret, med det du observerer når du har snudd magneten eller spolen. Ser du noen forskjell? Kan du forklare det du ser?
- Bruk kompasset til å finne nord- og sørpolen på magneten. Finn en sammenheng mellom den induerte strømmretningen i spolen, magnetfeltets retning og hvordan magnetfeltet som trenger inn i spolen endrer seg.

Teori

Det elevene vil finne ut er at det settes opp en strøm i spolen som gir et magnetfelt som forsøker å motvirke magnetfeltet som trenger inn i spolen (Lenz' lov). Dersom magneten ankommer spolen med en sørpol, vil strømmen i spolen være rettet slik at magnetfeltet den setter opp har en sørpol rettet mot sørpolen som forsøker å treng inn i spolen. Det er nesten en nødvendighet at elevene kjenner høyrehåndsregelen for å kunne arbeide med denne oppgaven.

Induksjonslykta som følger med kan brukes til å vise hvordan dette prinsippet kan brukes til å lade opp et batteri (kondensator). Slike lykter er blitt praktiske etter at lysdiodene er blitt så kraftige og effektive. Dermed gir risting tilstrekkelig energi til å drive en lysdiode for en akseptabel tidsperiode.

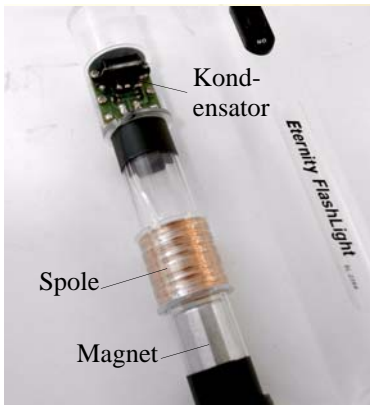
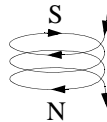


Foto: Brno

I tillegg til en spole og en magnet, inneholder lykta en likeretter og en kondensator (batteri).

Kommentarer

- Det følger ikke med noen spiralfjær som anbefales for å utføre denne øvelsen. Jeg foreslår derfor å bruke strikk i stedet, som fungerer tilfredsstillende.
- Legg ved en overheadfolie. Formet som et rør som tapes sammen, fungerer denne godt som føring for magneten når den skal svinge inn og ut av spolen.
- Ved å sette sammen to magneter vil svingningene bli langsommere (pendelloddet blir tyngere) og det er håp om å kunne lese av utslaget på multimeteret. Imidlertid er

det langt bedre å bruke dioder. Disse viser strømrretningen på en tydelig måte dersom en merker seg polariteten til diodene.

- På/av merkingen var snudd feil vei på den lykta som fulgte med settet til Vitensenteret.

2.2.3 Fallende magnet gjennom spole

Læringsmål

L 1 - Observere strørimpulsen i kretsen idet magneten faller gjennom spolen

L 2 - Observere at strømrretningen er forskjellig avhengig av om magneten trenger inn i spolen (økende fluks) eller forlater spolen (avtagende fluks)

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

D	1 stk. skumform
K2	1 stk. grønn lysdiode
K4	1 stk. rød lysdiode
M	2 stk. krokodilleklemmer
V6	1 stk. pleksiglassrør Ø 20 mm
V31	1 stk. spole 1200 viklinger
W2	1 stk. sort ledning 1 m
W4	1 stk. rød ledning 1 m
W8	1 stk. teleskopisk magnetstav
X2	6 stk. magneter Ø 12 mm, vertikalt polarisert
X4	1 stk. ringmagnet

Lodd sammen to lysdioder, en grønn og en rød. Det korte beinet på den røde (katode) skal kobles til det lange beinet på den grønne (anoden) og omvendt. Dvs. diodene kobles i parallell, men i hver sin retning (antiparallell). ***Merk deg hvilken side anoden (langt bein) til den grønne og den røde dioden er tilkoblet.***

På denne måten vil den ene dioden registrere når det går strøm den ene veien, og den andre vil registrere når det går strøm den andre veien.

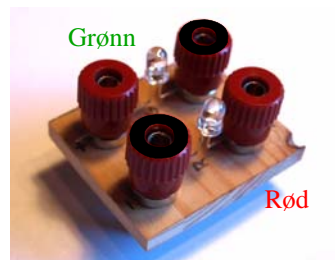
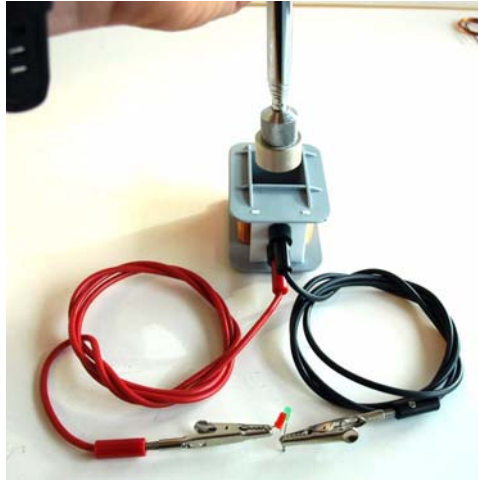
Fest ringmagnetten foran på den teleskopiske magnetstaven.

Koble spolen til de parallellkoblede lysdiodene ved hjelp av ledninger (W2/W4) og krokodilleklemmer.

Aktivitetsbeskrivelse

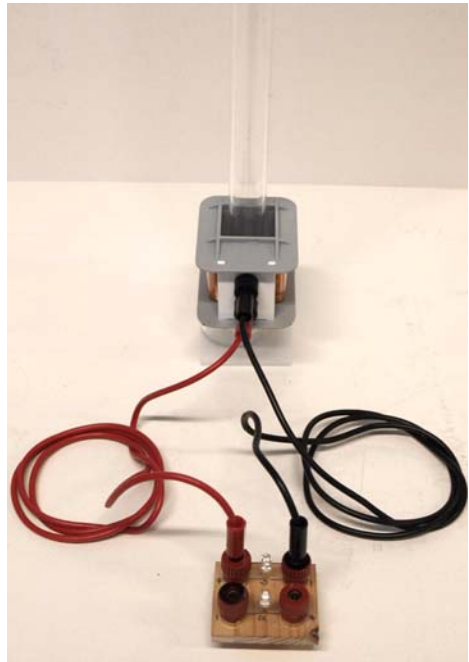
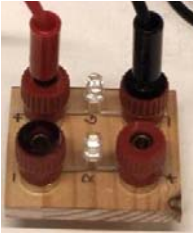
1. Før ringmagneten inn og ut av spolen. Finn ut hvilken farge (lysdiodene) som viser økende henholdsvis avtagende elektromagnetisk felt. Bestem strømretningen når du vet at lysdioden leder når det lange beinet er positivt.
2. Bruk høyrehåndsreglen og Lenz' lov til å bestemme hva som er nord og sør på magneten. Hva må du også vite for å kunne bestemme polene på magneten.
3. Legg merke til at lysintensiteten hos lysdiodene øker når bevegelsen til magneten blir raskere.
4. Før pleksiglassrøret gjennom spolen og hold spolen omtrent midt på røret idet du slipper stabelen med magneter gjennom røret. Observer lysblinkene idet magneten faller. Hvilket lysblink kommer først, det røde eller det grønne? Hva skjer om du snur magneten?

Alternativt kan vi lage en egen jigg med en rød og en grønn lysdiode.



Spørsmål til ettertanke

- Ser du noe forskjell på lysstyrken til diodene dersom du plasserer spolen rundt øverste del av røret, midt på røret eller helt nederst idet du slipper magnetene?
- Ser du noen forskjell på lysstyrken dersom du bytter ut spolen med 1600 viklinger med en som bare har 400 viklinger? Hva med 200 viklinger?
- Ser du noen forskjell på lysstyrken når du slipper 2, 4 eller 6 magneter?

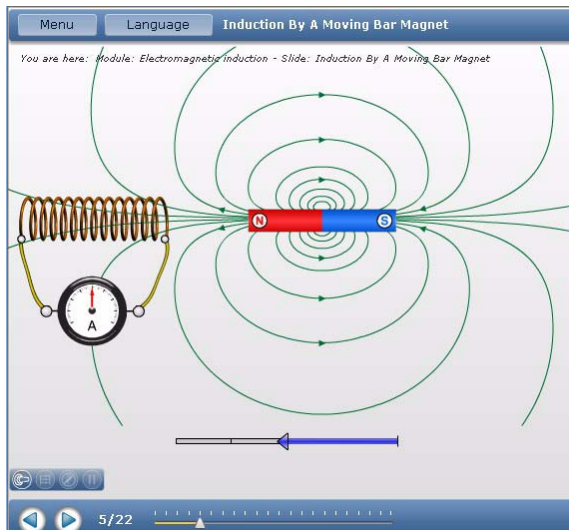


Animasjon (induksjon 4/22–5/22)

Animasjonen *Induksjon 4/22* på nettsadresse: <http://online.supercomet.no> viser hvordan det induseres en strøm idet magneten skyves inn i spolen.

Kommentarer

- Det kan være vanskelig å holde rede på hva som er anoden og katoden på lysdiodene. En kunne med fordel ha laget en liten plate med bøsninger hvor en tydelig avmerker hva som er anode og katode på diodene.



2.3 Virvelstrømmer

2.3.1 Treg pendel

Læringsmål

L 1 - Observere hvordan induerte virvelstrømmer bremser pendelen.

L 2 - Forklare hvordan den trege pendelen fungerer.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- E5 1 stk. trådsnelle m/tråd
- J2 1 stk. øyeskrue
- T9 1 stk. pleksiglassplate 300 x 200 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang 4 mm
- V39 1 stk. kobberbarre 300 x 40 x 10 mm
- V40 1 stk. aluminiumsbarre 300 x 40 x 10 mm
- V41 1 stk. kobberbarre 40 x 40 x 10 mm
- X4 1 stk. sylindrisk magnet med hull

Monter bordet og pleksiglassplaten i de nedreste spaltene på beina. Legg den store kobberbarren midt på pleksiglassbordet. Heng opp pendelen i messingstanga slik at den svever ca. 4–5 mm over kobberbarren.



Aktivitetsbeskrivelse

Dra pendelen med magneten ut til siden og se hvordan den bremses kraftig opp idet den nærmer seg kobberbarren. Den vesle kobberbarren kan brukes som lodd for å holde tråden, dermed er det lett å justere lengden til pendelen.

Skift ut kobberbarren med aluminiumsbarren og se om det er noen forskjell på bremseeffekten.

Spørsmål til ettertanke

- Hvordan vil du forklare at pendelen bremses kraftig opp i det den nærmer seg kobberbarren?
- Kan du observere noen forskjell i bremseeffekt mellom kobber- og aluminiumsbarren?
- Kan du forklare en eventuell forskjell i bremseeffekt?

Kommentarer

- Ingen kommentarer

2.3.2 Magnetbrems

Læringsmål

L 1 - Observere hvordan induerte virvelstrømmer bremser rotasjonen og på den måten kan anvendes som brems.

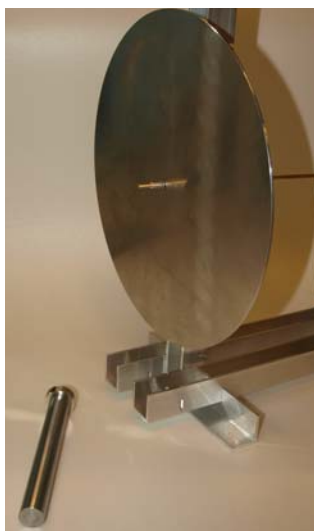
L 2 - Kunne forklare hvordan en magnetbrems fungerer.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- T11 1 stk. sirkulær aluminiumsskive Ø 30 cm med slisser
- T12 1 stk. sirkulær aluminiumsskive Ø 30 cm uten slisser
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang 4 mm
- V17 1 stk. stålstav
- X5 1 stk. sylindrisk magnet 30 mm
- 2 stk. stoppskiver (hull Ø 5 mm)
- 2 stk. plaststrømper (biter av pipetter)

Aluminiumsskiven festes til messingstanga ved hjelp av to stoppskiver og to plaststrømper. Skivene plasseres mellom plaststrømpene og og skiven. Plaststrømpene presses inn mot skivene på hver siden av skiven slik at den i størst mulig grad er festet til messingstanga. Stanga vil dermed rotere med skiven.



Aktivetsbeskrivelse

Sett skiva i kraftig rotasjon. For at den skal rotere stabilt er det greit å bruke messingstanga til å gi fart. Dette forutsetter at stoppskivene presser hardt mot aluminiumsskiven slik at messingstanga kan brukes som “drivaksling”.

Hold magneten nær ytterkanten av skiven. Magnetten skal være nær, men ikke berøre den roterende skiven. Legg merke til hva som skjer med skiven.



Gjenta forsøket, nå med aluminiumsskiven med spalter.

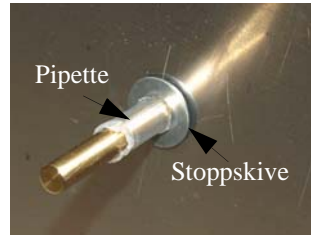


Spørsmål til ettertanke

- Kan du observere noen forskjell i bremseeffekt med og uten slisser?
- Kan du forklare en eventuell forskjell i bremseeffekt?

Kommentarer

- Det er liten forskjell i bremseeffekt mellom skive med og uten slisser.
- For at skiva skal rotere stabilt er det viktig at det benyttes skiver. Skivene presses inn mot skiven ved hjelp av to plaststrømper som slutter tett om messingstanga. I dette forsøket ble det benyttet biter av pipetter.
- *Legg noen stoppskiver og plaststrømper opp i kofferten.*



2.3.3 Magnetisk slalom

Læringsmål

L 1 - Kunne beskrive magnetens bevegelser nedover skråplanet.

L 2 - Kunne forklare bevegelsene ved hjelp av Lenz' lov og virvelstrømmer.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

V39 1 stk. aluminiumsbarre 300 x 40 x 10 mm

V40 1 stk. kobberbarre 300 x 40 x 10 mm

V41 1 stk. kobberbarre 40 x 40 x 10 mm

X5 1 stk. sylindrisk magnet Ø 30 x 10 mm

Lag et skråplan ved å plassere den korte kobberbarren under enden av den lange som vist på figuren under



Aktivetsbeskrivelse

La magneten rulle nedover skråplanet. Juster retningen til magneten slik at den treffer skrått inn mot kanten av barren.

Legg merke til hva som skjer idet magneten treffer kanten.

Spørsmål til ettertanke

- Beskriv hva skjer dersom du endrer startvinkelen til magneten.
- Har jordmagnetismen noen betydning for det som skjer? Vil bevegelsen endre seg dersom retningen til kobberbarren endres?
- Beveg magneten raskt fra side til side over kobberbarren. Hva skjer?

Kommentarer

- Undersøk om oppførselen til magneten endres når kobberbarren byttes ut med en aluminiumsbarre.

2.3.4 Magnet som glir på et elektrisk ledende skråplan

Læringsmål

L 1 - Beskriv bevegelsen til magneten når den glir ned kobberbarren

L 2 - Bruk Lenz' lov og kjennskapen til virvelstrømmer til å forklare det du ser

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

V39 1 stk. aluminiumsbarre 300 x 40 x 10 mm

V40 1 stk. kobberbarre 300 x 40 x 10 mm

X5 1 stk. sylindrisk magnet 30 Ø x 10 mm



Aktivetsbeskrivelse

Hold barren på skrå og la magneten gli nedover barren. Legg merke til hva som skjer med magneten. Bytt ut kobberbarren med aluminiumsbarren. Hvordan beveger magneten seg nå?

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer dersom du endrer helningen til kobberbarren?
- Blir det noen endring dersom du snur magneten?
- Hva skjer dersom du bruker en sterkere magnet (eventuelt svakere)?

Kommentarer

- Mål tidsforskjellen mellom kobber og aluminium.
- Kobberbarre - 15 sek.
Aluminiumsbarre - 8 sek.
- *Det bør ligge en stoppeklokke i kofferten.*
- Sammenlign farten og ledningsevnen til kobber og aluminium.



2.3.5 Magnet som faller gjennom kobberør

Læringsmål

L 1 - Beskriv bevegelsen til magneten som faller i et kobberør

L 2 - Forklare bevegelsene ved hjelp av Lenz' lov og kjennskapen til virvelstrømmer

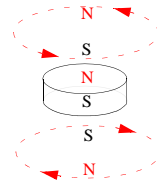
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

V11 1 stk. kobberør Ø 18 mm og 50 cm u/slisser

X2 1 stk. sylindriske magneter Ø 12 mm

T1 1 stk. skråplan laget av skum for å dempe støtet mot underlaget



Aktivitetsbeskrivelse

Slipp en sylindermagnet ned gjennom røret og observer fallhastigheten. Gjenta eksperimentet når røret holdes på skrå.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer med fallhastigheten dersom du endrer helningsvinkelen til røret?
- Hva skjer med fallhastigheten for gjenstander som ikke er magnetiske?
- Noen ganger så vipper magneten over til siden når den faller. Hvorfor tror du det skjer?
- Hvordan påvirkes fallhastigheten av diameteren til røret?

Animasjon (induksjon 1/22)

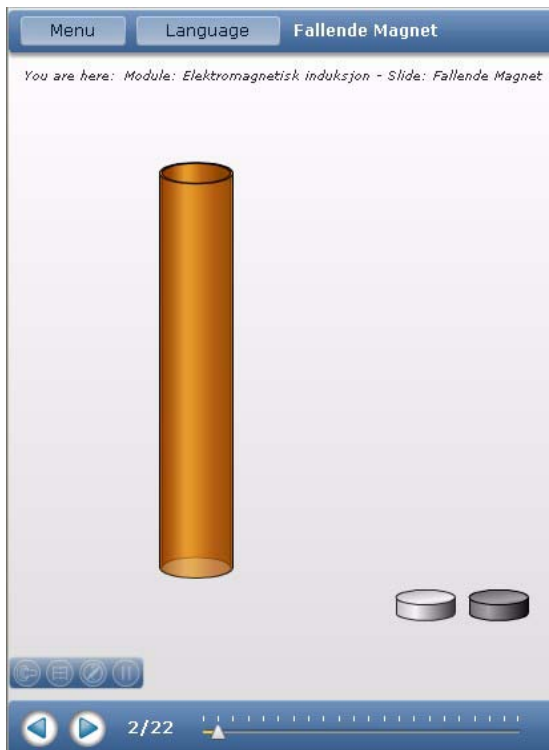
Gå til nettsadresse:

<http://online.supercomet.no>

Animasjonen viser hvordan en neodymmagnet faller langsommere enn en magnet av jern gjennom et kobberør.

Kommentarer

- En kan også slippe magnetiske kuler gjennom røret.
- Hvordan påvirkes fallhastigheten av at en eller flere stålkuler festes til den fallende magneten?
Sammenlign fallhastigheten for tre magnetiske kuler, og to stålkuler festet til en magnetisk kule.



2.3.6 Stabel av fem magneter som faller gjennom kobberør

Læringsmål

L 1 - Beskrive bevegelsen til magnetene når de faller i kobberøret

L 2 - Forklare det du ser ved å bruke Lenz' lov og kjennskapen til virvelstrømmer

L 3 - Bestemme falltiden for ulike antall magneter og diskutere resultatene

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

V11 1 stk. kobberør Ø 18 mm og 50 cm u/slisser

X2 6 stk. sylindriske magneter Ø 12 mm

T1 1 stk. skråplan laget av skum for å dempe støtet mot underlaget

Aktivetsbeskrivelse

Slipp en magnet gjennom kobberøret og registrer hvor fort den faller. Gjenta forsøket med 2, 3, 4, 5 og 6 magneter stablet oppå hverandre. Hva skjer med fallhastigheten som funksjon av antallet magneter.

Spørsmål til ettertanke

- Hva vil skje dersom vi bruker lengre magneter istedet for mange små?
- Hvilke forandringer i falltiden vil du måle om rørdiameteren blir større, mens størrelsen på magnetene er uforandret?
- Er det noen forskjell på fallhastigheten dersom det er plastkiver mellom magnetene sammenlignet med når magnetene er festet til hverandre uten plastkiver?



Teori

Resultatene av forsøket er behørig behandlet i artikkelen: *Magnet braking revised: An activity for How science works*, by Gren Ireson and John Twidle.

Artikkelen beskriver følgende sammenhenger mellom antall magneter og falltiden. Artikkelen diskuterer også hvordan falltiden endres med diameteren av magnetene.

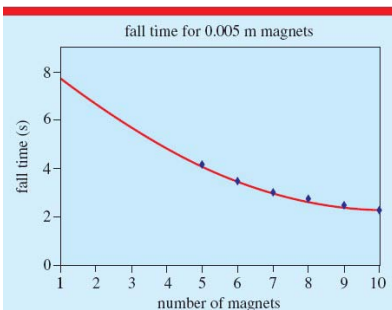


Figure 2. Fall time for 5 mm magnets in a 0.91 m tube. Trend predicted for four, three, two and one magnets.

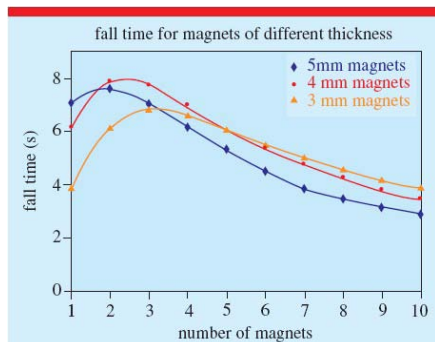


Figure 3. Fall time for magnets of different height.

Les mer i artikkelen som ligger på nett:

<http://iopscience.iop.org/0031-9120/43/5/010/pdf?ejredirect=iopscience>

Kommentarer

- Eksperimentet blir rikere dersom en *legger ved en stoppeklokke* med 1/10 sek. avlesning.
Følgende falltider ble målt for et rør med Ø 18 mm og lengde 50 cm
 - 1 magnet ca. 4 sek.
 - 2 magneter ca. 4 sek.
 - 3 magneter ca. 3 sek.
 - 4 magnetert ca. 3 sek.
 - 5 magneter ca. 2 sek.
 - 6 magneter ca. 2 sek.

2.3.7 Magneter som faller gjennom rør av ulike materialer

Læringsmål

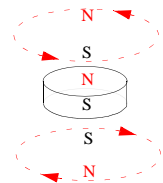
L 1 - Beskrive bevegelsen til magneter som faller i kobberøret

L 2 - Forklare det du ser ved hjelp av Lenz' lov og kjennskapen til virvelstrømmer

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- V10 1 stk. kobberør Ø 22 mm og 50 cm m/slisser
- V14 1 stk. kobberør Ø 22 mm og 50 cm u/slisser
- V6 1 stk. pleksiglassrør Ø 20 mm og 50 cm
- X2 1 stk. sylindrisk magnet Ø 12 mm
- T1 1 stk. skråplan laget av skum for å dempe støtet mot underlaget
- 1 stk. stoppeklokke med mulighet til måling av 1/10 sek.



Aktivetsbeskrivelse

Slipp en sylindrisk magnet gjennom henholdsvis et pleksiglassrør, et kobberrør med slisser og et kobberrør uten slisser. Ta tida det tar for magneten å passere gjennom de ulike rørene.

Spørsmål til ettertanke

- Hva vil skje dersom røret hadde flere eller lengre slisser?
- Tenk deg andre materialer enn kobber og pleksiglass. Hva vil du observere dersom du brukte et jernrør eller et rør av sølv?
- Gjenta forsøket med et rør av aluminumsfolie. Hva vil du forvente skjer?

Kommentarer

- Kobberrøret med slisser burde ha vært av dimensjonen 18 mm, eventuelt enda tynnere for å få frem effekten tydeligere.
- Sammenlign fallhastigheten gjennom rør med $\text{\O} 18 \text{ mm}$ og $\text{\O} 22 \text{ mm}$.
Fallhastighet én magnet $\text{\O} 12 \text{ mm}$ gjennom $\text{\O} 18 \text{ mm}$ rør $\approx 3 \text{ sek.}$
Fallhastighet én magnet $\text{\O} 12 \text{ mm}$ gjennom $\text{\O} 22 \text{ mm}$ rør $\approx 3 \text{ sek.}$

2.3.8 Magnet som faller på en kobber eller aluminiumsbarre

Læringsmål

L 1 - Kunne beskrive magnetens fallbevegelse når den slippes ned på en kobberbarre

L 2 - Kunne forklare observasjonen ved hjelp av Lenz' lov og virvelstrømmer

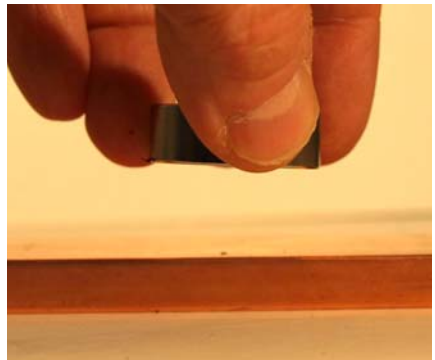
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

V39 1 stk. aluminumsbarre 300 x 40 x 10 mm

V40 1 stk. kobberbarre 300 x 40 x 10 mm

X5 1 stk. sylindrisk magnet 30 \O x 10 mm



Aktivetsbeskrivelse

Legg kobberbarren på bordet og slipp den store magneten (X5) ned på barren fra 3–4 cm høyde slik at den treffer kobberflaten mest mulig vannrett. Legg merke til hva som skjer med fallhastigheten idet magneten nærmer seg kobberbarren.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer dersom du gjør kobberbarren dobbelt så tykk?
- Hva skjer om du bytter ut kobberbarren med en aluminiumsbarre?
- Påvirker jordmagnetismen utfallet av eksperimentet?
- Endres fallet dersom magneten roterer?

Kommentarer

- De to siste spørsmålene over er vanskelige å forstå.

2.3.9 Kaotisk pendel

Læringsmål

L 1 - Observere den ustabile bevegelsen når en magnet pendler over en samling av magneter.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- E5 1 stk. trådsnelle m/tråd
- J2 1 stk. øyeskrue
- T9 2 stk. pleksiglassplate 300 x 200 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang 4 mm
- V41 1 stk. kobberbarre 40 x 40 x 10 mm
- X2 6 stk. sylindrisk magnet 12 mm
- 5 stk. små biter med “skoletyggegummi”



Legg fem av de seks små magnetene utover plata så tett du kan tillate uten at de klapper sammen. Bruk litt “skoletygggummi” for å feste dem til underlaget slik at de ikke “stikker av”. Du kan også bruke de små stavmagnetene.

Heng øyeskruen opp i messingstanga slik at den svever ca. 8–10 cm over bordet med magnetene. Fest den siste av de små sylindriske magnetene til enden av øyeskruen. Festet blir best når mutrene settes helt ut på enden av skruen.

Aktivitetsbeskrivelse

Dra pendelen med magneten ut til siden og se hvordan den oppfører seg når den passerer over samlingen av magneter. Den vesle kobberbarren kan brukes som lodd for å holde tråden.

Spørsmål til ettertanke

- Bør magnetene på plata orienteres slik at de støter pendelen fra seg, eller bær de tiltrekke seg pendelen? Eller er en blanding best?
- Hvordan vil du beskrive bevegelsen til pendelen?
- Ser du et system i bevegelsen?

Kommentarer

- *Legg litt skoletygggummi opp i kofferten.*
- Magnetene er for sterke til at denne modellen fungerer godt.

2.5 Anvendelser

2.5.2 Generator

Læringsmål

L 1 - Gi økt forståelse for Faraday-Newmann-Lenz lov

L 2 - Gi økt forståelse for omvandlingen fra mekanisk til elektrisk energi

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

H4 1 stk. lyspære med tilhørende koblingsledning

M 2 stk. krokodilleklemmer

V20 1 stk. håndgenerator

- V32 1 stk. multimeter
- W2 1 stk. lableledning 1 m sort
- W4 1 stk. lableledning 1 m rød

Aktivetsbeskrivelse

Sørg for at lyspæra er montert i sokkelen foran på generatoren. Vi valgte å bruke krokodilleklemmer og lableledning for å koble uttaket fra generatoren til multimeteret. Innstill multimeteret for måling av spenning.

Hold generatoren og drei håndtaket, se at lampen lyser. Legg merke til den kraften du må bruke for å drei håndtaket.

Skru ut lyspæra og legg merke til hvor stor muskelfraft du nå trenger for å drei håndtaket. Hadde du forventet at du måtte bruke ulik kraft på håndtaket, med og uten lyspæra?

La studentene erfare forskjellen, og utfordre dem til å forklare hvorfor det er forskjell.

Spørsmål til ettertanke

- Trengs det energi for å få en lyspæra til å lyse?
- Hvordan kan lyset i lampen knyttes til kraften du må bruke for å drei håndtaket?
- Kan du beskrive energikjeden fra du dreier på håndtaket til det blir lys i lyspæra? Legg spesiell vekt på å beskrive energiomvandlingen fra mekanisk til elektrisk energi.

Kommentarer

- Vær forsiktig når generatoren settes i bevegelse, tannhjulene går lett istorykker.



2.5.3 Transformator

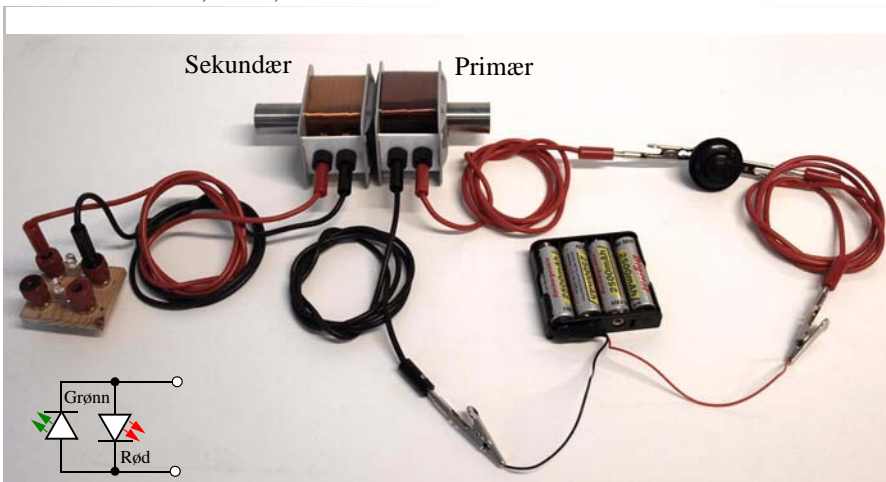
Læringsmål

- L 1 - Observere hvordan en endring i strømstyrken i primærspolen, resulterer i en endring av elektromotorisk kraft (EMK) over sekundærspolens terminaler.
- L 2 - Forstå hvordan prinsippene elektromagnetisme og induksjon til sammen danner grunnlaget for transformatoren.
- L 3 - Forstå hvordan transformatoren virker og hva som er hensikten med den.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- K2 1 stk. grønn lysdiode
- K4 1 stk. rød lysdiode
- L 1 stk. trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder, 4·AA
- V17 1 stk. stålstav
- V29 1 stk. spole, 200 viklinger
- V30 1 stk. spole, 400 viklinger
- V31 1 stk. spole, 1600 viklinger
- W2 2 stk. labledning, 1 m sort
- W4 2 stk. labledning, 1 m rød
- W11 4 stk. batterier, AA 1,2 V



Kretsen kobles opp som vist på figuren over. Batteriholderen kobles til primærspolen (200 viklinger) via en bryter. To lysdioder kobles i antiparallell (se innskutt figur) og tilkobles sekundærspolen (1600 viklinger).

Aktivitetsbeskrivelse

Legg stålstaven inn i spolene og trykk på bryteren. Observer lysdiodene.

Endre følgende parametere og observer lysintensitet og blinksekvens hos lysdiodene:

- Slå av og på strømmen
- Med og uten jernkjerne i spolene (stålstav)
- Polaritet på tilkoblingspunkter (koble ledningene motsatt vei til spolene)
- Liten primær og stor sekundærspole (bruk etter tur samtlige tre spoler)
- Stor primær og liten sekundærspole (bruk etter tur samtlige tre spoler)
- Plassering av spolene langs stålstaven

Lag en tabell og gjør systematiske registreringer.

Spørsmål til ettertanke

Hvordan avhenger EMK'en (størrelse og retning) over sekundærspolen:

- av at strømmen slås av og på?
- med og uten jernkjerne?
- polariteten på tilkoblingene?
- innbyrdes viklingstall på spolene?
- plasseringen av spolene langs stålstaven?

Kommentarer

- Så lenge vi kun har mulighet til å benytte likespenningskilder er det vanskelig å bruke multimeteret. Lysdiodene synes imidlertid å gi et meget tydelig signal om strømretning og spenning (EMK)/strømstyrke på sekundærsiden.
- Det anbefales å anskaffe lysdioder med noe kraftigere lysstyrke enn de som nå ligger i kofferten. Utprøving og sammenligning av ulike typer kan være nødvendig.

3 Magnetisme

3.1 Magnetiske poler

3.1.1 Utforsk magnetiske felt og feltlinjer

Læringsmål

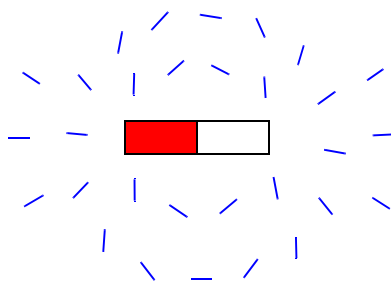
- L 1 - Observere at magnetnåler som befinner seg langt fra magneter stiller seg inn i retning av jordfeltet.
- L 2 - Observere at retning til magnetnålene endres når de nærmer seg magneter.
- L 3 - Observere at magnetnålenes pekeretning danner et mønster når de legges rundt en magnet, og at magnetnålene peker bort fra nordpolen og inn mot sørpolen.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

V18 1 stk. stavmagnet

G20 30 stk. små kompass Ø 20 mm



Aktivetsbeskrivelse

Legg en stavmagnet på bordet. Spre de små magnetnålkompasene utover bordet rundt stavmagneten og se om det er en sammenheng mellom passering og pekeretning.

Spørsmål til ettertanke

- Hva er det som bestemmer retningen til kompassnålene?

- Hva vekselvirker kompassnålene med?
- Hva menes med at vi kaller kompassnåla for er en “indikator”, og hva er det den indikerer?
- Hva representerer retningen til kompassnålene?

Animasjon (magnetisme 12/46 - 18/46)

Tilsvarende kan vises som animasjon. Små kompassnåler kan plasseres fritt rundt en magnet (elektromagnet), slik at feltretningene framkommer.

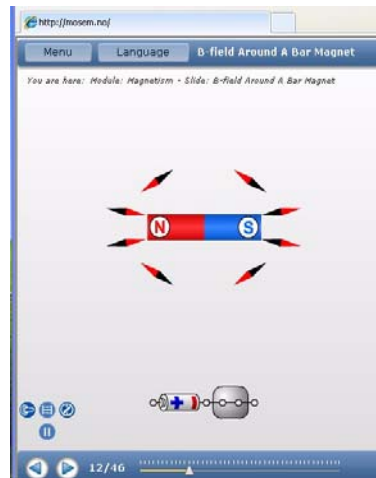
Animasjonen finnes på <http://mosem.no> animasjon nr. 12/46.

Andre relevante animasjoner er:

13/46 til 18/46 Plasser riktig magnet i feltbildet

Kommentarer

- De små nålene er ikke kompensert for jordmagnetfeltet så langt nord, de støter derfor mot topp og bunn i kammeret.
- De peker dessuten i litt forskjellig retning når de ikke påvirkes av annet enn jordfeltet. De fungerer imidlertid greit når de skal detektere feltlinjene rundt en magnet.



3.1.2 Magnetiske kuler og staver

Læringsmål

- L 1 - Kjenne til at magneter har to poler og at like poler frastøter og ulike tiltrekker hverandre.
- L 2 - Kunne forklare hvorfor to magneter alltid tiltrekkes av hverandre dersom en stålkule legges i mellom.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- | | |
|----|--|
| X1 | 6 stk. små stavmagneter Ø 5 mm x 25 mm |
| F | 4 stk. stålkule 12,7 mm |



Aktivitetsbeskrivelse

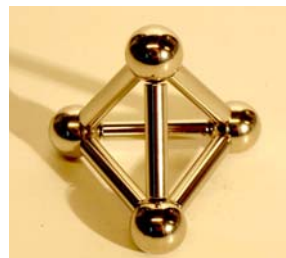
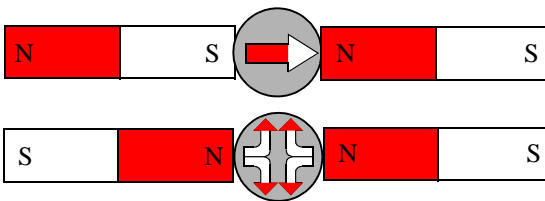
Ta to små stavmagneter og før dem mot hverandre. Enten tiltrekkes de eller så frastøtes de av hverandre avhengig av hvilke poler som møtes. Legg en stålkule mellom stavmagnetene. Du vil oppdage at stavmagnetene alltid tiltrekkes av kula. Uavhengig av hvilke magnetpoler som møtes i kula.

Spørsmål til ettertanke

- Hvordan skal vi klassifisere stålkulene mht magnetiske egenskaper?
- Stoffe som er ferromagnetiske kan midlertidig bli magnetisert. Hvordan vil du forklare en slik egenskap?
- Hvordan vil kulas magnetiske poler være fordelt dersom vi fester enda to staver til kula, begge med samme polaritet inn mot kula.

Teori

Vi legger merke til at når en stålkule legges mellom to stavmagneter, vil magnetene alltid tiltrekkes av kula. Vi legger likevel merke til at før stavmagneten kommer helt inntil kula så vil den frastøtes om den andre magneten berører kula med samme pol. Kommer den nær nok, er det som om den skifter polaritet og likevel blir tiltrukket.



Det samme fenomenet utnyttes når vi bygger med magnetiske staver og kuler, se figuren over til høyre.

Kommentarer

- Spørsmålene bør formuleres klarere

3.1.5 Roterende magneter⁴

Læringsmål

L 1 - Observere og analysere et fenomen.

L 2 - Observere hvordan sfæriske magneter oppfører seg når de møtes og har fart

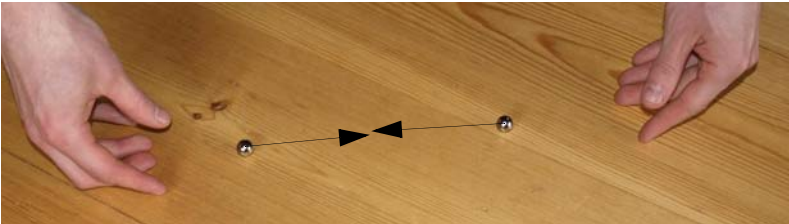
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

X6 2 stk. sfæriske magneter

Aktivitetsbeskrivelse

Magnetene sendes mot hverandre med stor fart. Idet de nærmer seg hverandre, vil de akselereres og treffe hverandre med stor kraft. Vanligvis vil de treffe hverandre litt på skrå slik at de settes i kraftig rotasjon. Dersom bordet er hardt vil de kunne snurre 10 - 20 sek.



Dersom en ønsker å spare kulene for et kraftige støtet, kan en sette sammen de to kulene og sette dem i rotasjon som en snurribass. Da kan en studere rotasjonen uten å risikere skader på kulene.

Spørsmål til ettertanke

Observer nøye hva som skjer.

- Hvorfor settes kulene i kraftig rotasjon når det treffer hverandre? Eventuelt hva skyldes det at de noen ganger ikke roterer når de møtes?

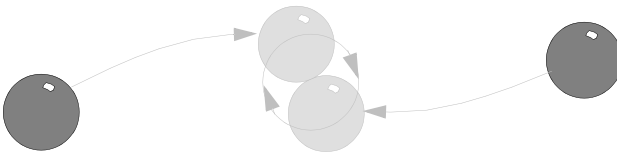
4. Etter en ide av Per-Odd Eggen, Skolelaboratoriet ved NTNU.

- Lytt til lyden de lager når de roterer. Kan dette hjelpe deg til å beskrive rotasjonen?
- Se nøye på hva som skjer rett før de stopper. Hvorfor synes det som om rotasjonshastigheten nesten er konstant i starten, mens den bremses raskt opp rett før de stopper?
- Dersom de passerer svært nær hverandre uten å treffe hverandre, vil de avbøyes. Kan du beskrive hvordan de avbøyes. Avbøyes begge kulene likt?

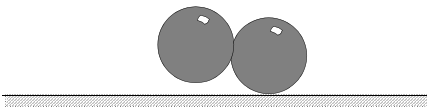


Teori

Dersom kulene passerer nær nok hverandre vil de magnetiske kreftene akselerere kulene slik at de treffer hverandre med stor kraft. Det vanligste er at de treffer hverandre litt på skrå slik at de to koblede kulene settes i kraftig rotasjon.



Det interessante er at de fortsetter å rotere som en enhet lange etter at en skulle tro at de ville ha stoppet.



Bildet til høyre er tatt idet kulene roterer. Lyden som oppstår kan indikere at de to kulene skifter om å være i berøring av underlaget, hvilket vi skal se ikke er tilfelle.

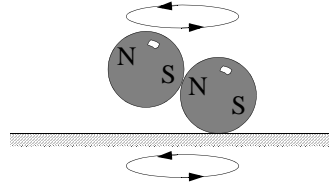
Dersom en ønsker å studere rotasjonen alene, uten å risikere å skade kulene, kan en sette i gang de to kulene som en vanlig snurribass som vist til venstre på figuren til høyre.



Dersom en vil forsterke effekten kan en bruke en glassplate eller et speil som under-

lag. Dermed reduseres friksjonen til et minimum, og kulene kan rotere i mer enn 30 sek.

Filming med høyhastighets kamera (1000 fps) synes å vise at kun den ene kula berører underlaget. Dvs. at det ikke oppstår noen vippebevegelse. De to kulene vil rotere om det felles tyngrepunktet. Når de først er satt i bevegelse, synes kulenes posisjon i forhold til underlaget å være konstant så lenge farten holdes oppe.



Når rotasjonshastigheten avtar, vil den øverste kula nærme seg underlaget for til slutt å ta nedi. Da bremstes rotasjon kraftig opp og kulene stopper. Dette er årsaken til at de synes å ha stor fart helt til de plutselig stopper opp.

Kommentarer

Dette eksperimentet er muligens på kanten av hva som bør være med i dette heftet. Det er imidlertid to årsaker til at det likevel er tatt med:

- Dersom kulene sendes mot hverandre uten å treffe hverandre, men nær hverandre, vil en tydelig se hvordan de avbøyes mot hverandre. Avbøyningen avhenger imidlertid både av hvor nær de kommer, men også hvordan de to polene er orientert i forhold til hverandre idet de passerer.
- Videre vil de to kulene akselerere mot hverandre på grunn av de magnetiske kreftene. Magnetismen sørger også for å holde de to kulene sammen slik at rotasjonen opprettholdes.

3.1.6 Finn den magnetiske polen

Læringsmål

L 1 - Observere at kompassnåler peker inn mot eller bort fra en magnetisk pol.

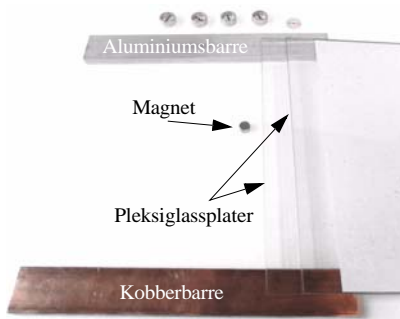
Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- G 4 stk. kompass, 20 mm
- T9 2 stk. pleksiglassplate 200·300·3 mm
- V39 1 stk. aluminiumsbarre 300·40·10 mm
- V40 1 stk. kobberbarre 300·40·10 mm
- X2 1 stk. sylindermagnet Ø 12 mm

- 2 stk. A3-ark kopipapir (ev. A4)
- 2 stk. plastmerkering

To pleksiglassplater legges oppå hverandre med et papirark mellom. Platene legges på kobber- og aluminiumsbarren slik at de får noen mm klaring til underlaget. En magnet legges i en vilkårlig posisjon under platene.



Aktivitetsbeskrivelse

Ved hjelp av de små kompassene skal magneten på undersiden av plata lokaliseres. En markør kan legges på stedet der en mener at magneten befinner seg under platene.

Når stedet er bestemt, dras papiret mellom platene til side slik at magnetens virkelige posisjon avsløres.

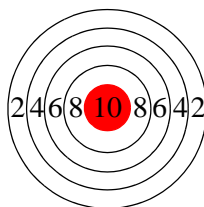


Spørsmål til ettertanke

- Hvilken av magnetens poler peker opp?
- Hvordan påvirkes nøyaktigheten til lokaliseringen ved at magneter legges i en avstand på ca. 10 cm?

Kommentarer

- For å bestemme hvilken magnetisk pol som peker opp, er det viktig å være klar over at pilspissen på kompassnåla er definert som en nordpol. Dvs. at *det* vi kaller den magnetiske Nordpolen på jorda, egentlig er en sørpol.
- Det kan være lurt å være to når man skal da bort papiret mellom platene uten å forstyrre plasseringen av markøren eller pleksiglassplatene i forhold til magneten.
- Plastmerkingen kan utformes som en målskive og skrives ut på transparent folie som vist på figuren til høyre. Rød sirkel i sentrum kan markere en nordpol, blank en sørpol.



3.2 Magnetiske materialer

3.2.1 Visualisering av magnetiske felt ved hjelp av jernfilspen

Vi har tidligere utforsket magnetfeltet ved hjelp av små kompasser. I dette eksperimentet skal vi benytte to andre hjelpemidler:

- Jernfilspen
- Magnetisk fluksdetektor

Læringsmål

L 1 - Kjenne formen på det magnetiske feltet i rommet rundt magneter av ulik form

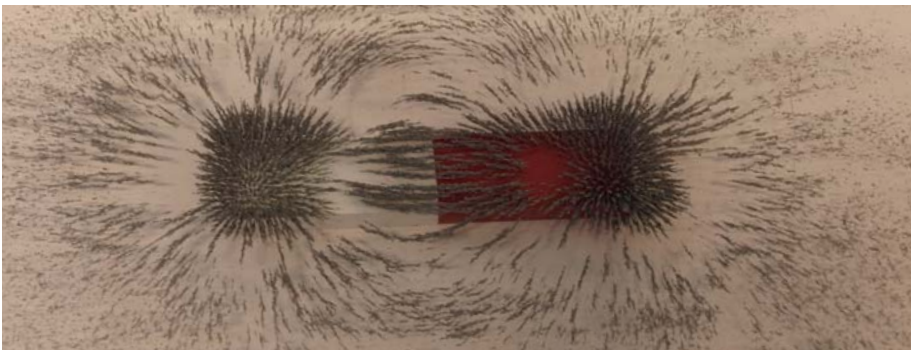
Laboratorieoppsett og utstysrliste

Utstyr:

- T4 1 stk. magnetisk fluksdetektor
- T9 1 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 5 mm
- V18 1 stk. stavmagnet
- V23 1 stk. u-magnet
- V33 1 boks med jernfilspen 250 g

Aktivitetsbeskrivelse

Legg magneten på et plant underlag og legg pleksiglassplata over magneten. Strø jernfilspen på plata der magneten ligger. Dryss på akkurat nok til å se strukturen i feltlinjene. Ha på litt ekstra ved polene slik at de vertikale komponentene til feltet framkommer som vist på nederst på bildet under.

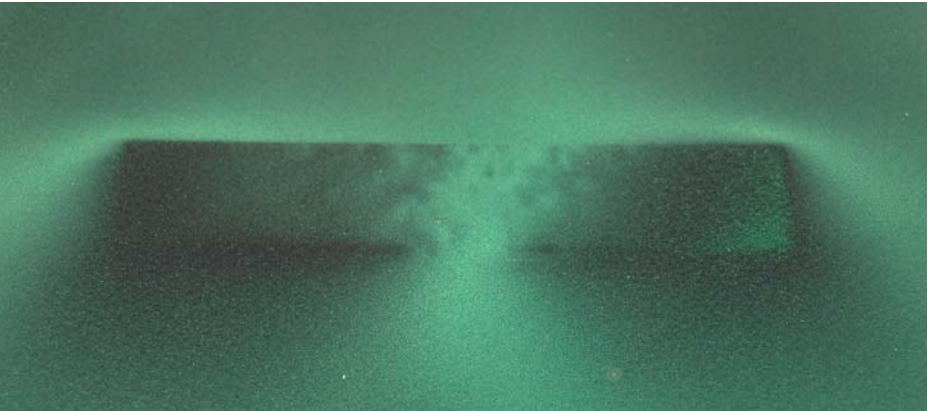




Jernfilspona samles lett opp i et kaffefilter og helles tilbake i boksen.

Sørg for å holde andre magneter langt borte fra jernfilspona. Det er vanskelig å få av spon som alt har festet seg til magneter.

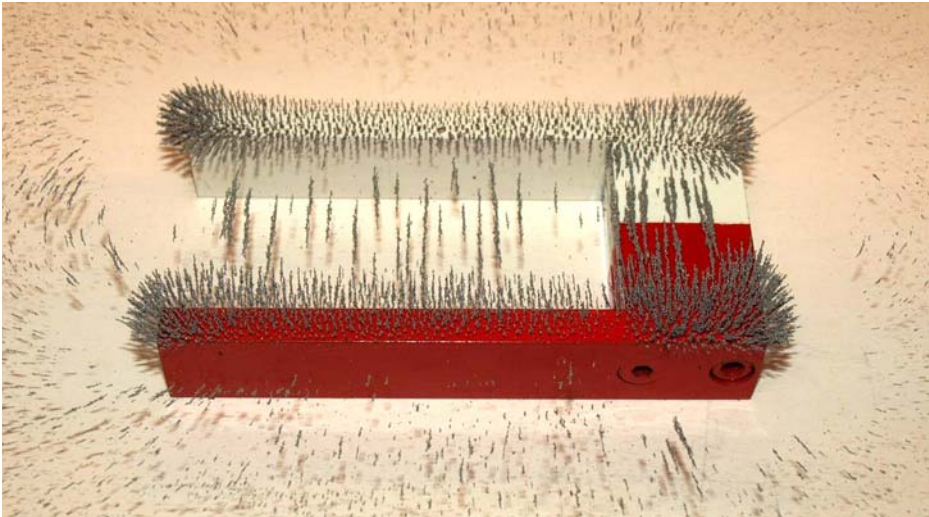
Den magnetiske fluksdetektoren viser ikke feltlinjene, men flukstettheten. Mørke områder indikerer stor flukstettheten, lysere områder mindre flukstetthet.



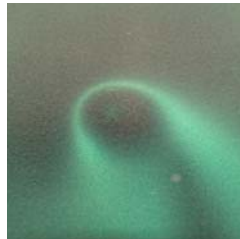
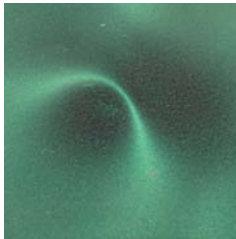
Studerer en bildet over vil en imidlertid se at dette ikke nødvendigvis stemmer. Vi legger merke til lyse partier langs hjørnene der en skulle tro at feltet er spesielt sterkt.

Gjenta eksperimentet over med magneter med ulik form og styrke.

Figuren under viser feltbildet til en u-formet magnet. Legg spesielt merke til det uniforme feltet i gapet mellom armene.



En magnetisk kule har ikke en form som tydelig viser hvor polene er. Ved hjelp av fluksdetektoren ser vi polene tydelig.



Spørsmål til ettertanke

- Hvorfor vil både kompassnåler som er magnetiske, og jernfilspen som ikke er magnetisk (men ferromagnetisk), vise feltlinjer?
- Hvordan er den geometriske sammenhengen mellom feltlinjene og magneten?
- Kan linjene som framkommer med jernfilspen representere retningen til kreftene som opptrer i feltet?
- Er feltlinjene kun i ett plan eller sprer de seg ut i hele rommet?

- Hva skjer med feltlinje mellom to magneter
 - som frastøter hverandre?
 - som tiltrekker hverandre?

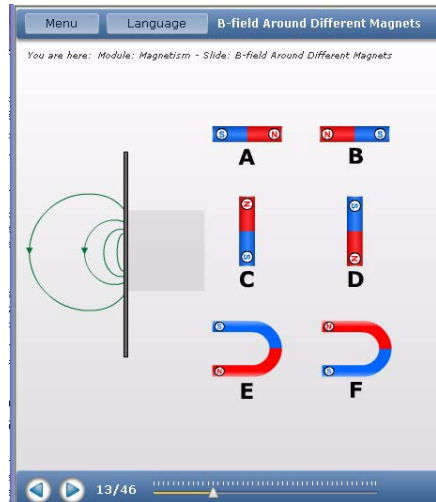
Kommentarer

- *Legg et par kaffefilter og en liten myk pensel ned i kofferten.* Dette er praktiske hjelpemidler for å samle opp jernfilspen.
- *Vurder å inkludere jernfilspen med avlange korn* om slike finnes, da slike vil muligens gi et bedre bilde av feltlinjene.

Animasjon (magnetisme 11/46 - 18/46)

Animasjonene finnes på <http://online.supercomet.no>

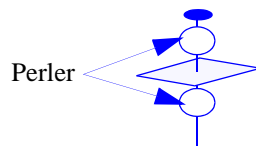
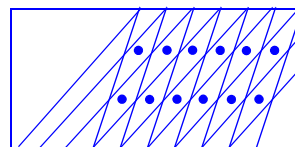
Under magnetisme, animasjon 11/46–18/46, finnes en rekke oppgaver hvor en skal kombinere et feltbilde med rett magnet som vist på figuren over.



Ideer til videre arbeid

1. Hvordan vil stålull klippet opp i små biter, fungere som erstatning for vanlig jernfilspen?
2. Framstilling av feltlinjeindikator:

Klipp opp en hermetikkboks og Brett blykkplata ut til et rektangel. Trekk skrå streker på plata med en syl, som vist øverst på figuren til høyre. Merk av for hullene og bor før du klipper de små kompassnålene fra hverandre. Klipp ut de små nålene og fest dem med innbyrdes lik avstand på ei treplate ved hjelp av små stifter eller messingnåler. Legg en perle på over- og undersiden av kompassnåla slik at den roterer lett. Legg ei pleksiglassplate på avstandstykker over kompassnålene. Pass på at plata går fri fra nålene. Legg magneten på pleksiglassplata og se hva som skjer med kompassnålene.

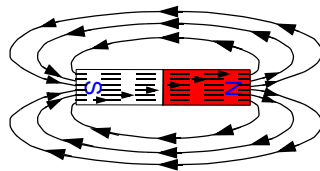
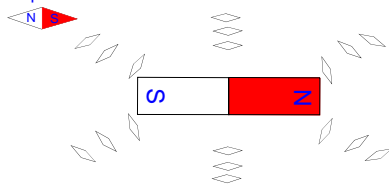


Om vi legger ei lita kompassnål i nærheten av en magnet, vil vi se at den legger seg i en bestemt retning (se til venstre på figuren under). Flytter vi kompassnåla rundt til forskjellige steder, vil vi se at den endrer retning.

Kompassnålene oppfører seg som små magneter som påvirkes av de magnetiske kreftene fra den store magneten. Retningen til magnetnålene viser hvilken vei kraften peker. Vi kan tegne piler og linjer som viser retningen til denne kraften på forskjellige steder i nærheten av magneten. Linjene er et "bilde" på det *magnetiske kraftfeltet* rundt magneten.



Kompassnål



3.2.2 Utforsk magnetisk kraft med blyminer

Læringsmål

- L 1 - Observere hvordan sterke magneter virker på blyminer til trykkeblyanter.
- L 2 - Undersøke de magnetiske egenskapene til blyminer.
- L 3 - Bli istand til å identifisere diamagnetisk materiale.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- J1 1 stk. stålspiker
- J3 12 stk. blymine HB 0,3 Pilot ENO
- J4 12 stk. blymine HB 0,5 Pilot ENO
- J5 12 stk. blymine HB 0,7 Pilot ENO
- J6 12 stk. blymine HB 0,9 Pilot ENO
- J7 12 stk. blymine B 0,7 Pilot ENO

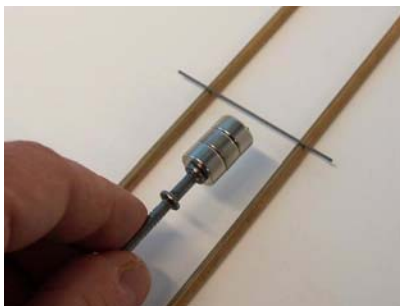


- J8 12 stk. blymine B 0,7 DAXI Blyantminer
- J9 12 stk. blymine HB 0,7 Corporate Express
- V13 2 stk. messingstenger Ø 4 mm, 50 cm
- X2 3 stk. sylindriske magneter Ø 12 mm

Aktivetsbeskrivelse

Velg en blymine fra en av beholderne og legg det på tvers av de to messingstengene. Ta noen av de sylindriske magnetene og før dem langsomt bort til blymine som vist på figuren til høyre. Dersom magnetene festes til en stålstift er de lettere å folde.

Ved å legge messingstengene som skinner under blyminene reduseres friksjonen slik at de ruller lettere.



Registrer hva som skjer med blymine. Gjenta samme forsøket for alle typene blymine. Hva oppdager du?

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer når du nærmer deg blymine med en sterk magnet? Hvordan vil du forklare det du observerer?
- Er det forskjell på blyminene?
- Hva kalles materialer med de egenskapene du nå har observert hos blyminene?

Kommentarer

- De vedlagte byminene oppfører seg forskjellig:

HB 0,3 Pilot ENO	Frastøtes - diamagnetisk
HB 0,5 Pilot ENO	Frastøtes - diamagnetisk
HB 0,7 Pilot ENO	Frastøtes - diamagnetisk
HB 0,9 Pilot ENO	Frastøtes - diamagnetisk
B 0,7 Pilot ENO	Frastøtes - diamagnetisk
B 0,7 DAXI Blyantminer	Frastøtes litt - litt diamagnetisk
HB 0,7 Corporate Express	Tiltrekkes - ferromagnetisk

3.2.3 Svevning med pyrolytisk grafitt

Læringsmål

L 1 - Kunne beskrive oppførselen til en grafittskive i et magnetisk felt

L 2 - Kunne forklare svevingen ved hjelp av geometrien til feltet og de diamagnetiske egenskapene til grafitten

Laboratorieoppsett og utstyrliste

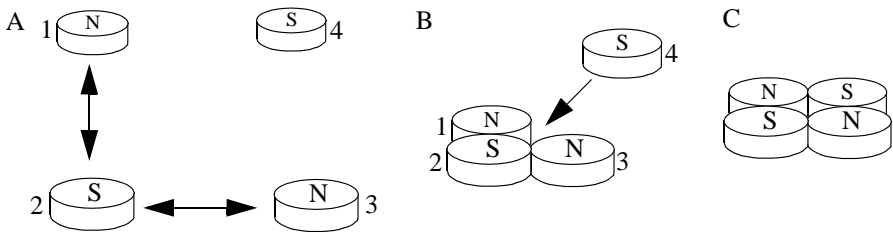
Utstyr:

X2 6 stk. sylindriske magneter Ø 12 mm

E1 1 stk. pyrolytisk grafitt

Aktivitetsbeskrivelse

Del av en tynn skive av den pyrolytiske grafitten, ca. $0,5 \text{ cm}^2$ med en skarp kniv. Sett sammen fire sirkulære magneter av typen X2, i en kvadratisk form som vist til høyre på figuren under.



For å være sikker på at magnetenes poler er riktig orientert, kan en gjøre følgende:

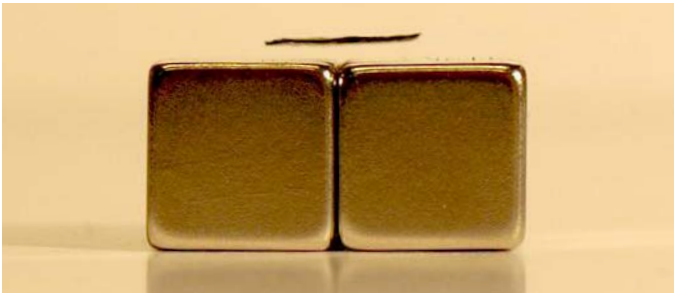
1. Ta utgangspunkt i en stabel av magneter. I en slik stabel vil magnetene alltid være orientert med polene i samme retning, slik at nordpol ligger mot sørpol.
2. Ta av en og en magnet og legg dem utover bordet i en firkant som vist til venstre på figuren over. Pass på å snu magnetene slik at de ligger med annenhver sørpol og nordpol som vist.
3. Før sammen magnet 1 og 2 slik at de blir liggende ved siden av hverandre. Før deretter magnet 3 inn til magnet 2, slik at de tre magnetene blir liggende i en vinkel.
4. Press så magnet 4 inn mellom magnet 1 og 2.



Så er du klar til å legge den pyrolytiske grafittskiven på magnetene.



Svevningen blir enda tydeligere dersom det benyttes kubiske neodymmagneter siden åpningen i midten blir mindre.



Spørsmål til ettertanke

- Hvordan vil du forklare at et stykke grafitt kan sveve over sterke magneter?
- Hva skjer med grafitten dersom den legges over en enkelt magnet?
- Hva har denne typen svevning til felles med svevning i forbindelse med superledning? Hva skiller de to fenomenene?
- Svevning krever energi for å motvirke gravitasjonen fra jorda. Hvor kommer denne energien fra?

Se også *Spørsmål til ettertanke* avsnitt 3.3.8 på side 117.

Teori

Pyrolytisk grafitt er et lagdelt krystallinsk kullstoff. Krystallen har svakere soner som gjør det lett å dele opp krystallen i tynne skiver. Det er grafittens diamagnetiske egenskaper som gjør at det kan holde seg svevende i magnetfeltet.

Et materiale som er diamagnetisk, vil, når det utsettes for et eksternt magnetfelt, sette opp et indre motfelt. Feltlinjene vil derfor synes å omslutte det diamagnetiske materialet uten å trenge inn i det. Denne egenskapen blir absolutt i en superleder.

Diamagnetisk materiale av denne typen vil dras mot områder med litt svakere magnetisk felt. Et slikt område skapes nær midten av de fire magnetene. Det blir omtrent når en kule ruller ned i en grop og blir liggende.

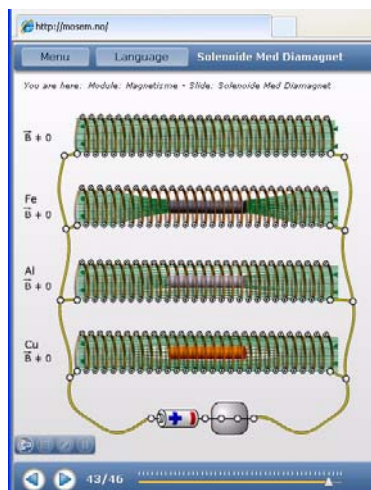
Animasjon (magnetisme 40/46 - 43/46)

Animasjonene finnes på <http://online.supercomet.no>

Disse animasjonene viser magnetfeltet i en luftspole som gir et homogent magnetisk felt inne i spolen (40/46). Et *ferromagnetisk* materiale tiltrekker seg feltet slik at feltet hovedsakelig går i materialet (41/46). Et *paramagnetisk* materiale (f.eks. aluminium) trekker til seg en mindre del av feltet (42/46), mens et diamagnetisk materiale (f.eks. kobber) støter feltet delvis bort fra materialet, slik at fluksen inne i materialet er mindre enn utenfor (43/46).

Kommentarer

- Eksperimentet fungerer godt når en først finner ut hvordan magnetene skal settes sammen.



3.2.4 Magnetisk karusell (H_2O - $CuSO_4$)

Læringsmål

- L 1 - Observere vekselvirkningen mellom en sterk magnet og vann, og mellom en sterk magnet og kobbersulfat ($CuSO_4$).
- L 2 - Kunne utforske de magnetiske egenskapene til stoffer.
- L 3 - Forstå forskjellen mellom diamagnetiske og paramagnetiske stoffer.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- C1 1 stk. dramsglass m/ $CuSO_4$, kobbersulfat
- C2 1 stk. dramsglass m/vann

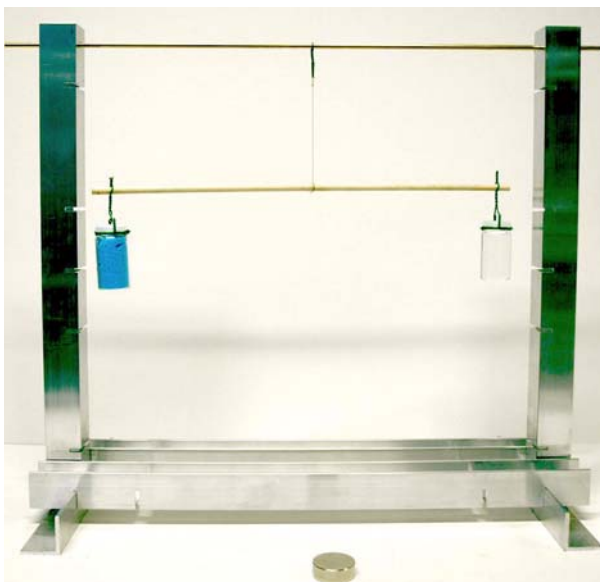
- E5 1 stk. sytråd - ca. 10 cm
- U1 2 stk. eksperimentbord del 5, aluminiumsbein
- V1 2 stk. eksperimentbord del 6, tverrstag for stabilisering
- V12 1 stk. trepinne 6 mm - kappes til 36 cm
- V13 1 stk. messingstang 4 mm
- X5 1 stk. neodymmagnet 30 mm
- 3 stk. 10 cm tynn plastisolert ledning



Bruker koblingstråden til å lage festeordninger til dramsglassene. Eksperimentbordet settes opp i henhold til versjon 1 (se side 49).

Messingstanga tres gjennom hullene i aluminiumsbeina.

Trepinnen kappes til en lengde på 36 cm slik at den fritt kan svinge mellom aluminiumsbeina. De to dramsglassene tres inn på pinnen som henges opp som en balansevekt i en ledningskrok.



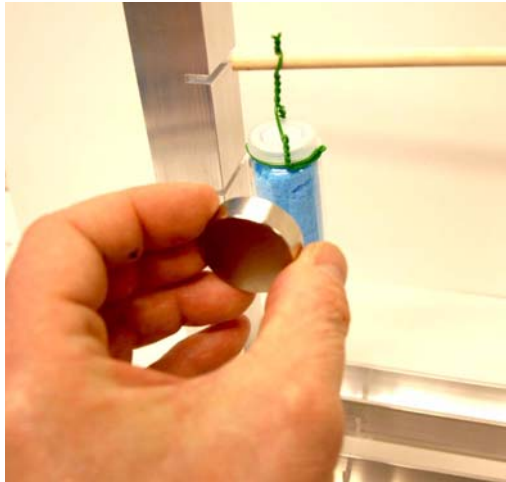
Aktivitetsbeskrivelse

Når balansevekta er kommet til ro (kan ta litt tid), føres magneten nær opp til (ca. 5 mm) glasset med kobbersulfat, og deretter nær opp til glasset med vann. Magnetten skal ikke berøre glassene.

Observer hva som skjer med balansevekta.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer når den sterke magneten føres nær dramsglasset med vann, og hva skjer når den nærmer seg dramsglasset med kobbersulfat?
- Oppfører balansevekta seg forskjellig? Kan du forklare det du observerer?
- Hvilke magnetiske egenskaper har stoffer som oppfører seg som vann i nærheten av magneter. Hvilke magnetiske egenskaper har stoffer som oppfører seg som kobbersulfat i nærheten av magneter?
- Er det mulig å bruke en slik metode for å skille mellom diamagnetiske og paramagnetiske stoffer?



Kommentarer

- *Legg litt isolert koblingstråd (enleder) ned i kofferten*
- Det kan være krevende å få balansevekta til å holde seg i ro
- Effekten er imidlertid meget tydelig

3.2.5 Svevende magnet mellom kobberskinner

Læringsmål

L 1 - Kunne forklare hvorfor magneten svever

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- V2 1 stk. pleksiglassring 40 mm
- V40 1 stk. kobberbarre 300 x 40 x 10 mm
- V41 1 stk. kobberbarre 40 x 40 x 10 mm



X5 2 stk. sylindriske magneter
Ø 30 x 10 mm

Aktivetsbeskrivelse

Legg den ene magneten på den lille kobberbarren. Sett pleksirøret over magneten og legg den store kobberbarren på toppen av pleksiglassrøret. Hold den andre magneten i en lukket hånd. Før hånda langsomt ned mot magneten i pleksiglassrøret. Etter hvert vil magneten i røret løfte seg.

Spørsmål til ettertanke

- Hvorfor er det så vanskelig å få magneten til holde seg svevende?
- Hvorfor må kobberbarren være mellom de to magnetene?

Kommentarer

- Eksperimentet fungerer meget godt.

3.2.7 Magnetisk skjerming

Læringsmål

L 1 - Observere oppførselen til ulike metaller plassert mellom kilden til det magnetiske feltet og et ferromagnetisk materiale.

L 2 - Studere magnetisk skjerming og magnetisk permeabilitet.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

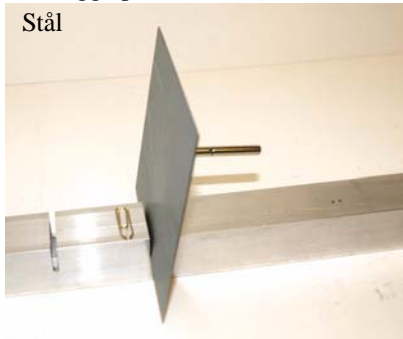
E3 2 stk. små binders
V1 1 stk. eksperimentbord del 6 - aluminium tverrstag
V37 1 stk. aluminiumsplate 102 mm x 102 mm x 1 mm
V38 1 stk. stålplate 102 mm x 102 mm x 1 mm
X1 4 stk. små stavmagneter Ø 5 mm x 25 mm

Tverrstaget til eksperimentbordet kan med fordel brukes til å holde metallplatene litt på skrå slik at effekten kommer tydelig fram. Vi har valgt å bruke to små stavmagneter slik at de skal være lettere å se og ikke for kraftige.

Aktivetsbeskrivelse

Plasser metallplatene i hvert sitt spor på tverrstaget. Plasser magneten på undersiden av

platen, mens du forsøker å feste magneten på framsiden av den samme plata. Gjenta forsøket med begge platene.



Spørsmål til ettertanke

- Forklar hvorfor de to platene oppfører seg forskjellig.
- Hvilke egenskaper ved metallet i de to platene medfører den observerte effekten?

Kommentarer

- En kan bruk en av de små runde magnetene slik at stavmagnetene klarer å holde plata i en rett vinkel som vist på figuren til høyre. Dermed kan plata sto fritt på bordet. Ulempen er imidlertid at feltet fra magneten er så sterkt at binderen holdes på plass til tross for at plata er av stål og burde kunne skjerme feltet fra magneten. Vi foreslår derfor å bruke tyverrstaget og heller slyfe en ekstra magnet.



3.2.8 Svevende magnetstav

Læringsmål

L 1 - Kunne forklare hvorfor magneten svever

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

X5 10 stk. små sylindriske magneter $\varnothing 5 \times 25$ mm

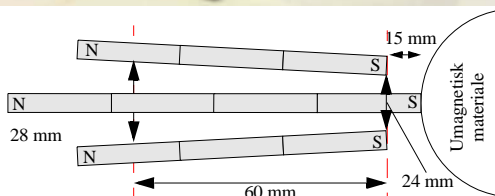
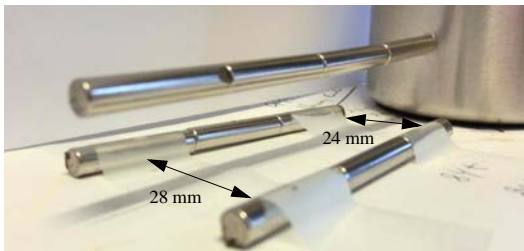
Gjenstand av umagnetisk material (f.eks. en kopp)

Et ark papir

Aktivetsbeskrivelse

Sett sammen tre sylindere av magnetene. To sammensatt av tre magneter og en av fire. Fest de to korte magnetene med tape til et papir slik at de spriker litt som vist på figuren til høyre.

Trekk koppen litt tilbake fra de to magnetiske sylindrene (ca. 15 mm). Ta den lange magneten og støtt den inn til koppen, juster høyden og plasseringen av koppen slik at den svever mellom de to magnetene som er festet til papirarket. Koppen i dette eksempelet er av aluminium.



De magnetiske polene til de tre magnetiske stavene skal alle peke i samme retning.

Spørsmål til ettertanke

- Hva er årsaken til at magnetsatven holder seg svevende?
- Hvorfor kan ikke stavene på papiret ligge parallelt?
- Kan du tegne et tverrsnitt av magnetfeltet?

Kommentarer

- Det kan være vanskelig å finne balansepunktet. Dersom sylindermagnetene er skadet, kan sitte rester av magnetisk materiale til endene av stavene som. Den lengste sylindermagnetene kan dermed bli skjev og vanskelig å balansere i magnetfeltet.
- Det vil sannsynligvis være behov for å justere avstanden mellom koppen og de to magnetene som er festet til papiret.

Ideen til dette eksperimentet er hentet fra Oscar Bos, Den Haag, Netherlands

<http://www.supermagnete.de/eng/project328>

3.3 Permanente magneter

3.3.1 Magnetisk hund

Læringsmål

L 1 - Observere vekselvirkningen mellom to sterke magneter

L 2 - Observere vekselvirkningen mellom en magnet og en ferromagnetisk stålbinders

Laboratorieoppsett og utstysrliste

Utstyr:

- E3 1 stk. liten binders
- J2 2 stk. øyeskruer med to muttere
- M 3 stk. krokodilleklemmer
- T5 1 stk. linjal 50 cm
- V13 2 stk. messingstang $\text{\O} 3$ mm
- X4 1 stk. N/S magnet med hull
- X4 1 stk. S/N magnet med hull
- U1 2 stk. eksperimentbord del 5, aluminiumsbein
- V1 2 stk. eksperimentbord del 6, tverrstag for stabilisering
- V37 1 stk. aluminiumsplata 102 x 102 x 1 mm
- V38 1 stk. stålplate 102 x 102 x 1 mm
2 stk. ledning - 50 cm

Monter bordene som vist på figurene under.

Aktivitetsbeskrivelse

Monter øyeskruer på de to ringmagnetene, slik at fordypningen peker bort fra øyet.

Heng dem opp mellom beina til eksperimentbordet som vist til venstre på figuren under.

En annen mulighet er å montere magnetene vertikalt som vist på figuren til høyre.



Figuren under viser hvordan en sterk magnet og en binders kan henges opp.



Heng en av de sterke magnetene på messingstanga. Fest bindersen til en ny messingstang på et lavere nivå. Fest bindersen til en tråd som festes lett til den nederste messingstanga. Juster avstanden til bindersen ved å dra i tråden. Tråden kan festet til stativet med en krokodilleklemme eller helst en klesklype.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer når to sterke magneter nærmer seg hverandre?
- Hva skjer dersom du skyver en aluminiumsplate mellom magneten og bindersen? Hva skje om du gjør det samme med stålplata? Obs. hold godt på stålplata ellers dras den inn til magneten.
- Oppfører magneter og binders seg likt? Hva kalles stoffer som oppfører seg på samme måte som bindersen?
- Forklar det du observerer?
- Kan du beskrive en metode for å skille magneter fra ferromagnetiske materialer.

Kommentarer

- Viktig å være klar over at ringmagnetene X4 kommer i par
- De små bindersene er ikke av messing slik det står i utstyrslisten, siden de blir magnetiske
- Bor flere hull langs beina til eksperimentbordet slik at messingstavene kan monteres i forskjellig høyde.

- *Legg opp i et par små klesklyper av tre for å holde ting på plass, f.eks. tråden som bindersen er festet til. Krokodilleklemmer kan være vanskelig å bruke til dette formålet.*

3.3.3 Binders som henger fra en magnet

Læringsmål

L 1 - Oppdage hva som gjør at kreftene mellom binders (ferromagnetisk materiale) blir sterkest mulig.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- E3 25 stk. små binders
- J2 1 stk. øyeskrue med to mutre
- X2 1 stk. sylindrisk magnet Ø 12 mm x 6 mm

Skrut mutrene slik at de er plassert ytterst på øyeskruen. Plasser en liten sylindrisk magnet (X2) på mutteren.

Aktivitetsbeskrivelse

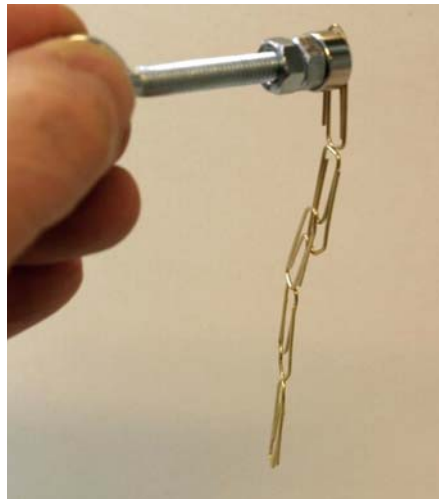
Oppgaven går ut på å feste flest mulig binders til magneten, men slik at bare én binders berører selve magneten, de andre må være festet til denne bindersen eller til hverandre.

Spørsmål til ettertanke:

- Hvordan bør bindersene festes til hverandre for at flest mulig blir hengende?
- Kan du argumentere for hvorfor din løsning er den beste?

Kommentarer

- Oppgaven blir mer motiverende om resultatet kan tallfestes og sammenlignes med andre.



- En kan også øke antallet magneter eller styrken på magneten og se om antallet som kan henges under magneten blir større. En kan også benytte de store bindersene. Store binders gir tre poeng, mens de små gir ett.
- For å bevisstgjøre elevene er det viktig at de er istand til å argumentere på en fornuftig måte for at deres løsning er den beste.

3.3.4 Magneter som flyter på vannet

Læringsmål

- L 1 - Observere hvordan to magneter som flyter fritt på vannet beveger for å finne likevekt.
- L 2 - Observere at magnetene har poler som oppfører seg forskjellig (tiltrekker eller frastøter hverandre)
- L 3 - Observere at de to magnetene beveger seg inn mot likevekt.
 - Hvordan de roterer når to *ulike* poler er nær hverandre
 - Hvordan de tiltrekkes av hverandre når to *like* poler er nær hverandre

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- D 2 stk. skumplastformer for magneter
 X1 2 eller 4 stk. sylindriske stavmagneter Ø 5 x 25 mm
 1 stk. stort plastkar

Aktivitetsbeskrivelse

Legg en eller to stavmagneter (X1) i hver av skumformene. Plasser formene på vannflaten et stykke fra hverandre. Observer hvordan de beveger seg mot hverandre.

Dersom de legges helt inntil kanten av karet så vil de lett hefte seg til veggen. Legg dem derfor et lite stykke fra veggen.

Ved kun å legge én magnet i hver av formene vil prosessen foregå litt langsommere og være lettere å observere.

Undersøk om de to formene oppfører seg symmetrisk eller ikke.



Spørsmål til ettertanke

- Hva er forskjellen/likheten mellom vekselvirkningen mellom magneter, og vekselvirkningen mellom ladninger?
- Hvilke forskjeller er viktige?
- Er vekselvirkningen mellom magneter symmetriske?
- Hvordan vil dere forklare det som skjer?

Kommentarer

- Fenomenene er lettest å observere når bare én magnet legges i hver av formene.
- Bevegelsene synes ikke å være symmetriske. Det er eventuelt vanskelig å oppdage symmetriene, med mindre at magnetene legges på vannflaten på en symmetrisk måte. Størrelsen på karet vil også ha mye å si, siden kanteffektene er mindre hos et stort kar.

3.3.5 Måling av tiltrekningskrefter mellom magneter

Læringsmål

- L 1 - Oppdage sammenhengen mellom tiltrekningskraften mellom to magneter og avstanden mellom dem.
- L 2 - Oppdage gjensidigheten mellom frastøtning og tiltrekning av magneter.

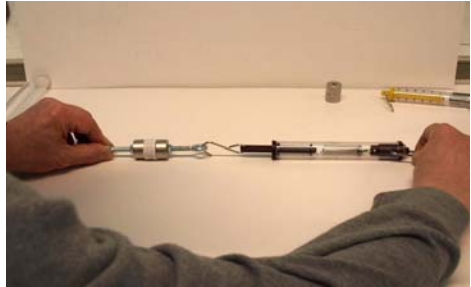
Laboratorieoppsett og utstyrsliste

- J2 2 stk. øyeskruer med muttre
- X4 1 par sylinderformede magneter med hull
- X4 3 stk. plast avstandsskiver
- A3 1 stk. kraftmåler 10 N
- A4 1 stk. kraftmåler 50 N



Aktivetsbeskrivelse

Monter øyeskruene på to av magnetene X4. Velg av magneter slik at den enden som tiltrekkes av hverandre har en fordypning for mutteren. Legg tre avstandstykker mellom magnetene og fest kraftmåleren til den ene øyeskruen.



Spørsmål til ettertanke

- Hvordan kan vi finne sammenhengen mellom avstanden mellom magneter og krefte som virker mellom dem?
- Vil den frastøtende kraften mellom to like poler være like kraftig i en gitt avstand, som den tiltrekkende kraften mellom to ulike poler i samme avstand?
- Hvordan vil du måle den frastøtende kraften mellom to like poler?
- Når to ulike poler tiltrekkes av hverandre, hvilken rolle vil da polene i motsatt ende av magnetene spille?

Kommentarer

Måles kreftene som skal til for å dra to magneter fra hverandre som funksjon av avstanden finner vi:

3 avstandsskiver krever 7 N

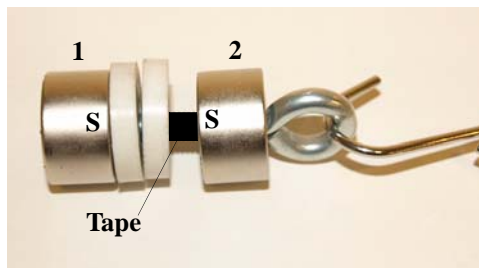
2 avstandsskiver krever 14 N

1 avstandsskiver krever 28 N

0 avstandsskiver krever mer enn noen av kraftmålerne klarer å registrere.

Vi ser derfor at det er en dobling av kraften for hver skive som fjernes. Dvs. det synes om om kraften avtar lineært med avstanden i det området som hvor vi gjør målingene.

- Det ville vært ønskelig med flere avstandstykker, slik at en kan måle kreftene over større avstander. Eventuelt en liten plastsylander som er lik lengden av tre skiver. Dermed kan en også teste ut 4, 5 og 6 avstandsenheter.



- Måling av frastøtning er noe mer komplisert siden det er vanskelig å vite når magnetene er nær nok. Figuren til høyre viser en måte dette kan gjøres på.

Ta litt tape på bolten slik at magneten glir godt langs den. Legg inn ønsket antall avstandsskiver og tre den andre magneten inn på bolten slik at de to magnetene frastøter. Sett en mutter på enden. Grip om magnet nr. 2 og dra i kraftmåleren til avstandsskivene akkurat sitter fast mellom magnetene. Les av kraften.



3.3.6 Mål magneters frastøtende kraft ved hjelp av gravitasjon

Læringsmål

- L 1 - Observere frastøtende krefter mellom like magnetiske poler.
- L 2 - Måle den frastøtende kraften mellom like magnetiske poler som funksjon av avstanden mellom dem.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- T6 1 stk. linjal 50 cm
- V7 1 stk. pleksiglassrør
- X1 12 stk. små stavmagneter
- 1 stk. treplugg for å plugge igjen røret
- 1 stk. vekt for veiing av stavmagnetene

Røret (V7) plugges igjen i enden med trepluggen slik at magnetene ikke faller ut (eventuelt kan en sette en tape over enden av røret). De små magnetstavene er hver på 3,7 gram hvilket utgjør en kraft på 36,3 mN pr. stav.



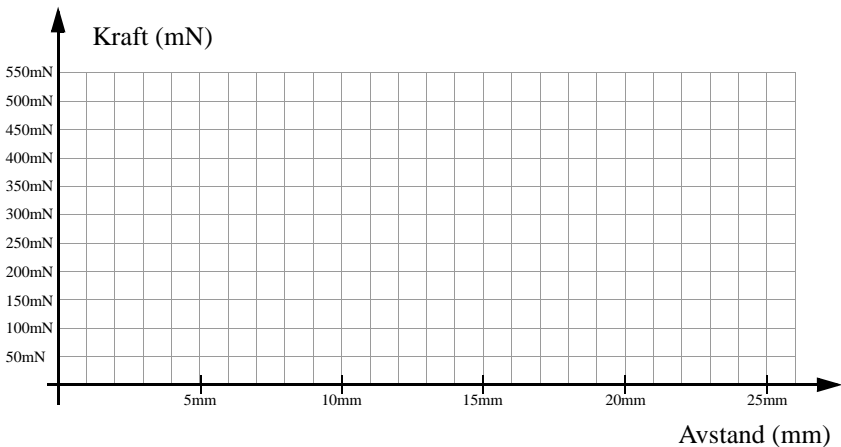
Aktivitetsbeskrivelse

I denne oppgaven skal vi bestemme den frastøtende kraften mellom to like poler som funksjon av avstanden mellom magnetene. For å gjøre dette skal vi benytte de andre stavmagnetene som lodd.

1. Slipp en stavmagnet ned i røret slik at den blir liggende nederst mot pluggen. Hold røret vertikalt.
2. Slipp en stavmagnet til ned i røret slik at like poler møtes. Dermed vil det være en avstand mellom magnetene som er et uttrykk for den frastøtende krafta ved denne avstanden. Krafta som presser magnetene fra hverandre er lik tyngden av stavmagneten (Newtons 3. lov).
3. Mål avstanden mellom magnetene.
4. Slipp en magnet til ned på den første. Dermed øker tyngden til det dobbelte og magnetene presses nærmere hverandre. Les av avstanden og noter vekta av de to.
5. Gjenta dette med så mange magneter som hensiktsmessig.
6. Sett opp resultatet i en tabell og tegn deretter en kurve som viser frastøtningskrafta som funksjon av avstanden mellom magnetene.

Antall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kraft (mN)											
Avstand (mm)											

Framstill sammenhengen mellom frastøtende kraft og avstand.



Spørsmål til ettertanke

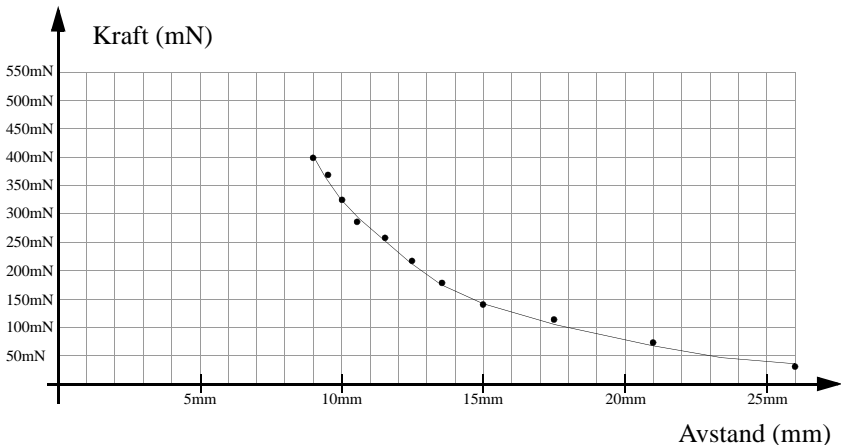
- Hva er grunnen til at magneter frastøtes av hverandre?
- Hvordan kan vi finne en sammenheng mellom de frastøtendekreftene mellom to magneter og avstanden mellom dem?
- Hvilke forutsetninger ligger til grunn for at den foreslått målemetoden skal gi korrekte resultater?
- Er det likegyldig om magnetene fra nr. 2 og oppover tiltrekkes eller frastøtes av hverandre?

Teori

Tabellen under angir frastøtende kraft som funksjon av avstand mellom stavmagnetene. I dette tilfellet er magnetene koblet til hverandre.

Antall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kraft (mN)	36,3	72,6	108,9	145,2	181,5	217,8	254,1	290,4	326,7	363,0	399,3
Avstand (mm)	26	21	17,5	15	13,5	12,5	11,5	10,5	10	9,5	9

Grafen under viser sammenhengen mellom frastøtende kraft og avstand.



Kommentarer

- Denne oppgaven bør kommet etter neste oppgave for å få en viss progresjon.
- Målemetoden forutsetter at når to magneter stables på hverandre så endres ikke magnetfeltets styrke.
- En kan tenke seg at magnetfeltet mellom de to nederste magnetene endres mindre dersom magnetene på oversiden stables med like poler mot hverandre slik at de ikke berøres. Dette kan muligens klarlegges ved å gjøre målingene både når magnetene fra nr. 2 og opp frastøter hverandre og når de tiltrekker hverandre. For så å sammenligne resultatene.

3.3.7 “Skihopp” i magnetfelt

Læringsmål

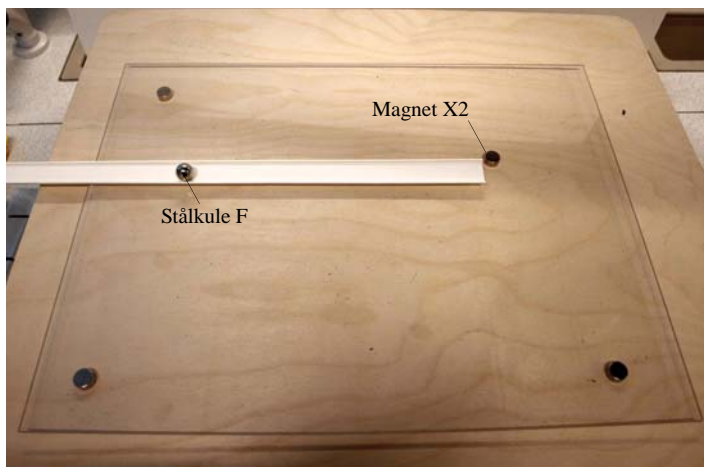
- L 1 - Observere at stålkula blir magnetisert på grunn av magnetfeltet fra permanentmagneten.
- L 2 - Observere at kreftene mellom stålkula og magnten er sterkt avhengig av avstanden mellom dem, og at avbøyningen bare er effektiv innefor korte avstander.
- L 3 - Forstå at eksperimentet demonstrerer hvordan en partikkel blir avbøyd når den passerer gjennom et radielt felt. En slik avbøyning vil også skje for ladninger som beveger seg i et radielt elektrisk felt.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- F 1 stk. stålkule Ø 12,7 mm
- V15 1 stk. plastik u-profil (lokk)
- T1 1 stk. skråplan i skum
- T2 1 stk. treplate for skråplan
- T7 1 stk. eksperimentbord del 1 - pleksiglassplate 400 mm x 300 mm
- X2 4 stk. små sylindriske magneter Ø 12 mm x 6 mm, vertikal polarisert
- X3 1 stk. liten sylindriske magnet Ø 12 mm x 6 mm, horisontalt polarisert

Treplata legges på skumplata slik at det dannes et skråplan. Legg fire små sylindermagneter ut over plata og plasser den store pleksiglassplata oppå magnetene slik at de danner avstandsstykker mellom tre- og pleksiglassplata. Legg lokket til u-profilen på pleksiglassplata slik at den ender opp nær én av de fire magnetene (se figuren over).



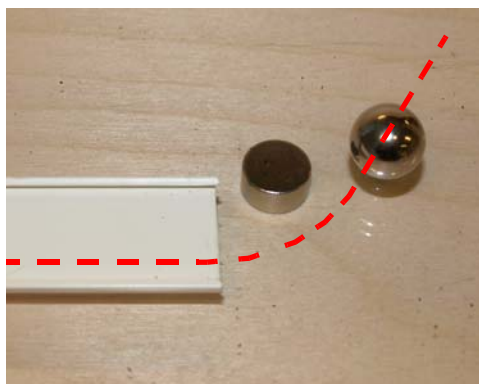
Aktivetsbeskrivelse

Juster plasseringen av u-profilen slik at den ender nær magneten. Avstanden skal være slik at den krumme bannen tydelig framkommer.

Klarer du å bestemme krumningsradien som funksjon av avstanden mellom enden på plastprofilen og magneten?

Spørsmål til ettertanke

- Beskriv hvordan kula vekselvirker med magneten når den forlater plastprofilen.
- Hva skjer med den ikke-magnetiske stålkula (ferromagnetisk objekt) når den kommer i nærheten av magneten?
- Hvordan er avbøyningen avhengig av avstanden mellom magneten og stålkula når den forlater profilen?
- Hvordan avhenger avbøyningsvinkelen til kula med avstanden mellom kula og magneten?



Kommentarer

- Ved å legge en pleksiglassplate mellom magneten og kulebanen har en større kontroll på hvordan magneten og kula oppfører seg. Dessuten sparer en magneten for harde støt med kula.

3.3.8 Stabel av fire ringmagneter på en trepinne

Læringsmål

L 1 - Observere hvordan avstanden mellom magnetene avtar nedover i stabelen.

L 2 - Forklare fenomenet ved hjelp av feltlinjer og krefter.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

V12 1 stk. trepinne Ø 6 mm

X4 4 stk. ringmagneter

X5 1 stk. stor magnet Ø 30 mm

Aktivetsbeskrivelse

Støtt pinnen mot bordet og slipp magnetene ned på pinnen fra toppen slik de frastøter hverandre. Husk å plasser N mot N og S mot S. I bunnen kan en legge en stor sylindrisk magnet. Dermed kan en få fire magneter til å balansere over hverandre. Legg merke til hvordan avstanden mellom magnetene blir mindre og mindre nedover i stabelen.

Tegn feltet mellom magnetene når de frastøtes av hverandre.

Spørsmål til ettertanke

- Krevs det energi for at to magneter skal holde seg svevende over hverandre? Eventuelt hvor kommer denne energien fra?

Se også *Spørsmål til ettertanke* under avsnitt 3.2.3 på side 98.



Animasjon (magnetisme 19/46 - 20/46)

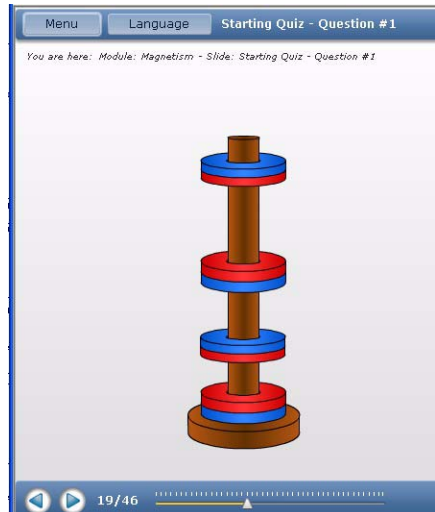
Animasjonene finnes på
<http://online.supercomet.no>

Animasjon 19/46 (magnetisme) viser hvordan magneter som stables på hverandre med like poler mot hverandre vil ha økende avstand mellom magnetene jo lenger opp i stabelen en kommer.

Animasjon 20/46 viser dessuten feltbildet rundt to magneter plassert over hverandre.

Kommentarer

- De sylindriske magnetene brekker lett og må behandles med varsomhet.



3.3.9 Seks magnetiske staver stablet i et rør

Læringsmål

- L 1 - Observere hvordan avstanden mellom magnetene avtar nedover i stabelen.
- L 2 - Måle avstanden mellom magnetene som funksjon av plassering.

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

- T6 1 stk. plastlinjal 50 cm
- V7 1 stk. pleksiglassrør Ø 10 mm
- X1 6 stk. små sylindermagneter

Aktivetsbeskrivelse

Støtt pleksiglassrøret mot bordet og slipp magnetene ned i røret fra toppen slik at de fra-støter hverandre. Legg merke til hvordan avstanden mellom magnetene blir mindre og mindre nedover i stabelen.

Mål avstanden mellom magnetene som funksjon av plassering.

Tegn feltet mellom magnetene når de frastøtes av hverandre.

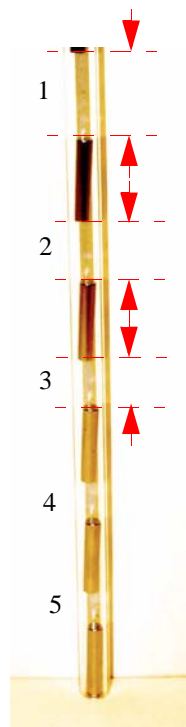
Spørsmål til ettertanke:

- Hva skjer dersom du snur en av magnetene midt inne i stabelen?
Kan du tenke det ut uten å prøve?
- Krevs det energi for at magnetene skal holde seg svevende?
Eventuelt hvor kommer denne energien fra?
- Hvordan kan du oppnå lik avstand mellom fire magneter som svever over hverandre?

Se også *Spørsmål til ettertanke* avsnitt 3.2.3 på side 98.

Kommentarer

- Måles avstanden mellom magnetene finner en følgende:
Avstand 1 - 25 mm (øverst)
Avstand 2 - 19 mm
Avstand 3 - 16 mm
Avstand 4 - 15 mm
Avstand 5 - 13 mm
- Disse sylindriske magnetene brekker lett og må behandles med varsomhet.



3.3.10 Utforsk magnetiske felt med kuler og kompass

Læringsmål

L 1 - Observere forskjellen mellom felt og kraft.

L 2 - Observere at bevegelsesretningen til en stålkule avviker fra retningen som en kompassnål peker i.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- F 1 stk. stålkule
- T8 1 stk. aluminiumsplate
400 x 300 x 3 mm
- X1 6 stk. små stavmagneter



Aktivetsbeskrivelse

Legg kompasset ved siden av de seks stavmagnetene slik at kompassnåla peker parallelt med stavmagnetene. Legg en stålkule i samme posisjon. Når den begynner å bevege seg mot magnetpolen så vil den beskrive en annen bane enn den retningen kompassnåla peker i.

Spørsmål til ettertanke

- Hva forteller bevegelsesretningen til ei stålkule som befinner seg i et magnetfelt oss? Det kan se ut som om bevegelsesretningen til kula er forskjellig fra feltretningen.
- Hvordan vil du beskrive banen som kula beveger seg langs?

Kommentarer

- Dette eksperimentet synes uklart og vanskelig å få noe fornuftig ut av.

3.3.11 Vekselvirkningen mellom to magneter

Læringsmål

L 1 - Observere vekselvirkningen mellom:

- magneter med ulike poler som tiltrekkes av hverandre.
- magneter med like poler som frastøtes av hverandre.

L 2 - Observere at en kompassnål oppfører seg som en magnet

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- W6 1 stk. rød tape
- W7 1 stk. sort tape
- X1 4 stk. sylindriske magneter $\varnothing 5 \times 25$ mm

Sett sammen to og to magneter. Bruk kompasset til å bestemme hvilken ende som er nordpol og hvilken som er sørpol. Merk nordpolene med rød tape og sørpolene med sort tape.



Aktivetsbeskrivelse

Legg én magnet på bordet merket med rød tape som viser hvor nordpolen er. Før en sørpole mot den røde nordpolen. Hva ser du?

Før to magneter med ulike poler mot hverandre, la den ene ligge på bordet. Hva ser du?

Gjør det samme med to koblete magneter. Oppfører de seg på samme måte som de enkle magnetene?

Spørsmål til ettertanke

- På hvor mange forskjellige måter oppfører magneter seg?
- Hvordan er det mulig å vise at det alltid bare er to poler?
- Hvordan oppfører en pol seg når det føres mot midtpunktet av en annen stavmagnet?
- Anta at vi har en magnet med form hvor polene ikke er tydelige, f.eks. en magnetisk kule. Hvordan kan vi bestemme hvor polene er på "kulemagneten" ved hjelp av vår merkede magnet?

Kommentarer

- Når vi fører en magnetisk nordpol mot en enkeltmagnet som ligger på bordet med nordpolen mot oss, vil bordmagneten umiddelbart snu seg og tiltrekkes av magneten vi holder i hånda.
- Dersom vi bruker to koblete magneter, vil den ikke magneten på bordet nødvendigvis snu seg, men stikke av (rulle bortover bordet). Om den snur seg eller stikker av er avhengig av hvordan vi nærmer oss magneten.

3.3.12 Gauss-kanon

Læringsmål

L 1 - Observere og analysere det som skjer i en Gauss-kanon

Koblete magneter



Enkel magnet



L 2 - Gjøre energibetraktninger i et magnetisk felt.

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

X2 2 stk. sylindermagneter Ø 12 x 6 mm

F 4 stk. stålkuler

V15 1 stk. u-formet plastprofil

Aktivitetsbeskrivelse

Sett sammen de to magnetene og legg dem i u-profilen. Fest 3 stålkuler på venstre side av magnetene. Slipp en fjerde stålkule inn mot magnetenes høyre side som vist på figuren under. Observer hva som skjer når kula treffer magnetene.



Hvordan vil du forklare det som skjer?

Spørsmål til ettertanke

- Kula som farer ut til venstre har vesentlig større fart, og dermed større bevegelsesenergi enn kula til høyre idet du slipper den. Hvor kommer energien fra?
- Hva skjer med farten til kula om du istedet for to magneter bruker 3 eller 4 magneter?
- Hva skjer om du bruker færre eller flere kuler til venstre for magnetene?

3.3.13 Utskytning av magneter

Læringsmål

L 1 - Observere styrken på de frastøtende kreftene mellom magneter.

L 2 - Holde orden på parametere.

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

V7 1 stk. plksiglassrør Ø 10 mm, 50 cm

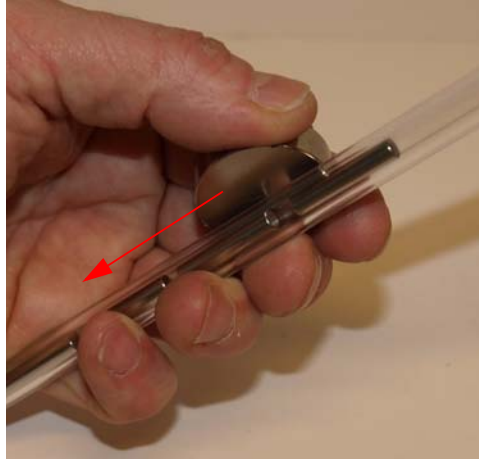
X2 12 stk. sylindermagneter Ø 12 x 6 mm

- X5 1 stk. stor sylindermagnet Ø 30 mm
 1 stk. endepropp i røret
 1 stk. målbånd minst 5 m

Aktivitetsbeskrivelse

I denne aktiviteten skal vi undersøke de frastøtende kreftene mellom like poler hos de små stavmagnetene.

Slipp to stavmagneter ned i røret slik at de frastøter hverandre. Ta den store magneten og før den inntil den øverste stavmagneten fra utsiden av røret. Dra den store magneten langsomt nedover røret mens det holdes med en helningsvinkel på ca. 45°. På ett punkt vil den øverste magneten slippe og fare ut av røret.



Mål avstanden fra enden av røret til der den treffer gulvet. For å unngå at magnetene slås i stykker er det viktig at gulvet har et mykt belegg.

Undersøk om rekkevidden endres dersom den utvendige magneten snus før den dras nedover.

Undersøk hva som skjer med rekkevidden dersom du legger inn tre magneter i røret, hvor alle frastøter hverandre. Øk antall magneter og gjør nye målinger. Fyll inn i tabellen under.

Måling	Rekkevidde m/ 2 magnet	Rekkevidde m/ 3 magnet	Rekkevidde m/ 4 magnet	Rekkevidde m/ 5 magnet	Rekkevidde m/ 6 magnet
Måling 1					
Måling 2					
Måling 3					
Måling 4					

Spørsmål til ettertanke

- Øker eller avtar rekkevidden med antall magneter inne i røret?
- Betyr det noe for rekkevidden om den utvendige magneten holdes med nord- eller sørpolen inn mot røret?
- Betyr det noe for rekkevidden om den utvendige magneten beveges fort eller langsomt ned mot enden av røret?
- Hvor kommer energien i kastet fra?

Kommentarer

- Dette kan være en øvelse som røyner hardt på magnetene. Det er derfor viktig å utføre øvelsen på et mykt gulvbelegg, f.eks. filt eller et tykt vinylbelegg.
- Øvelsen krever at elevene kontrollerer parametrene meget nøye. Det har sannsynligvis betydning hvilken vei den ytre magneten har når den plasseres inntil røret. Dvs. om den tar tak øverst eller nederst på den øverste magneten som skytes ut.

3.4 Jordmagnetisme

3.4.1 Den vrangne magneten

Læringsmål

L 1 - Observere hvordan en sylindrisk magnet oppfører seg når den ruller ned et skråplan.

L 2 - Bli klar over innvirkningen av jordmagnetismen.

Laboratorieoppsett og utstursliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- T1 1 stk. skråplan i skum
- T2 1 stk. treplate
- X5 1 stk. sylindrisk magnet
Ø 30 mm

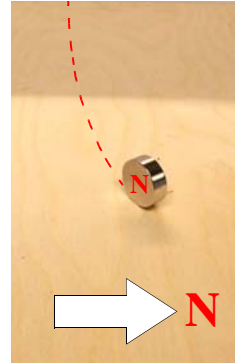


Som vist på figuren til høyre så er skråplanet og treplata plassert på en pappeske for å få avstand til stålkonstruksjonen i bordet.

Aktivetsbeskrivelse

Sett skråplanet T1 på et plant bord uten bæreelementer av stål eller jern. Legg treplata på skråplanet. Rull den sylindriske magneten nedover skråplanet. Legg merke til hvordan den beveger seg. Snu magneten og se hvordan den nå beveger seg.

Bruk kompasset til å bestemme retningen mot nord og hva som er nord- og sørpol på magneten. Bruk opplysningene til å forklare det du observerer.



Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer dersom magneten snus?
- Hvordan ruller magneten når skråplanet stilles nord-sør?
- Er det mulig å finne hva som er retningen til nord ved kun å stille skråplanet i ulike retninger for så å rulle magneten?

Kommentarer

- *Legg et lite vater opp i kofferten.* Dette er strengt tatt ikke nødvendig, men gjør at skråplanet kan justeres slik at det ligger horisontalt på tvers.

3.4.5 Rullende magnetisk kule

Læringsmål

L 1 - Beskrive bevegelsen til en rullende magnetisk kule.

L 2 - Forklare observasjonen ved hjelp av Lenz' lov.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

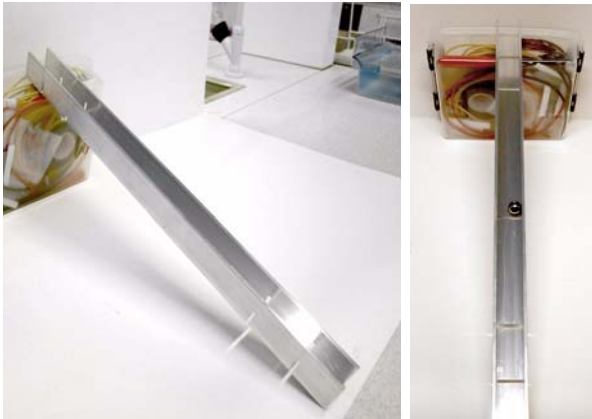
Utstyr:

V1 1 stk. eksperimentbord del 6 - aluminium tverrstag (aluminiumsprofil).

V24 1 stk. plastboks med ledninger og en tusj.

X6 1 stk. kuleformet magnet

Figuren under viser eksperimentoppsettet.



Aktivetsbeskrivelse

Støtt aluminiumsprofilen (tverrstag) mot en av de små plasboksene slik at det dannes et skråplan. Slipp kula nedover profilen og studer hvordan den beveger seg. Forklar bevegelsen ved hjelp av Lenz' lov.

Hvorfor beveger kula seg noen ganger i rykk og napp, for andre ganger å gjøre en ekstra sving?

Merk polene og se hvordan bevegelsen avhenger av posisjonen til polene når den ruller.

Legg en av plastprofilene opp i aluminiumsprofilen så slipper du at kula hindres av slissene.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer om du øker helningsvinkelen til skråplanet?
- Hva skjer med farten til kula når den passerer en av spaltene i aluminiumsprofilen?
- Hva skjer om du legger kula på et flatt plan langt fra magneter og jern?

Kommentarer

- *Legg en rød og en svart sprittusj for merking av magneter opp i kofferten.*

3.4.6 Magnet som kompass

Læringsmål

L 1 - Observere virkningen av jordmagnetismen

L 2 - Oppdage at det vi kaller Nordpolen egentlig er en magnetisk sørpol

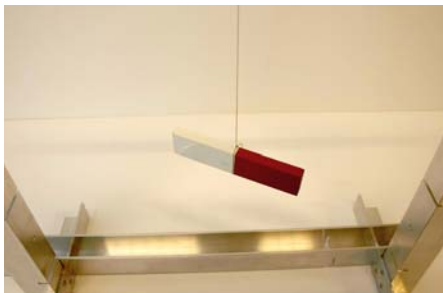
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- D 1 stk. skumplast med spor
- E5 15 cm sytråd
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang, Ø 4 mm
- V18 1 stk. stavmagnet
- X1 2 stk. små sylindriske stavmagneter
1 stk. plastkar (f.eks. boksen til magnetene)

Aktivitetsbeskrivelse

Monter eksperimentbordet som vist på bildet under (til venstre) , og heng stavmagneten i messingstanga i en sytråd som vist. Påse at magneten henger vannrett. Drei den ut til siden og registrer hvor fort den dreier og stabiliserer seg i en retning. Gjenta forsøket og se om den ender opp med samme orientering.



Sammenlign orienteringen til stavmagneten med orienteringen til nåla i kompasset. Pass på at det er god avstand mellom kompasset og magneten.

Tilsvarende kan du legge to stavmagneter etter hverandre i skomplastforma, for så å la den flyte på vannoverflata i et plastkar. Observer hvordan den retter seg inn.

Spørsmål til ettertanke

- Hvorfor retter nordpolen på magneten seg mot den geografiske Nordpolen? Er det ikke slik at nordpolen frastøter nordpolen?

3.4.7 Strømførende leder påvirkes av jordmagnetfeltet

Læringsmål

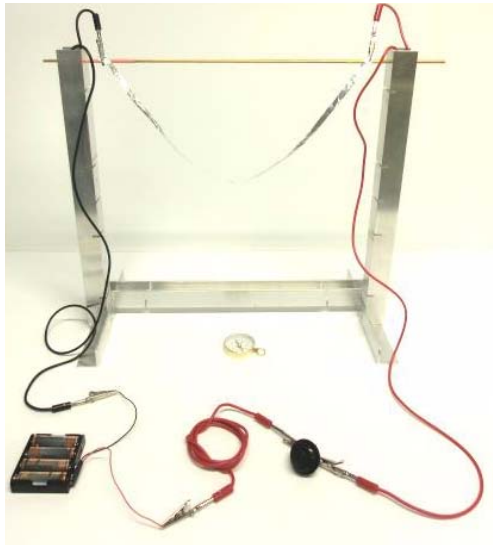
L 1 - Observere virkningen av jordmagnetismen på en strømførende leder

L 2 - Observere Lorentz-kraften på en strømførende ledning i jordmagnetfeltet

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- L 1 stk. elektrisk trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T3 1 stk. aluminiumsfolie, strimmel, bredde 5 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang, \varnothing 4 mm
- V18 1 stk. stavmagnet
- W2 1 stk. svart lab-ledning, 1 m
- W4 2 stk. rød lab-ledning, 1 m
- W11 4 stk. AA batterier, 1,5 V
- 2 stk. sugerørbit



Aktivetsbeskrivelse

Sett opp aluminiumsprofilene som vist på bildet over. Stikk messingstanga gjennom de øverste hullene i aluminiumsprofilene med to sugerørbit tredd inn på stanga.

Heng den tynne aluminiumsfolien under stanga og fest endene med krokodilleklemmer til sugerørbitene. Koble batteriet til krokodilleklemmene via en trykkbryter.

Bruk kompasset til å orientere aluminiumsfolien i forhold til jordmagnetfeltet.



Spørsmål til ettertanke

- Beskriv hva som skjer med aluminiumsstrimmelen når strømmen kobles til. Registrer utslaget. Forklar observasjonene.
- Undersøk om utslaget er avhengig av orienteringen i forhold til jordmagnetfeltet.
- Undersøk hva som skjer dersom stavmagneten holdes nær strimmelen når strømmen slås på.
- Undersøk hvordan bevegelsen avhenger av strømrretningen.

Kommentarer

- Det er vanskelig å registrere at utslaget endres med orienteringen i forhold til jordmagnetismen. La elevene diskutere hva årsaken til dette kan være.

3.5 Elektrisk strøm og magnetfelt

3.5.1 Hans Christian Ørstedes eksperiment, vertikal variant

Læringsmål

- L 1 - Observere feltretningen (kompassnål) rundt en strømførende ledning
- L 2 - Observere at feltretningen snur når strømrretningen snur.
- L 3 - Finne en regel for sammenhengen mellom strømrretning og feltretning (høyrehåndsregelen)

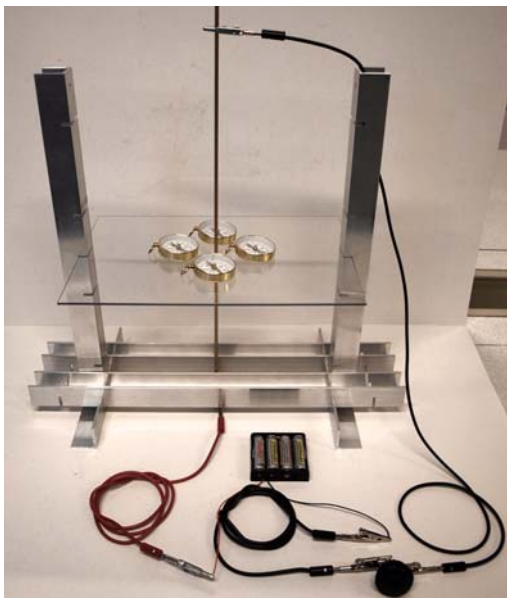
Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

- B 4 stk. kompass
- L 1 stk. bryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang, \O 4 mm
- W2 2 stk. svart lab. ledning
- W4 1 stk. rød lab. ledning
- W11 4 stk. batterier 1,2 V AA
- T9 1 stk. plexiglassplate m/hull 200 x 300 x 3 mm

Monter eksperimentbordet og før en messingstang gjennom hullet i midten av plata. Koble hver av endene av stanga til henholdsvis den positive og den negative

polen på batteriholderen. La den negative ledningen gå via en bryter. Legg fire kompass (B) på plexiglassplata rundt ledningen, som vist på figuren over.



Aktivitetsbeskrivelse

Slå på strømmen og se hva som skjer med kompassene.



Spørsmål til ettertanke

- Forutsi hvilken vei kompassene vil snu når strømmen slås på.

- Hva vil skje dersom vi dobler strømstyrken?
- Hva vil skje med kompassnålene dersom vi snur strømretningen?

Animasjon (magnetisme 6/46 - 8/46)

Gå til adresse: <http://online.super-comet.no/> og animasjon 6/46 under magnetisme.

Kommentarer

- *Bor et hull midt i en av de minste pleksiglassplatene slik at messingstanga kan passere gjennom.*

3.5.2 Hans Christian Ørstedes eksperiment, horisontal variant

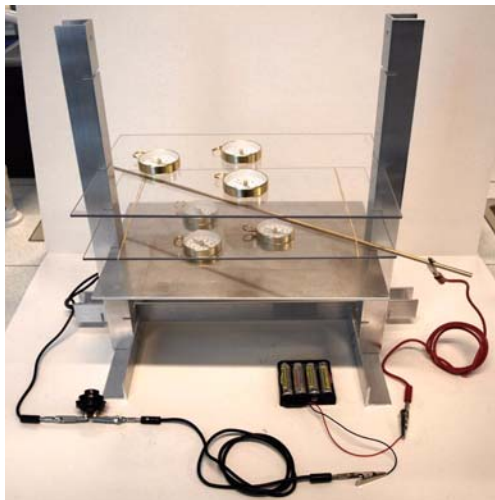
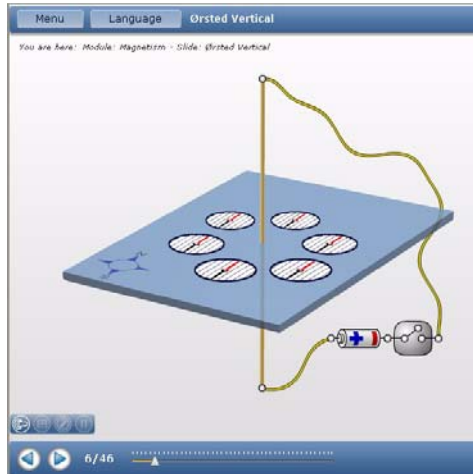
Læringsmål

- L 1 - Observere feltretningen (kompassnål) rundt en horisontal strømførende ledning.
- L 2 - Observere at feltretningen snur når strømretningen snur.
- L 3 - Finne en regel for sammenhengen mellom strømretning og feltretning (høyrehåndsregelen)

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 6 stk. kompass
- L 1 stk. bryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. aluminium tverrstag til eksperiment-bord
- V13 1 stk. messingstang \varnothing 4 mm
- W2 2 stk. svarte labledning



- W4 1 stk. rød lableledning
- W11 4 stk. batterier 1,2 V, AA
- T9 2 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
- T10 1 stk. aluminiumsplate 200 x 300 x 3 mm
2 stk. strikk

Monter eksperimentbordet. Plasser to pleksiglassplater og en aluminiumsplate i de tre midterste sporene på beina. Plasser aluminiumsplatene nederst.

Legg messingstanga på den midterste pleksiglassplata. Stanga festes med strikk som må trees inn på plata før platene monteres.

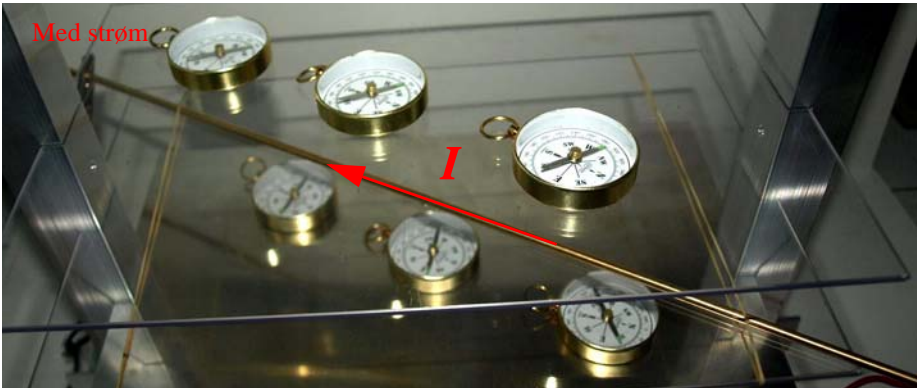
Koble endene av stanga til henholdsvis den positive og den negative polen på batteriholderen. La den negative ledningen gå via en bryter.

Legg tre kompass på den øverste pleksiglassplata og tre på den nederste aluminiumsplatene.

Aktivitetsbeskrivelse

Slå på strømmen og se hva som skjer med kompassene.





Spørsmål til ettertanke

- Forutsi hvilken vei kompassene vil dreie når strømmen slås på.
- Hva vil skje dersom en dobler strømstyrken?
- Hva vil skje med kompassnålene dersom vi snur strømretningen?

Animasjon (magnetisme 4/46 - 5/46)

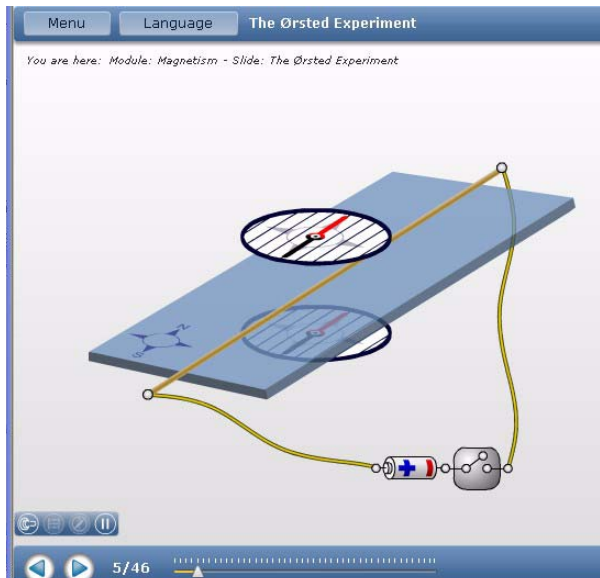
Gå til nettsadresse:

<http://online.supercomet.no/>
og animasjon 4/46 under magnetisme.

Legg merke til at strømretningen kan snus og at det er mulig å slå på et bilde av feltet rundt ledningen.

Kommentarer

- Når batterien kortsluttes i lengre tid (> 30 sek) vil batteriholderen begynne å smelte. Dermed kan det bli dårlig kontakt i batterikontaktene.

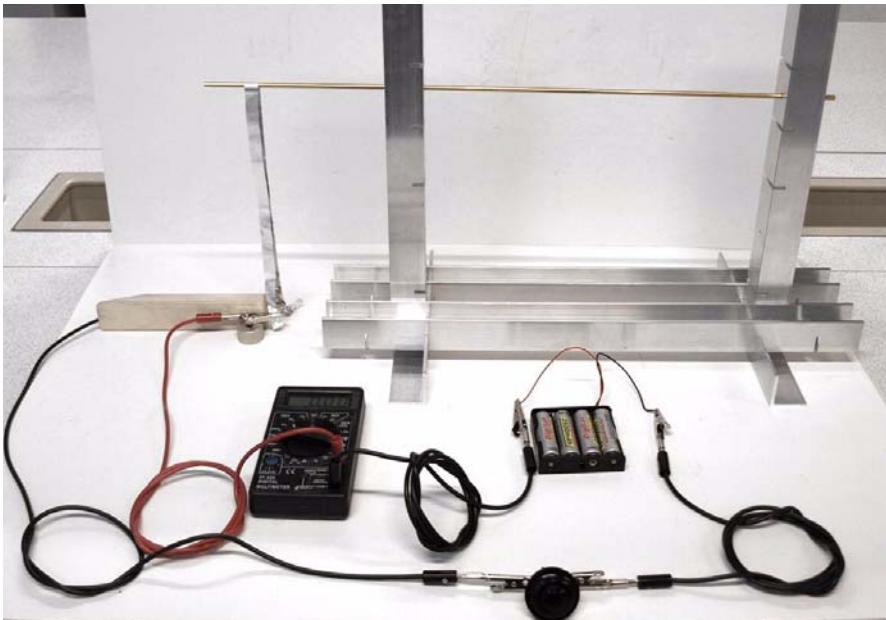


3.5.3 Magnetisk kraft mellom parallelle ledninger (Ampere's eksperiment)

Læringsmål

- L 1 - Observere kreftene som virker på aluminiumsledningene når de går strøm i dem.
- L 2 - Forstå sammenhengen mellom strømretningene i ledningene, de magnetiske feltene og de kreftene som virker.
- L 3 - Forstå et det er forskjell på kreftene som virker mellom to strømførende ledninger og kreftene som virker på en kompassnål som vist i eksperimentene 3.5.1 og 3.5.2.

Laboratorieoppsett og utstyrsliste



Utstyr:

- L 1 stk. bryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T3 1 stk. aluminiumsstrimmel 50 x 1 cm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 2 stk. messingstang 4 mm

- V19 1 stk. trekile for å skille magneter
- V32 1 stk. multimeter
- W2 2 stk. svart lab. ledninger
- W4 2 stk. rød lab. ledninger
- W11 4 stk. batterier 1,2 V AA
- X4 2 stk. sylindriske magneter med hull

Arbeidsbordet benyttes i dette eksperimentet til å holde en messingstang som stikker ut til venstre. Et smalt aluminiumsbånd, ca. 50 cm langt og 1 cm brett skjæres ut av aluminiumsfolien. Båndene henges over messingstangen. De sirkulære magnetene X4 plasseres på hver sin side av trekilen som holder for to krokodilleklemmer. Vær oppmerksom på at magnetene har ingen annen funksjon enn å holde de to krokodilleklemmene på plass. De kan imidlertid være forstyrrende på elevene ved at de tillegger dem en elektromagnetisk funksjon. Alternative løsninger kan derfor være å foretrekke.

Stram aluminiumsbåndet slik at det henger løst noen millimeter fra hverandre som vist på figuren til høyre.

I dette oppsettet vil strømmen alltid gå hver sin vei i de to aluminiumsbåndene slik at det kun er mulig å demonstrere frastøting.

Et multimeter er koblet inn i kretsen slik at strømmen gjennom båndene kan avleses.



Aktivitetsbeskrivelse

Sørg for at de to aluminiumsbåndene er et par millimeter fra hverandre. Forsøk å resonere dere fram til om båndene vil trekkes mot hverandre eller frastøtes.

Slå på strømmen og observer hva som skjer med båndene. Les av strømmen.

Spørsmål til ettertanke

- Forsøk å predikter om båndene vil trekkes mot hverandre eller om de vil frastøtes før eksperimentet utføres.
- Hva vil skje om strømmen doubles?
- Hva vil skje om strømmen går samme vei i de to båndene?

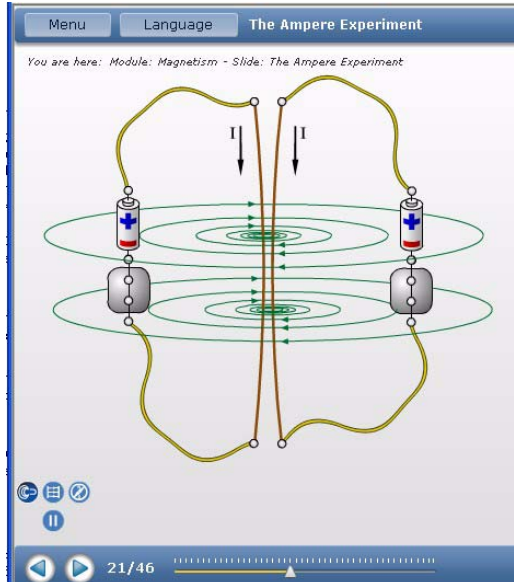
- Hvordan vil dere sette opp måleoppstillingen dersom strømmen skal gå i samme retning i begge båndene?

Animasjon (magnetisme 21/46 - 22/46)

Gå til adresse: <http://online.supercomet.no/> og animasjon 21/46 under *magnetisme*.

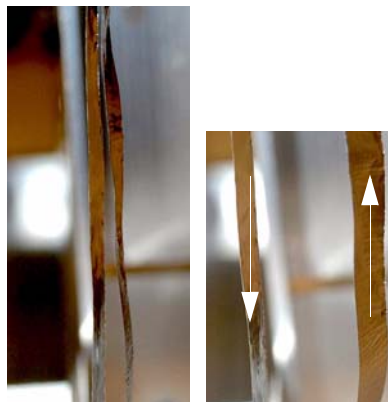
Denne animasjonen viser Amperes klassiske eksperiment, hvor to strømførende ledninger tiltrekkes av hverandre når strømmen i ledningene går samme vei.

En også vise hvordan de samme ledningene frastøter hverandre når strømretningene er forskjellige.



Kommentarer

- I dette eksempelet har vi valgt den enkle løsningen ved at båndet er sammenhengende og legges over messingstanga. Med en slik løsning vil en aldri kunne demonstrere hva som skjer når strømmen går samme vei i de to parallelle båndene.
- Effekten av strømmen i båndene er imidlertid meget tydelig slik den er montert i dette eksperimentet (se figuren til høyre).
- Målt strøm i aluminiumsbåndet er ca. 5 A med fire AA-batterier koblet i serie (4,8 V).



3.5.4 Magnetfeltet i og rundt en spole

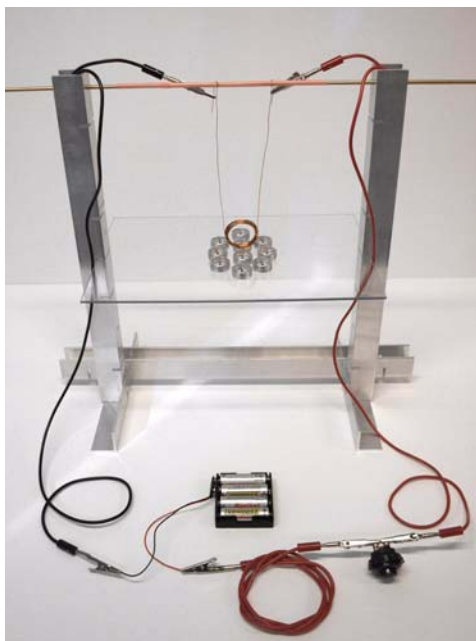
Læringsmål

L 1 - Observere magnetfeltet i og omkring en spole som funksjon av strømretningen og avstanden til spolen.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

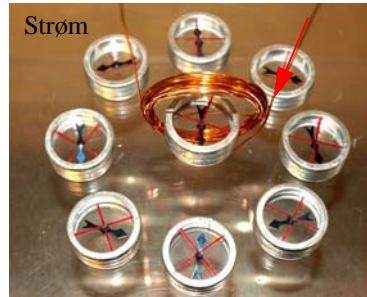
G	10 stk. små kompass, Ø 20 mm
L	1 stk. bryter
M	6 stk. krokodilleklemmer
N3	1 stk. batteriholder
T9	1 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
U1	2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
V1	1 stk. tverrstag i aluminium til eksperimentbord
V13	1 stk. messingstang, Ø 4 mm
V17	1 stk. stål stav
V30	1 stk. spole 400 viklinger
W2	1 stk. sort labledninger
W4	2 stk. rød labledninger
W11	4 stk. batterier 1,2 V AA
X12	1 stk. spole 30 mm, 20 viklinger 1 stk. sugerør



Monter det lille eksperimentbordet, tre et sugerør på messingstangen og monter den gjennom de øverste hullene i aluminiumsbeina. Sett pleksiglassplata i de midterste spaltene. Heng spolen (X12) på messingstanga og plasser kompassene omkring spolen. Et kompass kan plasseres inne i spolen ved å spre et par av viklingene ut til siden slik at kompasset står stødig. Koble til ledninger som vist på figuren.

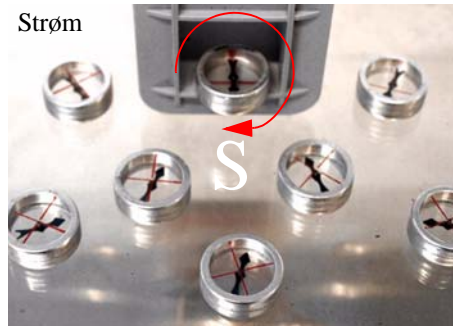
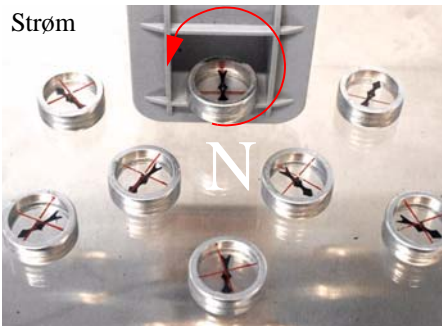
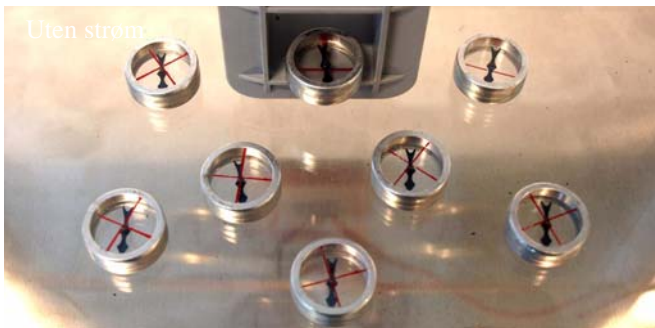
Aktivitetsbeskrivelse

Studer retningen til kompassnålene før strømmen kobles til. Undersøk hva som skjer når strømmen tilkobles.



Bytt spolen

X12 med spolen V30. Plasser et kompass inne i spolen. Studer retningen til kompassnålene når strømmen slås på. Skift retning på strømmen og se hvordan kompassnålene endrer retning. Kontrollerer det du ser med høyrehåndsregelen.



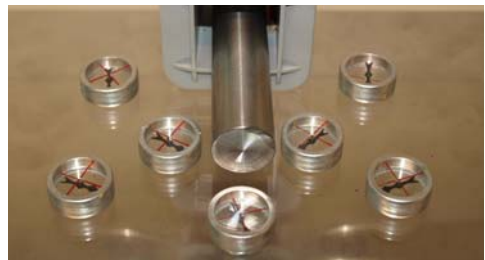
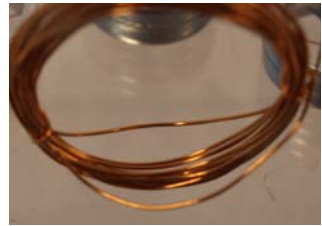
Spørsmål til ettertanke

- Hvordan er retningen til magnetfeltet inne i spolen? Forklar retningen ved å anvende høyrehåndsregelen.
- Hvordan er retningen til magnetfeltet utenfor spolen?
- Hvorfor er det en rimelig antagelse at feltet inne i spolen (jernstaven) er homogent?
- Hva skjer med magnetfeltet i og rundt spolen når strømstyrken endres?
- Hva skjer med magnetfeltet i og rundt spolen når strømretningen snus?
- Hva skjer med magnetfeltet når vi gir spolen jernkjerne?



Kommentarer:

- Ved å spre ut et par av viklingene på spolen, kan vi lett få et lite kompass til å ligge inne i spolen (se figuren til høyre).
- De små kompassene har en tendens til å om-magnetisere seg slik at de peker i gal retning. Dersom vi legger et kompass inne i spolen idet vi slår på strømmen, vil vi oppdage at nåla blir stående å dirre. Ved å slå strømmen av og på noen ganger, vil vi oppdage at kompassnålen kan skifte retning. Dvs. at den om-magnetiseres inne i spolen. På denne måten kan vi om-magnetisere kompassnåla slik at den får riktig polaritet (se avsnitt 3.7.4).
- Vær oppmerksom på at stålstaven og spikrene som oftest er magnetisert. Dette kan virke forvirrende dersom en ønsker å utstyre spolene med jernkjerne. Figuren til høyre viser hvordan magnetnålene peker før strømmen er slått på.



3.5.5 Frastøtende krefter mellom en strømførende spole og en magnet

Læringsmål

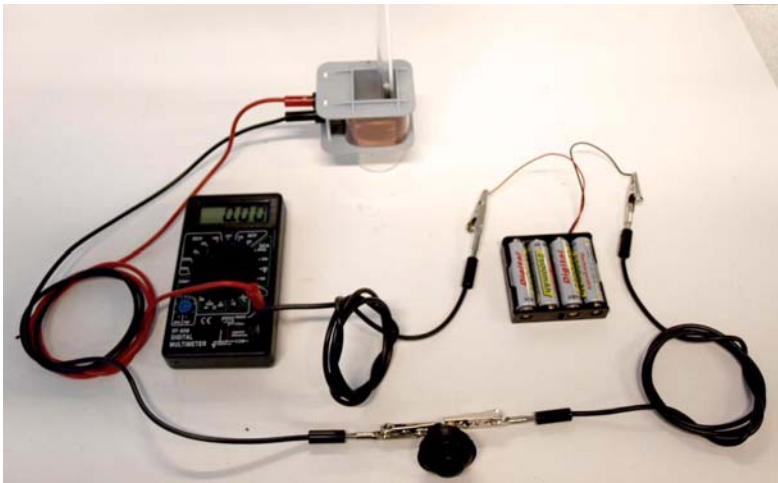
L 1 - Observere hvordan en strømførende spole tiltrekker eller frastøter en magnet som senkes ned i spolen.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

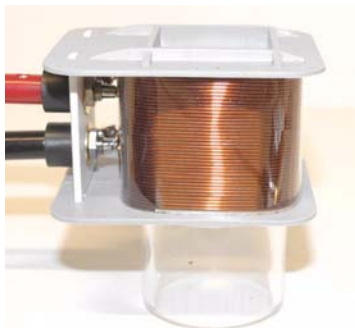
Utstyr:

- L 1 stk. bryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T6 1 stk. linjal 50 cm
- V2 1 stk. pleksiglassring 40 mm
- V7 1 stk. pleksiglassrør Ø 10 mm
- V29 1 stk. spole 200 viklinger
- V30 1 stk. spole 400 viklinger
- V31 1 stk. spole 1600 viklinger
- V32 1 stk. multimeter
- W2 2 stk. svart labledninger
- W4 2 stk. rød labledninger
- W11 4 stk. batterier 1,2 V AA
- X1 1 stk. sylindrisk stavmanet Ø 5 x 25 mm
1 stk. treplugg for å tette enden av pleksiglassrøret

Sett sammen oppsettet som vist på figuren under.



Pleksiglassrøret tettes i bunnen ved hjelp av en plugg laget av et stykke av en av trepinnene. Trepinnen føres slik at den passer til røret. Pleksiglassringen legges under spolen slik at den kommer litt opp fra underlaget. Dermed kan magneten stikkes helt inn i spolen uten å støte mot bordet.



Aktivitetsbeskrivelse

Slipp magneten ned i pleksiglassrøret som er tettet i bunnen med en treplugg. Hold pleksiglassrøret ned i spolen og slå på strømmen og se at magneten spretter opp i røret (dersom magneten har riktig vei). Mål hvor høyt magneten spretter. Finn ut hvor dypt ned i spolen magneten må senkes for å få den til å hoppe høyest mulig.

Hva skjer som den stikkes for dypt ned i spolen?

Undersøk hvor høyt magneten svever over kanten av spolen når den har stabilisert seg og går strøm.

Spørsmål til ettertanke

- Hvordan vil magnetens hoppehøyde avhenge av strømstyrken (antall batterier)?
- Hvordan vil magnetens svevehøyde over spolen avhenge av strømstyrken?
- Hva skjer med magneten om vi snur strømrretningen i spolen?
- Hvordan vil magnetens svevehøyde over spolen avhenge av antall viklinger i spolen? Mål også strømmen for å se hvordan denne endres med de ulike spolenene.



Animasjon (magnetisme 29/46 - 32/46)

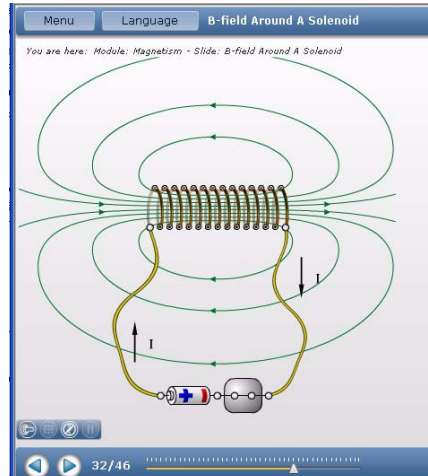
Gå til adresse: <http://online.supercomet.no/> og animasjon 29/46 under magnetisme.

Denne serien av animasjoner viser magnetfeltet rundt en strømførende spole.

29/46 og 30/46 viser feltet rundt en enkelt vinding, mens 31/46 og 32/46 viser strømretning og felt rundt en spole med flere viklinger.

Kommentarer

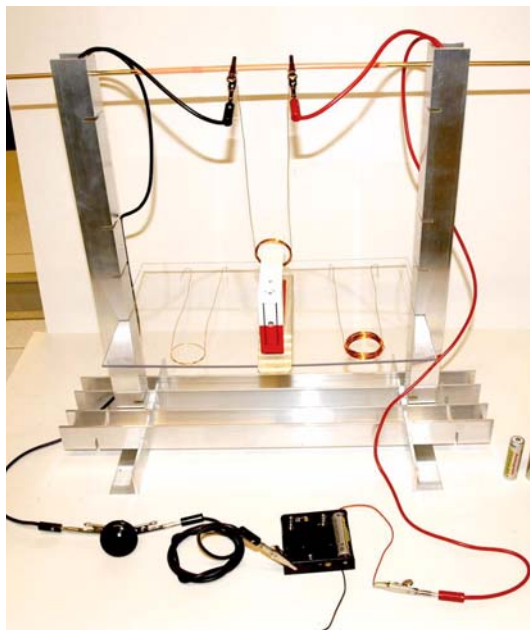
- *En liten propp som passer til det tynne pleksiglassrøret legges ned i esken. Alternativt kan en slik propp lages som beskrevet foran.*



3.5.6 Vekselvirkningen mellom ulike spoler og magneter

Læringsmål

- L 1 - Observere at en strømførende spole vil vekselvirke med en magnet. Erkjenne at en strømførende spole danner et magnetfelt på samme måte som en magnet.
- L 2 - Observere at retningen til kraften som virker mellom spolen og magneten er avhengig av strømretningen og retningen på det magnetiske feltet.
- L 3 - Observere at kraftens størrelse er avhengig av strømstyrken, feltstyrken og antall viklinger i spolen.

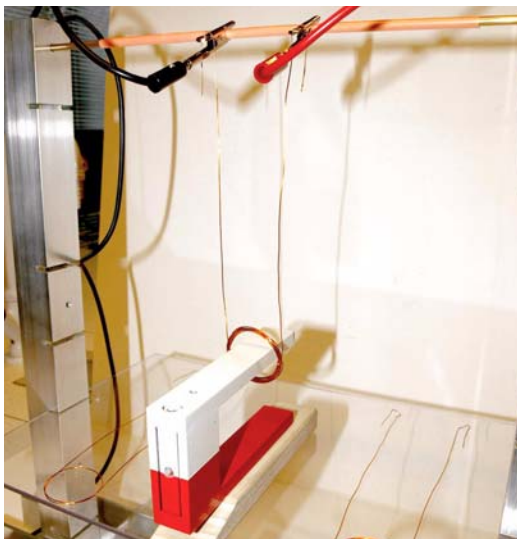


Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

- L 1 stk. trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T9 1 stk. pleksiglassplate
200 x 300 x 3 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. tverrstag i aluminium til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang \varnothing 4 mm
- V19 1 stk. trekile
- V23 1 stk. U-magnet
- W2 2 stk. sort labledning, 100 cm
- W4 1 stk. rød labledning, 100 cm
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V
- X10 1 stk. spole m/1,5 vinding
- X11 1 stk. spole m/10,5 vindinger
- X12 1 stk. spole m/20,5 vindinger
- 1 stk. sugerør

Spolene henges på krokodilleklemmene som klypes fast i den isolerte messingstanga. U-magnetens høyde justeres slik at den ene arma passerer midt gjennom spolen. Trekilen kan brukes til å justere høyden. Finjusteringen kan gjøres ved å vippe krokodilleklemmene opp eller ned. Sjekk at spolen kan svinge fritt ut og inn av beinet til u-magneten.



I dette forsøket kan det være greit å begynne med bare ett batteri, siden reaksjonen blir temmelig voldsom.

Aktivitetsbeskrivelse

Bruk ett batteri:

- Velg spolen med 10,5 vinding (X11) og registrer utslaget når strømmen slås på.
- Hva skjer med utslaget når magneten snus (det andre beinet øverst)?
- Hva skjer med utslaget når strømretningen snus?

- Velg spolen med 1,5 vindinger (X10) og registrerer utslaget når strømmen slås på.
- Velg spolen med 20,5 vindinger (X12) og registrerer utslaget når strømmen slås på.

Bruk to batterier (øk strøm og spenning):

- Velg spolen med 10,5 vindinger (X11) og registrer utslaget når strømmen slås på.

Vi legger merke til at en strømførende spole oppfører seg likt med en magnet. Vi har fått en *elektromagnet*. En elektromagnet har en del fordeler framfor en fast magnet:

1. Polariteten kan snus ved å snu strømretningen.
2. Styrken kan endres ved å endre strømmen, eventuelt antall viklinger.
3. Magneten kan slås av og på.

Det magnetiske feltet i en elektromagnet kan gjøres sterkere ved å føre et ferromagnetisk materiale inn i spolen.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer med kreftene på spolen når strømmen i spolen snus?
Forsøk å forutsi hvilken vei kreftene på spolen vil virke ut fra kjennskap til strømretning og retning på magnetfeltet.
- Hva skjer med utslaget dersom magneten snus slik at det andre beinet passerer gjennom spolen?
- Hva skjer med utslaget når spoler med forskjellig antall viklinger brukes?
- Hva skjer med utslaget om vi øker diameteren til spolen, men beholder samme antall viklinger?
- Sammenlign vekselvirkningen mellom en spole og en magnet, med vekselvirkningen mellom to magneter. Hvilke forskjeller og likheter er det mellom disse to situasjonene?
- Hvordan vil du forklare det du ser ut fra ditt kjennskap til magnetfeltet rundt en spole og en magnet?

Kommentarer

- Reaksjonen i dette forsøket er meget sterk og bør kanskje begrenses for å tydeliggjøre fenomenet som skal observeres. Dette kan gjøres ved å redusere antall vindinger og strømmen, men også ved å trekke magneten ut av spolen slik at den blir liggende kant i kant med spolen.

3.5.7 Magnetfeltet i en spole med jernkjerne – elektromagnet

Læringsmål

L 1 - Undersøke magnetfeltet omkring en spole med jernkjerne som funksjon av strømmen.

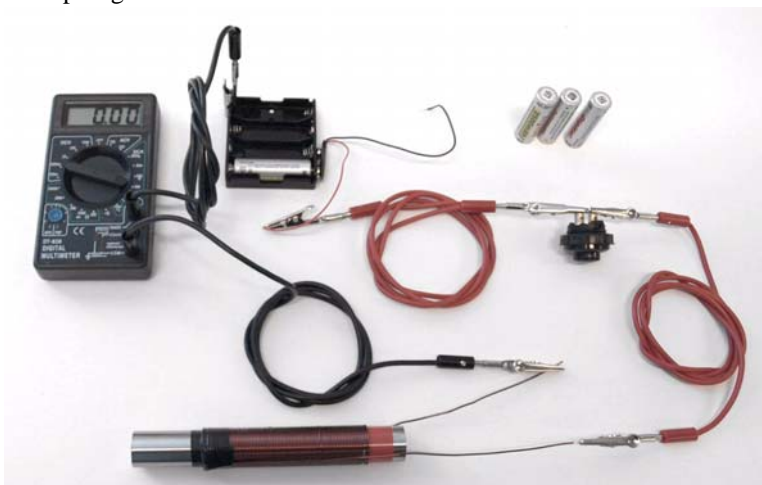
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- E 25 stk. små binders
- G 1 stk. lite kompass, 20 mm
- L 1 stk. trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- V4 4 m lakkisolert kobbertråd, 1 mm
- V6 1 stk. rød tape
- V7 1 stk. sort tape
- V17 1 stk. jernstav
- V32 1 stk. digitalt multimeter
- W2 2 stk. sort labledning, 100 cm
- W4 2 stk. rød labledning, 100 cm
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V



Vikle ca. 4 meter kobbertråd rundt stålstaven. Fest ledningene med tape. Koble opp kretsen som vist på figuren under.



Orienter oppsettet slik at en kompassnål som legges rett ut for stålstaven, peker vinkelrett på aksen til staven når strømmen er avslått. Dette kan være vanskelig dersom stålstaven er magnetisert.



Bruk den type kompass som fungerer best. Har har vi valgt å bruke de små.

Aktivitetsbeskrivelse

La det gå strøm i spolen å se hvordan kompassnålen endrer retning. La graden av endring være et mål på styrken til magnetfeltet. Bruk 1, 2, 3 og 4 batterier.

Målinger viser følgende strømstyrker:

- 1 batteri - 2,38 A
- 2 batterier - 3,59 A
- 3 batterier - 4,74 A
- 4 batterier - 5,58 A



Alternativt kan en se hvor mange binders elektromagnetet klarer å bære ved de ulike strømstyrkene.

Spørsmål til ettertanke

- Hvilken retning har magnetfeltet i jernstaven? Bestem retningen ved hjelp av høyrehåndsregelen.



- Hvilken retningen har magnetfeltet omkring jernstaven?
- Hvorfor er det en rimelig antagelse at feltet inne i spolen (jernstaven) er homogent?
- Hva skjer med magnetfeltet i og omkring spolen når strømstyrken endres?
- Hva skjer med magnetfeltet i en spole med jernkjerne når det går likestrøm i spolen?
- Hva skjer med magnetfeltet i spolen med jernkjerne når strømmen slås av?

Kommentarer

- Det er en forstyrrende faktor at jernstaven normalt vil være magnetisert selv når det ikke går strøm i spolen.

3.5.8 Tiltrekning og frastøtning av to spoler

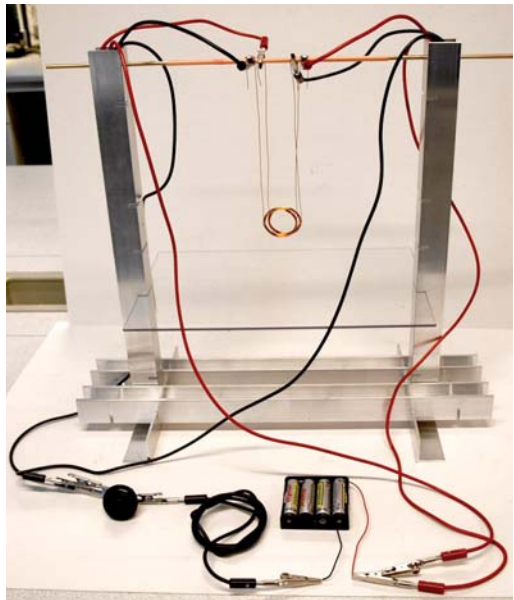
Læringsmål

- L 1 - Observere kreftene som oppstår mellom to spoler når det går strøm i spolene.
- L 2 - Observere at kreftenes retning avhenger av strømretningen. Frastøtning når strømmen går i motsatt retning og tiltrekning når de går i samme retning.
- L 3 - Observere at kreftenes størrelse avhenger av strømstyrken.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

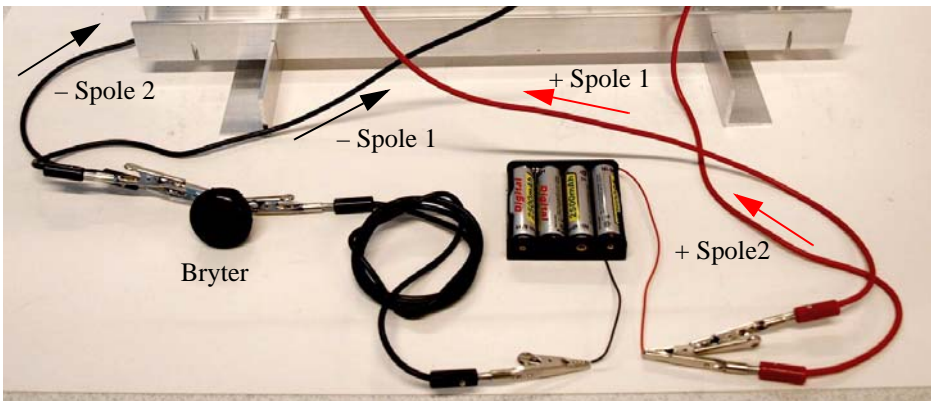
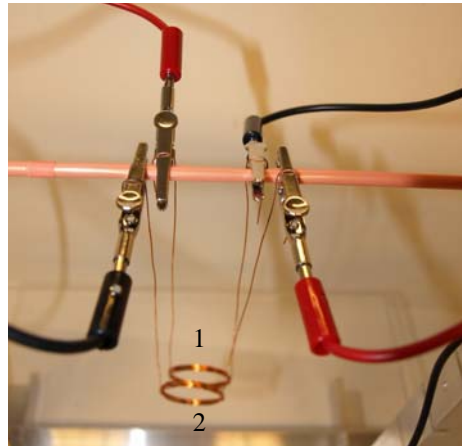
- | | |
|-----|---|
| L | 1 stk. trykkbryter |
| M | 10 stk. krokodilleklemmer |
| N3 | 1 stk. batteriholder |
| T9 | 1 stk. pleksiglassplate
200 x 300 x 3 mm |
| U1 | 2 stk. aluminiumsbein til
eksperimentbord |
| V1 | 2 stk. aluminium tverrstag til
eksperimentbord |
| V13 | 1 stk. messingstang \varnothing 4 mm |
| W2 | 3 stk. sort labledning, 100 cm |
| W4 | 2 stk. rød labledning, 100 cm |
| W11 | 4 stk. batterier AA 1,2 V |
| X11 | 2 stk. spoler m/10 vindinger
1 stk. sugerør |



Spolene henges opp på fire krokodilleklemmer som klypes fast til messingstanga som er isolert med et Ø 5 mm sugerør. Se detaljer i figuren til høyre.

Spolene henges med en avstand på 5–10 mm med sentrum av spolen plassert langs spolens midtakse.

Figuren under viser den elektriske oppkoblingen. Legg spesielt merke til hvilke ledninger som går til hvilken spole og at ledningene for spole 1 er krysset, hvilket betyr at strømretningen i de to spolene har motsatt retning og dermed vil frastøte hverandre.



Aktivitetsbeskrivelse

- Koble opp kretsen slik at strømmen går samme vei gjennom de to spolene. Bruk høyrehåndsregelen for identifisere spolens nord- og sørpol. Forsøk å forutsi om spolene vil tiltrekkes eller frastøtes av hverandre.
- Registrer hva som skjer med spolene når strømmen slås på.
- Koble opp kretsen slik at strømmen går motsatt vei gjennom de to spolene. Bruk høyrehåndsregelen for identifisere spolens nord- og sørpol. Forsøk å forutsi om spolene vil tiltrekkes eller frastøtes av hverandre.

- Registrer hva som skjer med spolene når strømmen slås på.
- Dersom det brukes separate strømforskyninger til de to spolene, kan strømstyrken i de to spolene gjøres forskjellig. Undersøk hva som skjer med utslaget dersom strømmen i den ene spolen endres fra å være like stor til det halve av strømmen i den andre.
- Finn en sammenheng mellom strømretningen i spolene og retningen til kraften mellom spolene.

Spørsmål til ettertanke

- Hva skjer med spolene når strømmen i de to spolene har samme retning?
- Hva skjer med spolene når strømmen i de to spolene har motsatt retning?
- Hva skjer med utslaget (kreftene) når strømmen dobles (øker antall batterier)?

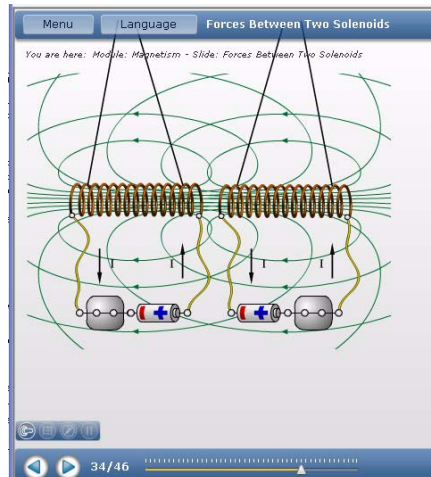
Animasjon (magnetisme 33/46 - 35/46)

Gå til adresse: <http://online.supercomet.no/> og animasjon 34/46 under magnetisme.

Denne animasjonen viser hvordan to strømførende spoler frastøtes eller tiltrekkes av hverandre avhengig av strømretningene.

Kommentarer

- Sugerøret fungerer meget bra som isolerende strømpe mellom krokodilleklemmene og messingstanga. Fordelen med å bruke messingstang og ikke en isolerende stang er at den passer til hullene som er boret i beina til bordet. Dessuten passer de godt i gapet til krokodilleklemmene. *Legg noen sugerør opp i kofferten.*



3.5.9 Feltet i Helmholtz-spoler

Læringsmål

L 1 - Undersøke det magnetiske feltet i Helmholtz-spoler

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

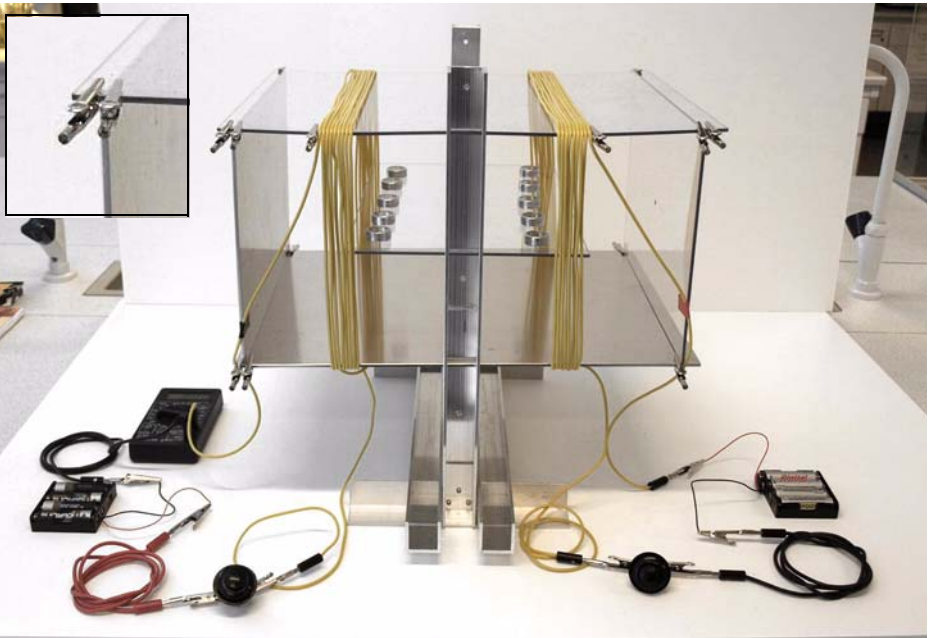
- B 6 stk. store kompass, Ø 50 mm
- G 15 - 25 stk. små kompass, Ø 20 mm
- L 2 stk. trykkbryter
- M 20 stk. krokodilleklemmer
- N3 2 stk. batteriholdere
- T7 1 stk. pleksiglassplate 300 x 400 x 3 mm
- T8 1 stk. aluminiumsplate 300 x 400 x 3 mm
- T9 2 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
- T10 1 stk. aluminiumsplate 200 x 300 x 3 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V32 1 stk. digitalt multimeter
- W2 1 stk. sort labledning, 100 cm
- W4 1 stk. rød labledning, 100 cm
- W6 1 stk. rød tape
- W7 1 stk. sort tape
- W1 2 stk. gul labledning 10 meter
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V
4 stk. batterier AA 1,5 V

Bruk de store platene som holdere for spolene. Plasser pleksiglassplata (T7) i øverst spalte og aluminiumsplata (T8) nest nederste spalte. Dermed får vi innsyn i måleoppstillingen. En liten pleksiglassplate monteres midt mellom de store platene.

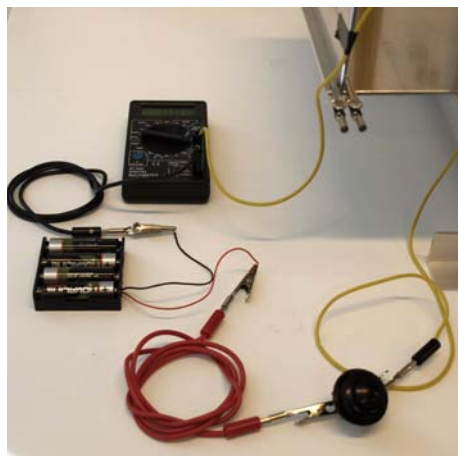
To små plater, en pleksigallss- (T9) og en aluminiumsplate (T10) plasseres vertikalt mellom de store platene for å stabilisere avstanden når spolene skal vikles. Bruk krokodilleklemmer til å holde de vertikale platene på plass (se innfelt bilde).

Avstanden mellom spolene skal være omtrent lik radiusen til spolene som er ca 15 cm. Fest ledningene med litt tape slik at de holder seg på plass, mens du vikler.

Plasser kompassene midt mellom spolene på den midterste plata, eller også i alle tre høydene.



Figuren under til venstre, viser måleoppstillingen sett fra siden.



Spolene kobles til hver sin batteriholder med fire batterier. Strømmen skal gå samme vei i begge spolene.

Aktivetsbeskrivelse

En Helmholtz-spole består av to identiske sirkulære spoler (her er de rektangulære), en på hver side av området hvor eksperimentene skal utføres. De monteres symmetrisk om en felles horisontal akse med en innbyrdes avstand, d , lik radiussen til spolene. Strømmen i hver av spolene er like stor og går samme vei.

Bruk kompassene til å utforske feltbildet mellom spolene.

Spørsmål til ettertanke

- Er feltet mellom spolene uniformt?
- Undersøk feltbildet ved hjelp av kompassene. Hvordan vil du beskrive feltet mellom spolene? Lag gjerne skisser.

Kommentarer

- Det er en utfordring å finne små kompasser som stor sett peker i samme retning, dvs. er magnetisert samme vei. En kan imidlertid om-magnetisere dem etter behov (se avsnitt 3.7.4)
- En kan lett observere at feltet endrer form nær ytterkantene.

3.5.10 Elektromagnetisk huske

Læringsmål

L 1 - Observere hvordan strøm induseres i en spole som utsettes for magnetfelt.

L 2 - Observere hvordan strømmer i spoler gir opphav til krefter

Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- J2 2 stk. øyeskruer med mutre
- T7 1 stk. eksperimentbord del 3 – pleksiglassplate 200 · 300 · 3 mm
- U1 2 stk. eksperimentbord del 5 – aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 1 stk. eksperimentbord del 6 – aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V2 1 stk. pleksiglassring Ø 40 mm
- V13 1 stk. messingstang Ø 4 mm
- V30 1 stk. spole med 400 vindinger
- V31 1 stk. spole med 1600 vindinger
- W2 1 stk. sort labledning, 100 cm

- W4 1 stk. rød labledning, 100 cm
- X4 2 stk. sylindermagnet m/hull
- 2 stk. overheadfolie
- 6 strikk

Sett opp eksperimentbordet med en liten pleksiglassplate i nederste stilling. Før en messingstang gjennom hullene øverst på hvert av aluminiumsbeina.

Fest øyeskruer til hver av de to ringmagnetene. Fest den ene til messingstanga ved hjelp av tre strikk som er knyttet sammen, og monter den slik at den så vidt henger ned i spolen.

Sett den andre spolen på pleksiglassringen. Koble sammen de to spolene med ledningene.

Lag plastrør av overheadfolie og plasser disse ned i spolene. Disse fungerer som føringer for magnetene slik at de ikke støter mot kanten av spolen.

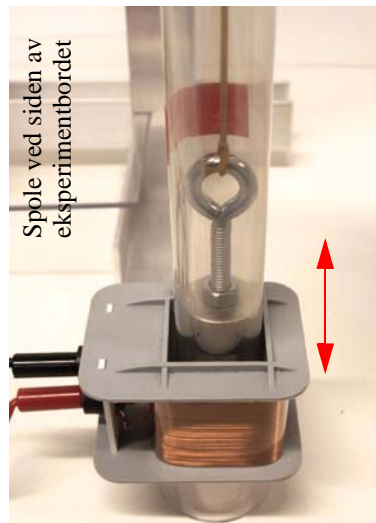
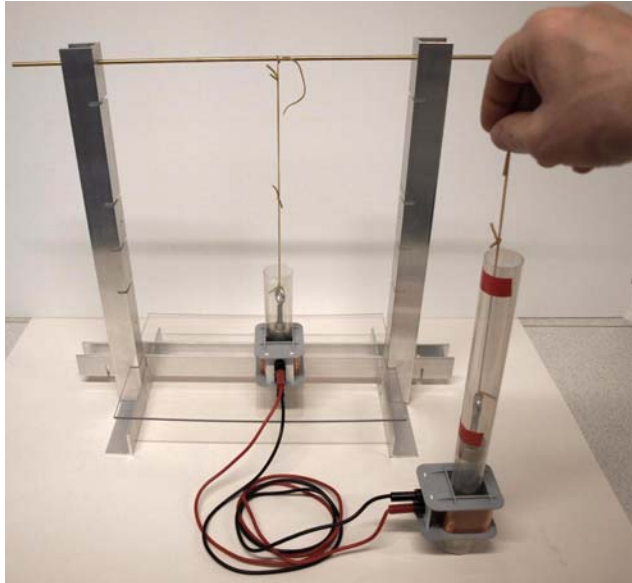
Aktivitetsbeskrivelse

Begynn med å plassere spolen med 400 viklinger på eksperimentbordet, og spolen med 1600 viklinger ved siden av.

La den ene magneten svinge opp og ned i spolen som er plassert ved siden av. Observer hva som skjer med magneten som henger ned i spolen på eksperimentbordet.

Spørsmål til ettertanke

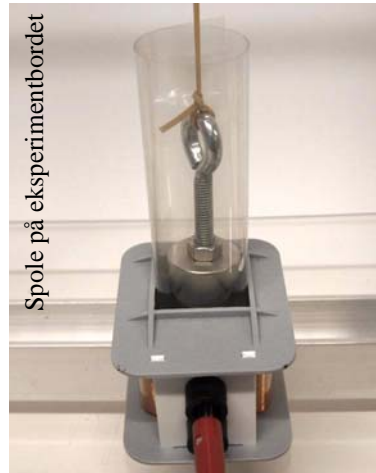
- Svinger magnetene i fase eller motfase?



- Hva skjer med svingningene når du krysser ledningene som kobler sammen de to spolene?
- Hva skjer med svingningene dersom spolen med 1600 viklinger plasseres på eksperimentbordet og den med 400 viklinger ved siden av? Hvordan vil du forklare forskjellen?
- Hvordan bør magneten på eksperimentbordet plasseres i forhold til spolen for at utslaget skal bli størst mulig?

Kommentarer

- Det er uheldig at bøssingene på spolene er av et ferromagnetisk materiale. Dette medfører at magneten som henger inne i spolen har en tendens til å tiltrekkes til siden med bøssingene.
- Det er lett å observere utslaget og om de to magnetenes svingninger er i fase eller motfase.
- Det bør inkluderes to spiral fjærer i materialet.



3.6 Lorentz-kraften

3.6.1 Pohls eksperiment

Læringsmål

L 1 - Observere retningen til Lorentz-kraften

L 2 - Registrere hvordan utslaget (vinkelen) avhenger av strømmen, styrken til magneten og lengden av ledningen som befinner seg i magnetfeltet.

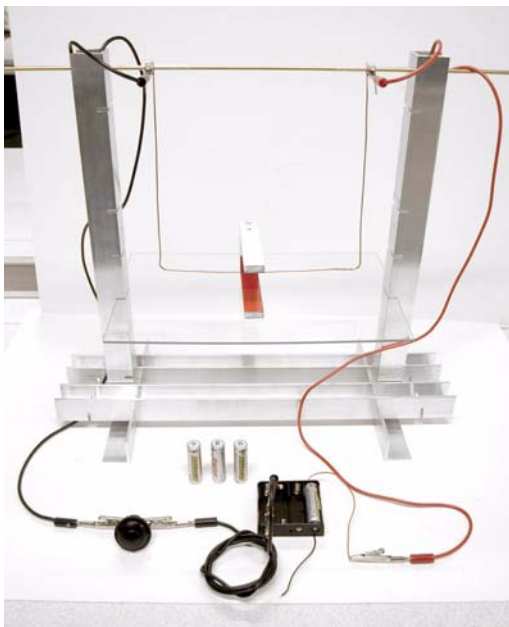
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

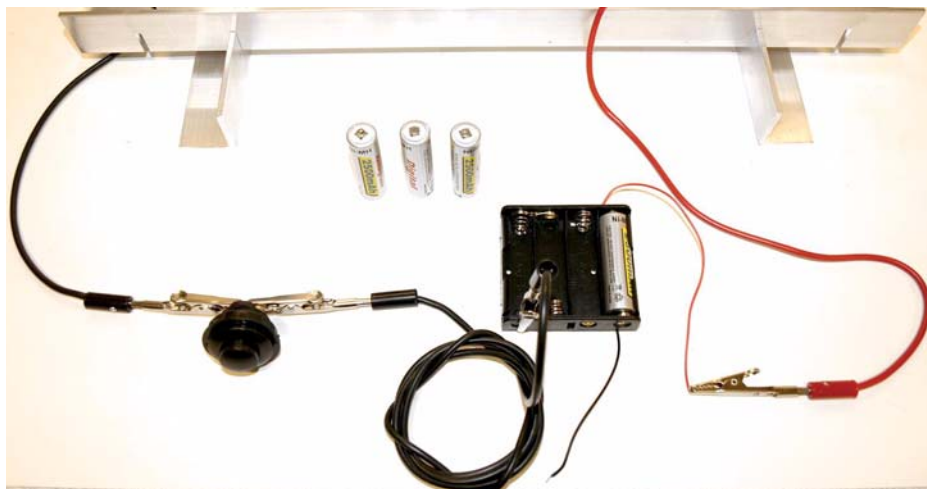
- L 1 stk. trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T9 1 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang \varnothing 4 mm

- V23 1 stk. u-magnet
- W2 2 stk. sort labledning, 100 cm
- W4 1 stk. rød labledning, 100 cm
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V
- X7 1 stk. ledningssløyfe til Pohls eksperiment
- 1 stk. sugerør

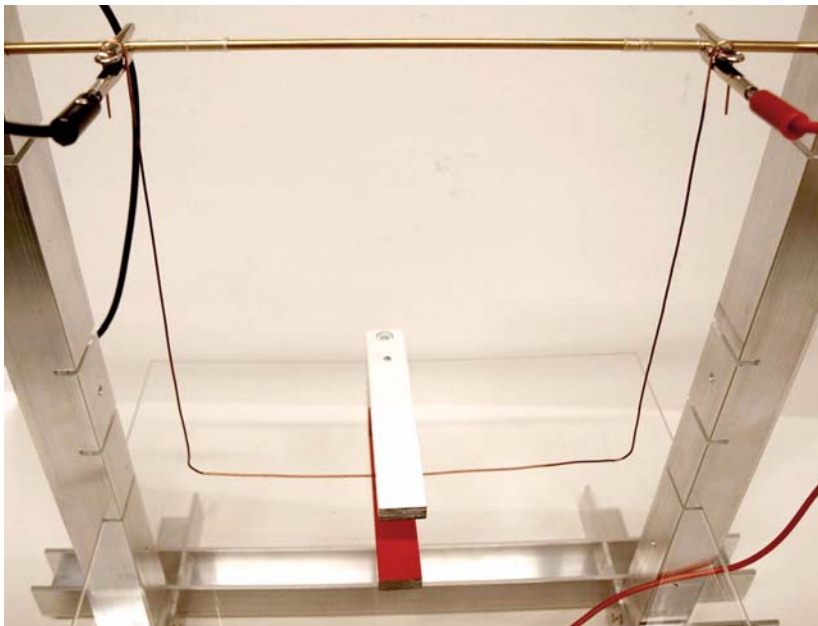
Figuren under viser oppstillingen.



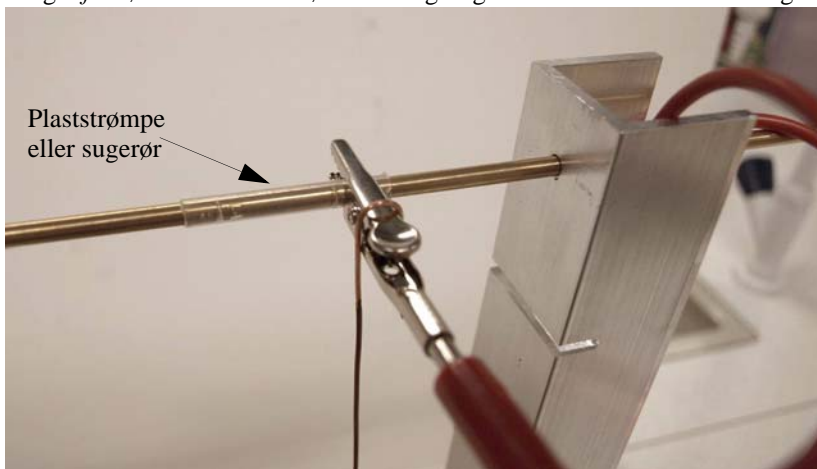
Figuren under viser detaljer fra måleoppstillingen. Legg spesielt merke til hvordan bare et batteri er innkoblet.



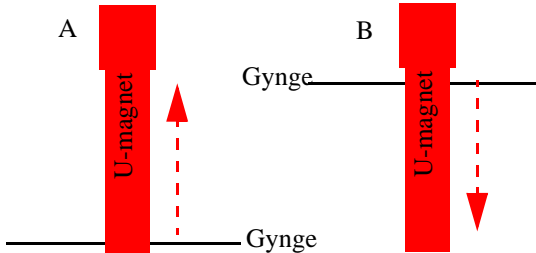
Figuren under viser Pohls gyngende med den horisontale delen inn mellom bena til u-magneteten.



Krokodillelemmene klyper om messingstanga som er isolert med en plastikkstrømpe eller et sugerør. Selve gynga er hengt løst over krokodilleklemma. Det er viktig at den ikke henger *for* løst da dette kan føre til svingninger som maskerer selve utslaget.



Dersom en bruker u-magneten, vil en raskt oppdage at selv med bare ett batteri (1,2 V) så får gynga lett for stort utslag. Det er derfor viktig at gynga monteres slik at den kommer i ytterkant av magneten. Dersom den slår inn i magneten plasseres gynga ytterst i gapet (A). Dersom den slår utover, plasseres den innerst i gapet (B).



En kan i stedet for u-magneten legge en eller flere mindre magneter under gynga. Da vil utslaget i større grad begrenses av omfanget av magnetfeltet enn hva som er tilfelle med u-magneten.

Aktivitetsbeskrivelse

Bruk u-magneten:

1. Koble til ett batteri og se på utslaget, hvor stort det er og hvilken vei det slår.
2. Koble to batterier i serie og sammenlign utslaget du fikk med ett batteri.
3. Snu strømmen og se hva som skjer med utslaget

Bruk små magneter:

4. Legg to magneter under gynga, begge med samme pol opp, og gjenta eksperimentene over (figuren under).



5. Legg to magneter under gynga, med motsatt pol opp, og gjenta eksperimentene over (figuren under).



Spørsmål til ettertanke

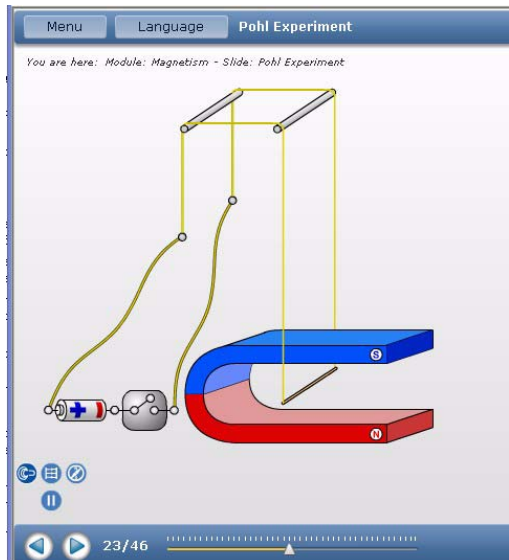
- Hva skjer med utslaget (kraften på gynga) når strømmen dobles?
- Hva skjer med utslaget dersom strømmen snus?
- Hva skjer med utslaget om u-magneten snus om sin horisontale akse (andre beinet opp)?
- Hva skjer med utslaget dersom de små magnetene plasseres med samme pol opp, og hva skjer om de legges med motsatt pol opp?
- Hva skjer med utslaget når en av de små magnetene holdes på oversiden av gynga?

Animasjon (magnetisme 23/46 - 28/46)

Gå til adresse: <http://online.supercomet.no/> og animasjon 23/46 under magnetisme.

Denne animasjonen viser Pohls eksperiment. De påfølgende animasjonene 24/46 til 28/46 viser hvordan kraften på ledningen i magnetfeltet er:

1. proporsjonal med lengden av ledningen
2. proporsjonal med strømstyrken i ledningen
3. proporsjonal med flukstettheten til magnetfeltet
4. avhengig av vinkelen mellom ledningen og magnetfeltet



Kommentarer

- *Legg noen sugerør ned i kofferten* som kan brukes som isolerende strømppe rundt messingstanga.

3.6.2 Roterende spole mellom magneter

Læringsmål

L 1 - Observere og undersøke retningen til Lorentz-kraften

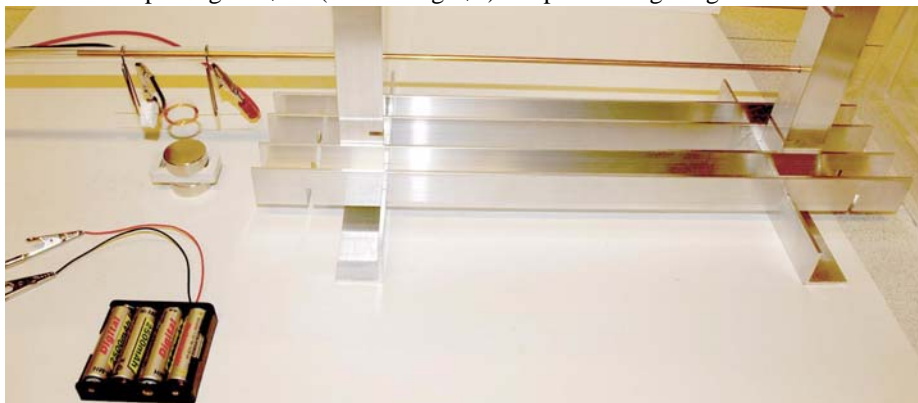
- L 2 - Analysere feltbildet rundt en spole i en gitt situasjon (en roterende spole), mht. strømretningen i spolen og Lorentz-krafta som oppstår.
- L 3 - Undersøke og forklare hvor og hvordan Lorentz-krafta virker på en sirkulær spole.
- L 4 - Forstå hvordan Lorentz-krafta som virker på spolen skaper et momentet i rotasjonsretningen slik at spolen dreies rundt (om det er fysisk mulig).

Laboratorieoppsett og utstysliste

Utstyr:

- E4 2 stk. store stålbinders
- M 4 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder, 4 stk. AA 1,2 V
- U1 2 stk. eksperimentbord del 5, aluminiumsbein
- V1 2 stk. eksperimentbord del 6, aluminium tverrstag
- V7 1 stk. pleksiglassrør Ø 10 mm x 50 cm
- V13 2 stk. messingstenger
- W2 1 m sort labledning
- W4 1 m rød labledning
- W11 4 stk. ladbare batterier AA 1,2 V
- X5 2 stk. sylindrisk neodymmagnet Ø 30 mm
- X8 1 stk. spole til bindersmotor
1 stk. sugerør

Sett opp eksperimentbordet versjon 1 som vist på side 49, men plasser beina så tett sammen som avstivningen tillater. Stikk messingstanga gjennom de nederste hullene i bordbeina slik at den er ca. 10 cm over bordet og stikker ca. 18 cm ut fra beinet på den ene sida. Tre pleksiglassrøret (eller et sugerør) inn på messingstanga.



Utvid to store binders og heng dem over pleksglassrøret. Koble to kabler til bindersene med krokodilleklemmer og forbind disse med batteriholderen. Sett fire batterier i holderen.

Aktivitetsbeskrivelse

Legg spolen X8 opp i de to bøylene som bindersene danner og skyv magnetene midt under spolen. Spolen skal nå rotere med stor fart. Tre en isoporskive (bit) inn på spolen dersom den drar seg ut til den ene siden.

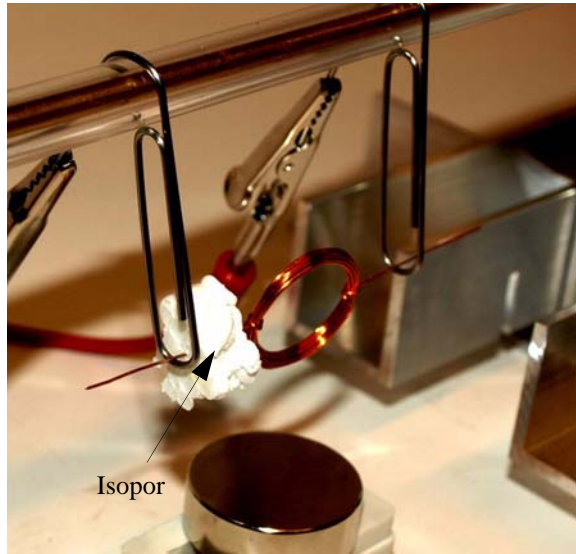
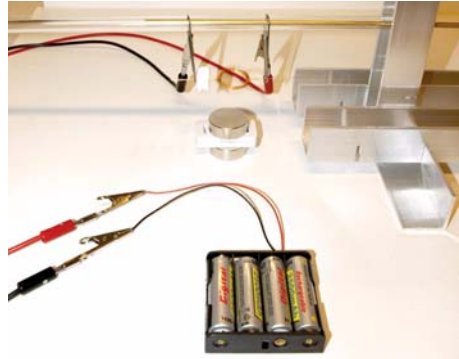
Om spolen ikke roterer, sjekk følgende:

- Hjelp spolen igang.
- Sjekk at batteriene er ladet.
- Sjekk at det er god forbindelse mellom batteri og binders.
- Sjekk at isolasjonen er riktig fjernet på akslingen på spolen (all isolasjon skal være fjernet på den ene siden, på den andre akslingen skal isolasjonen bare på den ene sjen av ledningen være fjernet).

Spørsmål til ettertanke

Undersøk hva som skjer dersom:

- du snur spenningen på batteriet
- du snur magneten
- du holder magneten på siden eller på oversiden av spolen
- du dobler strømmen gjennom spolen?
- du gjør spoletråden svært tynn og magneten svært sterk?



Kommentarer

- *Legg ved en liten bit skumplast eller isopor*, gjerne en tynn skive, som kan fungere som stopper på spolen slik at den ikke drar seg for langt ut til en av sidene.
- Motoren fungerer meget bra. Både når magneten holdes over og under. Den snur da rotasjonsretning. Når den holdes inn mot siden klarer den ikke helt å bstemme seg for hvilken vei den skal gå.
- Det ville vært en fordel om bindersene ikke var magnetiske siden en lett kan komme for nær med magneten slik at den drar til seg bindersene.

3.6.3 Bindersmotor

Læringsmål

L 1 - Observere retningen til Lorentz-krafta.

L 2 - Forstå sammenhengen mellom strømmen i spolen, magnetfeltet rundt spolen og krafta som får motoren til å rotere.

L 3 - Angi hvor Lorentz-krafta virker på ledningene i spolen

L 4 - Skjønne sammenhengen mellom Lorentz-krafta og at spolen får et rotasjonsmoment.

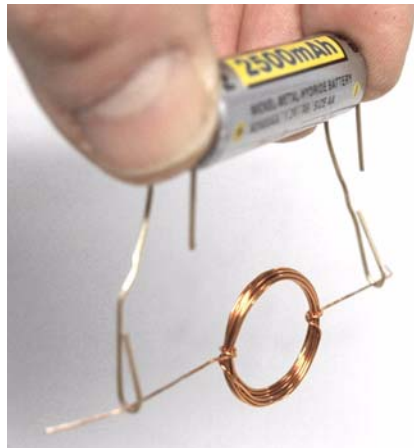
Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- E3 2 stk. små messingbinders
- W11 1 stk. batteri AA 1,2 V
- X5 1 stk. sylindrisk magnet Ø 30 mm
- X8 1 stk. liten spole for bindersmotor

Aktivitetsbeskrivelse

Bindersene bøyes ut slik at de danner en dobbelkrok. Den minste kroken bøyes inn i toppen slik at den danner en løkke. Akslingen til spolen bøyes litt ut til siden slik at den skal holde seg på plass. Så stikkes den inn i løkkene.



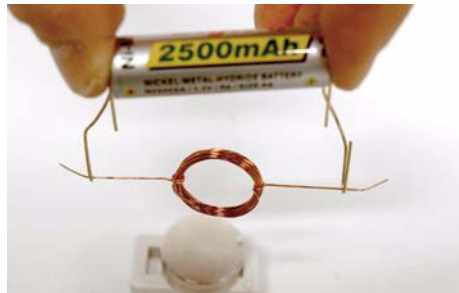
Det kan også være behov for å øke avstanden mellom løkkene. Dette kan justeres ved å bøye bindersene ut til siden.

Bindersene holdes inn til polene på batteriet med tommel og pekefinger.

Så senkes motoren sakte ned mot magneten. Brukes en av de største magnetene kan det være lurt å holde avstand. Kommer man for nær kan spolen bli trukket ned mot magneten.

Spørsmål til ettertanke

- Forsøk å forutsi rotasjonsretningen til spolen.
- Hva skjer dersom spolen henges eksakt midt over magneten?
- Hva skjer dersom spolen deretter flyttes litt forover eller litt tilbake for midtpunktet?
- Hva vil skje om en øker strømstyrken til det dobbelte?
- Hva vil skje om magneten snus?
- Hva vil skje om en snur strømretningen (dvs. snur batteriet)?
- Hva vil skje dersom magneten flyttes på oversiden av spolen (mellom spolen og batteriet)?



Kommentarer

- Det viste seg nødvendig å lage små løkker av binderen der spolen skulle henges opp i tillegg til at endene av akslingen ble bøyd litt til siden. Dessuten ble bindersene bøyd litt fra hverandre slik at bindersene skulle nå ut til de avisolerte partiene av ledningen.

3.6.4 Homopolar motor med roterende ledning

Læringsmål

L 1 - Observere og undersøke retningen til Lorentz kraften

L 2 - Analysere feltbildet rundt en ledningssløyfe i en gitt situasjon (en sløyfe), mht. strømretningen i spolen og Lorentz-krafta som oppstår.

L 3 - Undersøke og forklare hvor og hvordan Lorentz-krafta virker på ledningssløyfa.

L 4 - Forstå hvordan Lorentz-krafta som virker på sløyfa skaper et momentet i rotasjonsretningen slik at spolen dreies rundt.

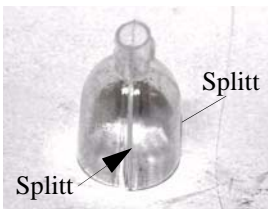
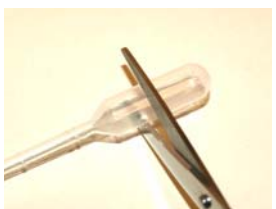
Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- J10 1 stk. sløyfe for homopolar motor (m/roterende sløyfe)
- W11 1 stk. batteri AA 1,2 V
- X5 2 stk. neodymmagnet (strengt tatt nok med en) Ø 30 mm
1 stk. pipette

Aktivetsbeskrivelse

Monter motoren som vist på figuren under. For å holde akslingen på plass på toppen: Ta å klipp bunnen av en pipette som vist og tre denne over toppen av batteriet (pluss-polen). Pipettedelen må splittes opp i siden for å kunne settes på batteriet.



Batteriet plasseres så midt på magneten og lednings-sløyfa plasseres slik at den omslutter batteriet og kontakten i toppen smetter ned gjennom pipettespisen. De sirkulære sløyfene nederst skal omslutte magneten og fungere som en slepekontakt. Det kan være nødvendig å pusse slepekontakten på innsiden med litt smergelpapir og skrape av kontakten i toppen med en spiss kniv.



Spørsmål til ettertanke

- Forutsi rotasjonsretningen ut fra kunnskap om strømretning og magnetens polaritet.
- Hva vil skje om man dobler strømmen i sløyfa?
- Hva vil skje om magneten snus?
- Hva vil skje om man snur strømretningen?

- Vil motoren rotere selv om sløyfa ikke er elektrisk lukket i toppen?
- Vil sløyfa rotere selv om den bare har en “arm”?

Kommentarer

- *Legg noen plastpipetter ned i kofferten.* Disse gjør det langt enklere å holde toppkontakten på plass. Det er også lett å sette den på den negative polen om en skulle ønske å snu batteriet. Imidlertid er det ikke enkelt å balansere batteriet med plusspolen ned mot magneten. Dette ville ha vært lettere om magneten hadde vært mindre, da vil denne ikke så tippet batteriet over på siden.

3.6.5 Homopolar motor med roterende magnet

Læringsmål

- L 1 - Observere Lorentz-kraften
- L 2 - Undersøke oppsettet med hensyn til hvilke magnetfelter og elektriske strømmer som virker sammen for å skape rotasjonen
- L 3 - Undersøke hvor Lorentz-kraften virker
- L 4 - Innse at magneten også fungerer som en elektrisk leder
- L 5 - Innse at Lorentz-kraften egentlig virker på ladningsbærerne og ikke på ledningen eller magneten som sådan

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- B 1 stk. kompass
- J1 1 stk. spiker 75 mm
- W3 1 stk. ledning 20 cm
- W11 1 stk. batteri AA, 1,2 V
- X2 1 stk. sylindermagnet Ø 12 x 6 mm

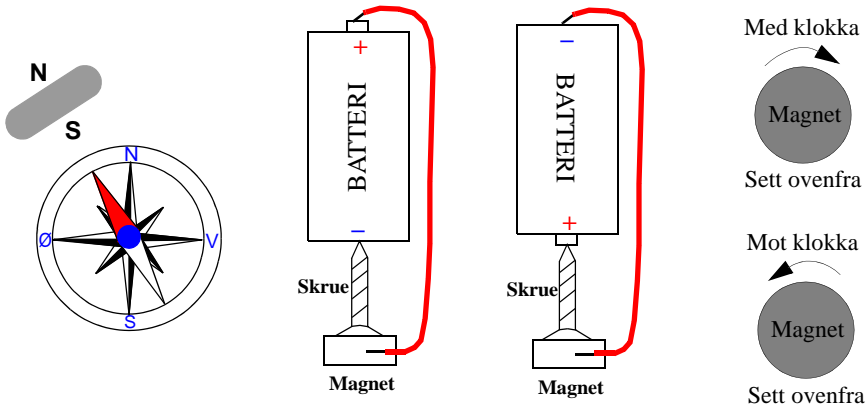
Aktivetsbeskrivelse

Fest magneten til spikerhodet og sørg for at den er sentrert. Heng spikeren under batteriet, enten på den positive eller den negative polen. Forbind den andre polen på batteriet til siden av magneten ved hjelp av ledningen.



Det kan være nyttig å lage et hakk i batteriet slik at spissen av spikeren holder seg på plass, men dette er ikke nødvendig dersom spikeren festes til den positive polen, hvor den holder seg lettere på plass enn på minuspolen.

Ta av magneten og la den nærme seg kompasset, som vist til venstre på figuren under. Den røde siden av kompassnåla peker mot sørpolen på magneten. Merk denne siden av magneten med en S og den andre med en N.



Undersøk hvilken vei magneten roterer avhengig av retningen på batteriet og magneten. Fyll inn i tabellen hvilken vei magneten roterer, med eller mot klokka, når:

	Batteri + opp	Batteri + ned
Magnet, sør opp		
Magnet, sør ned		

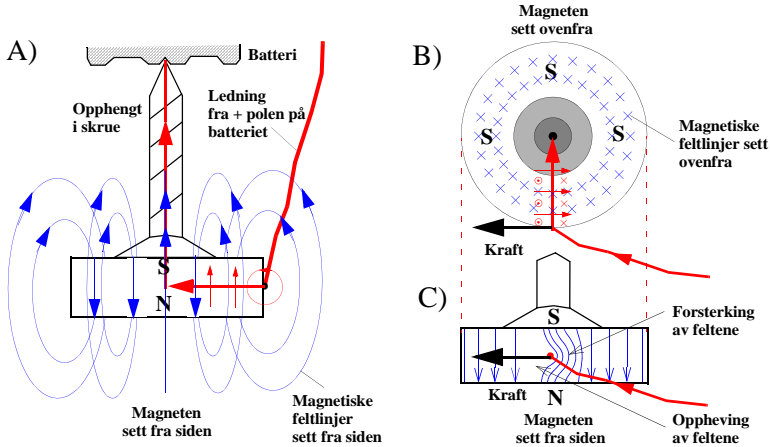
Eksperimentet kan med fordel gjøres i sammenheng med eksperimentet: *Magnetisk "vogn" avsnitt 3.6.9 side 173*. Dette eksperimentet demonstrerer prinsippet som driver den magnetiske vogna framover.

Spørsmål til ettertanke

- Forsøk å forutsi rotasjonsretningen til magneten før du kobler til ledningen.
- Hva skjer med rotasjonsretningen om batteriet snus?
- Hva skjer med rotasjonsretningen om magneten snus?
- Hva skjer om strømstyrken dobles?

Teori [1]

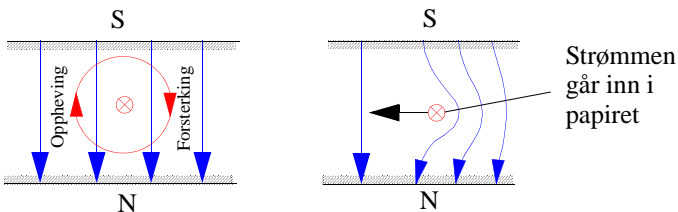
Grunnen til at magneten går rundt, er den samme som i forrige øvelse.



Den runde magneten har en nordpol (N) og en sørpol (S). På figuren har vi plassert sørpolen opp. Når vi holder ledningen borttil kanten av magneten, vil det gå en elektrisk strøm fra kanten og inn mot sentrum av magneten (radielt). Derfra følger strømmen skruen opp til minuspolen på batteriet. Magnetten omgir seg med et magnetfelt som vist på figur A. Kryssene i figur B skal vise at vi ser enden av feltpilene (feltretningen går inn i papiplanet). Feltet går derfor innover i papiret. En sirkel med en prikk viser spissen av feltpilen og skal vise at feltlinjene peker ut av papiplanet.

Eksperimenter tyder på at det er strømmen som går radielt gjennom magnetten som er skyld i rotasjonen. Magnetfeltet som dannes rundt denne strømmen vil sammen med det interne magnetfeltet i magnetten gi en kraft som driver magnetten rundt.

La oss undersøke hvordan rotasjonsretningen avhenger av strømretningen og hvilken vei magnetten står.



For å forstå hvilken vei kraften virker, må vi tenke oss at feltlinjene på den høyre siden av den radielle strømmen peker *i samme retning* som feltlinjene i neodymmagnetten. De

vil derfor forsterke hverandre (se figur over). På venstre side vil feltlinjene fra den radiale strømmen og neodymmagneten peke *i motsatt retning*, og feltet vil dermed oppheve hverandre og bli svekket. Det forsterkede magnetfeltet på høyre side vil dermed skyve den radiale lederen mot venstre der feltet er svekket.

Kommentarer

- Ingen kommentarer

3.6.6 Generator brukt som motor

Læringsmål

L 1 - Skape økt forståelse for Faraday-Newmann-Lenz' lov.

L 2 - Skape økt forståelse for omdanning av elektrisk til mekanisk energi.

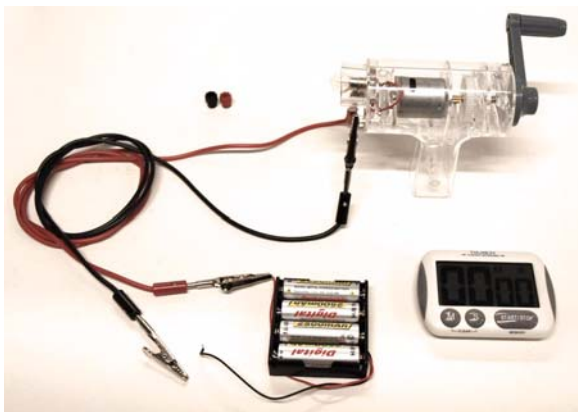
L 3 - Observere sammenhengen mellom rotasjonshastigheten til motoren og tilført spenning.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

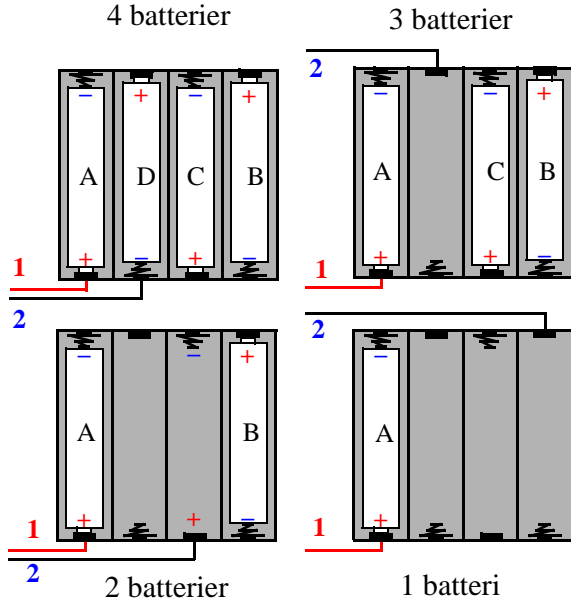
Utstyr:

- M 4 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- V20 1 stk. håndgenerator
- W2 1 stk. sort lab. ledning, 100 cm
- W4 1 stk. rød lab. ledning, 100 cm
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V
- 1 stk. stoppeklokke

Generatoren/motoren kobles opp som vist på figuren til høyre.



Når en skal tilkoble ulike antall batterier er det viktig å vite hvordan batteriene er koblet sammen i holderen. Tallene 1 og 2 indikerer hvor en skal koble seg til med klemmene.

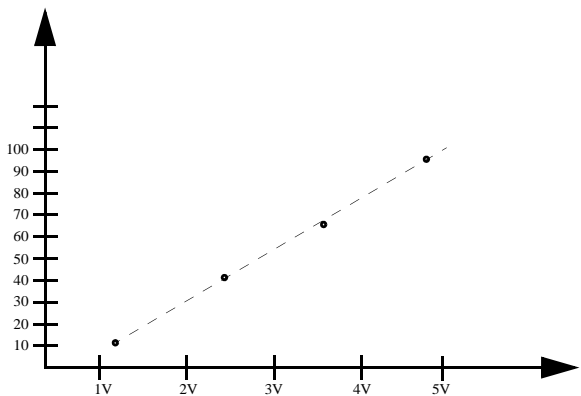


Aktivetsbeskrivelse

Før aktiviteten starter, still elevene følgende spørsmål:

Hva vil hende når vi kobler motoren/generatoren til batteriene?

Elevene kobler motoren til ett, to, tre og fire batterier. For hver tilkobling teller de det antall omdreinger sveiva gjør pr. minutt. For hver omdreining har sveiva dreid seg en vinkel på 2π .



Figuren over viser den målte sammenhengen mellom antall omdreininger pr minutt og spenningen.

Spørsmål til ettertanke

- Beskriv energikjeden fra ende til annen?
- Hvor blir det av energien til slutt?
- Endres resultatene dersom vi fjerner lyspæra foran i generatoren når vi gjør målingene?

Kommentarer

- *Her er det nyttig med en stoppeklokke*
- Merk at koblingen av batteriene i batteriholderen kan skape forvirring.

3.6.8 Faradays første motor

Læringsmål

L 1 - Observere og utforske Lorentz-kreftene på strømførende ledning i magnetfelt

L 2 - Analysere og tolke observasjoner

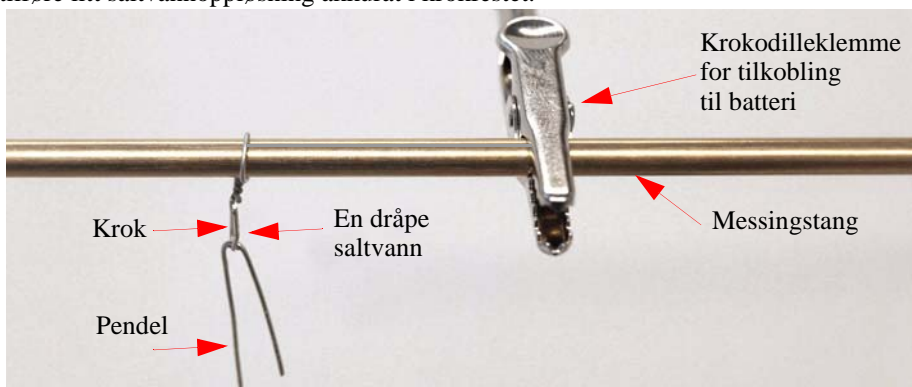
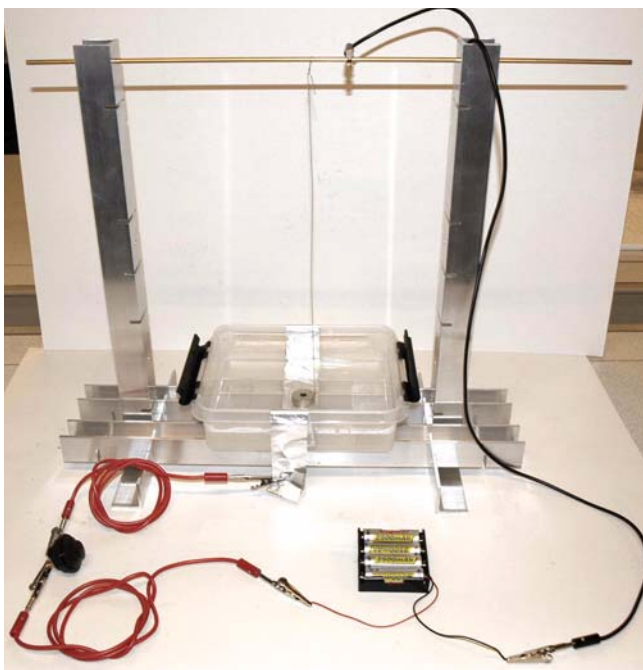
Laboratorieoppsett og utstyrsliste

Utstyr:

- L 1 stk. trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- T3 1 strimmel aluminiumsfolie, bredde ca. 3 cm x 40 cm
- U1 2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
- V1 2 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
- V13 1 stk. messingstang Ø 4 mm
- V16 1 stk. liten plastboks (brukes vanligvis til å oppbevare magnetene)
- W2 2 stk. sort labledning, 100 cm
- W4 1 stk. rød labledning, 100 cm
- W11 4 stk. batterier AA 1,2 V
- X4 1 stk. sylindermagnet m/hull
50 cm uisolert ringeledning, énleder
1 ss salt
2 dl vann

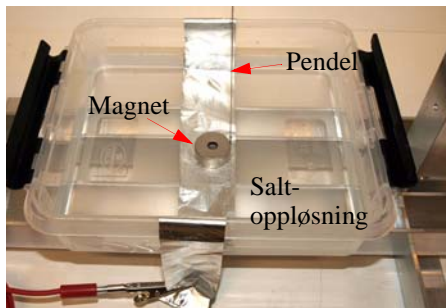
Lag en liten krok av litt uisolert ledning og fest denne omtrent midt på messingstanga. Bruk en krokodilleklemme for å forbinde kroken til minus-polen på batteriet (se bildet under).

Lad en pendel av resten av den uisolerte ledningen. Pendelen henges i kroken og er akkurat lang nok til å rekke ned i saltbadet som er plassert nederst ved foten av eksperimentbordet. Pass på at pendelen ikke berører bunnen eller aluminiumsfolien i bunnen. For å få bedre elektrisk kontakt i kroken, kan en tilføre litt saltvannopløsning akkurat i krokfestet.



Ved foten av eksperimentbordet settes en plastboks (oppbevaringsboks for magnetene) som fylles halvfull med saltvannopløsning (1 spiseskje salt i 2 dl. vann). I bunnen av plastboksen legges et bånd av aluminiumsfolie (ca. 3 cm bredt). Aluminiumsfolien

stikker ut over kanten av plastboksen slik at plusspolen på batteriet kan tilkobles folien. Legg magneten opp på aluminiumsfolien midt i plastboksen.



Aktivitetsbeskrivelse

Koble til strømmen og observer hva som skjer med pendelen. Dersom pendelen ikke starter bevegelsen, skyldes det sannsynligvis dårlig kontakt i opphengnet. Prøv å drypp litt saltoppløsning på opphengningspunktet.

Beskriv strømmens vei fra pluss-polen til minus-polen på batteriet?

Spørsmål til ettertanke

- Hvorfor brukes saltoppløsning?
- Hva skjer med pendelbevegelsen om magnetens snus?
- Hva skjer med pendelbevegelsen dersom strømmen snus?
- Hva skjer dersom strømstyrken økes eller minskes?

Teori [1]

Engelskmannen **Michael Faraday** (1791–1867) er en av de største eksperimentalfysikere som har levd. Han var ikke noen stor teoretiker, men gjorde en rekke banebrytende eksperimenter innen elektrokjemi og fysikk.

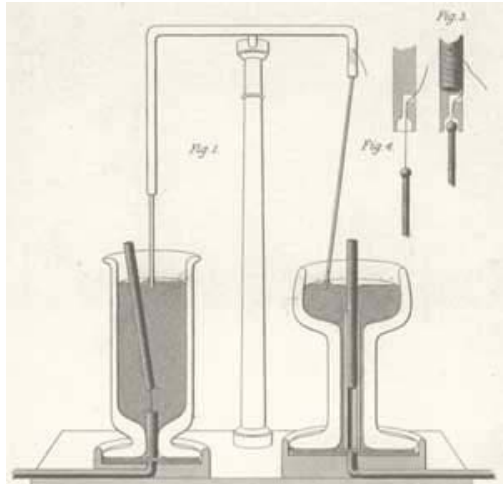
På bakgrunn av Ørstedes og Ampères eksperimenter med strøm og magnetisme, klarte Faraday i 1821 å demonstrere den første mekaniske bevegelse frambragt av elektrisk strøm og magnetisme.



Michael Faraday

Ett av hans første eksperimenter av denne typen var det vi nettopp har sett. I stedet for saltoppløsning brukte han kvikksølv som ledende væske. I stedet for en liten sylindermagneten brukte han en lang stavmagnet. Pendelen var en tynn kobberstang som stakk ned i kvikksølvet nær stavmagneten som vist til høyre på figuren til høyre ser vi Michael Faradays oppsett.

Han viste også at en fast magnet kan rotere rundt en strømførende ledning, på samme måte som en strømførende ledning roterer rundt en fastmagnet.



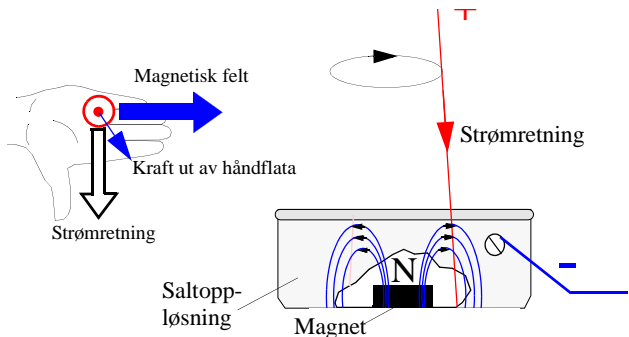
Denne modellen viser et svært viktig prinsipp:

Når det magnetiske feltet rundt en strømførende ledning virker sammen med en fast magnet, så vil det virke krefter på ledningen og magneten.

Siden magneten i vårt tilfelle sitter fast, vil den bevegelige ledningen rotere.

Dersom vi holder ei åpen hånd slik at tommelen peker i strømretningen og det magnetiske feltet langs de øvrige fingrene, vil kraften på lederen virke ut av håndflata.

Også denne regelen er en variant av høyrehåndsgelgen.



Kommentarer

- Forsøket fungerer godt dersom det er god elektrisk forbindelse i pendelens opphengningspunkt.

3.6.9 Magnetisk “vogn”

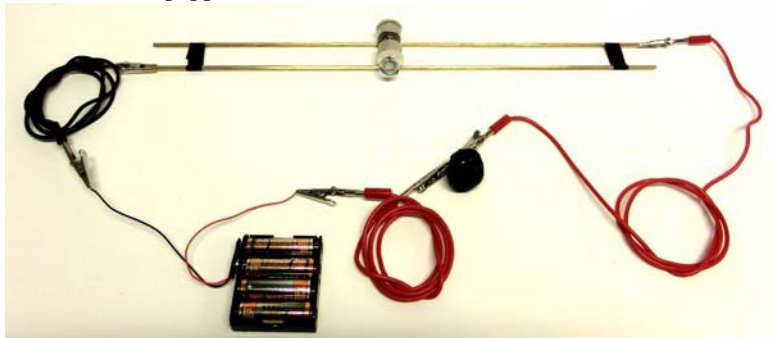
Læringsmål

L 1 - Observere hvordan Lorentz-kraften kan skape lineær bevegelse.

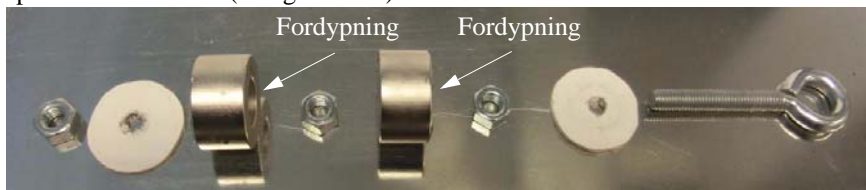
Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

- J2 1 stk. øyeskruer m/2 muttere
- L 1 stk. elektrisk trykkbryter
- M 6 stk. krokodilleklemmer
- N3 1 stk. batteriholder
- V13 2 stk. messingstenger, Ø 4 mm
- W2 1 stk. svart lab-ledning, 1 m
- W4 2 stk. rød lab-ledning, 1 m
- W11 4 stk. AA batterier, 1,5 V
- X4 2 stk. ringmagneter f.eks. 1xS/N og 1xN/S
- W7 2 stk. tapebiter ca. 7 cm
- 2 stk. sirkulære pappbiter m/hull



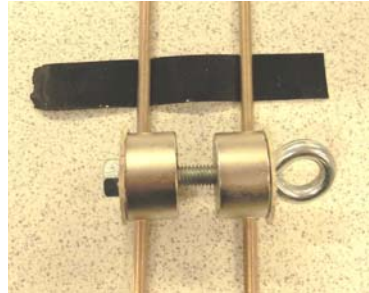
Monter ringmagnetene på øyeskruen slik at de frastøter hverandre. Bruk to pappskiver med hull på ytersiden av magnetene. Disse skal ha et par millimeter større diameter enn magnetene slik at det dannes en slingrekant på utsiden. Monter sammen “vognen” ved hjelp av de tre mutrene (se figur under).



Bruk tapebitene til å holde de to messingstengene i en avstand på ca. 30 mm fra hverandre som en skinnegang.

Aktivitetsbeskrivelse:

Legg magnetene på tvers av de to messingstengene som en hjulaksling på togskiner. Sett spenning på de to messingstengene. Strømmen vil gå i stengene og gjennom magnetene.



Eksperimentet kan med fordel gjøres i sammenheng med eksperimentet: *Homopolar motor med roterende magnet avsnitt 3.6.5 side 164*. Dette eksperimentet demonstrerer prinsippet som driver den magnetiske vogna framover.

Spørsmål til ettertanke

- Beskriv hva som skjer med magnetene. Hvordan vil du forklare det du observerer?
- Hva tror du vil skje med bevegelsesretningen dersom du snur vogna? Prøv! Stemte din antagelse? Forklar det du observerte.
- Undersøk hvordan bevegelsen avhenger av strømretningen.
- Nå er magnetene montert slik at de frastøter hverandre. Hva tror du ville skje med bevegelsen dersom de to magnetene var montert slik at de ble tiltrukket av hverandre? Prøv det og se om din antagelse var riktig.
- Hva er det grunnleggende prinsippet bak bevegelsen (sammenlign med *Homopolar motor med roterende ledning avsnitt 3.6.4 side 162*)?

Kommentarer

- Det spiller i prinsippet ingen rolle hvilke av ringmagnetene som velges bare de monteres slik at de frastøter hverandre. Dersom dette er tilfelle, vil kreftene som virker på magnetene dra i samme retning. Dersom magnetene monteres slik at de tilrekkes av hverandre, vil de dra i motsatt retning og vogna stå stille, ev. forsøker å vri seg.
- To treklosser med hull kan også brukes for raskt å montere sammen de to messingstengene. Dette er vist på figuren til høyre.



3.7 Magnetisering

3.7.4 Magnetisering og avmagnetisering

Når en bruker billige kompasser i nærheten av sterke magneter og spoler som leder strøm, vil en ganske snart oppdage at kompassene peker i alle retninger og at stålstaven og stålspikrene blir magnetisert. I dette eksperimentet skal vi se hvordan vi kan magnetisere og avmagnetisere ferromagnetiske materialer.

Læringsmål

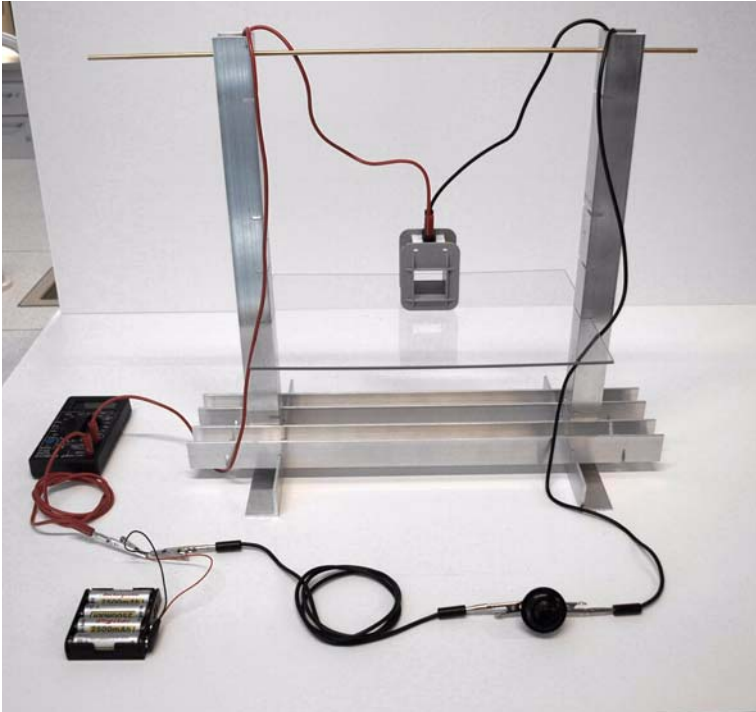
L 1 - Kunne magnetisere og avmagnetisere ferromagnetiske materialer.

Laboratorieoppsett og utstyrliste

Utstyr:

B	6 stk. store kompass, Ø 50 mm
G	25 stk. små kompass, Ø 20 mm
L	1 stk. trykkbryter
M	4 stk. krokodilleklemmer
N3	1 stk. batteriholdere
T6	1 stk. linjal, 50 cm
T9	1 stk. pleksiglassplate 200 x 300 x 3 mm
U1	2 stk. aluminiumsbein til eksperimentbord
V1	1 stk. aluminium tverrstag til eksperimentbord
V18	1 stk. stavmagnet
V29	1 stk. spole, 200 viklinger
V30	1 stk. spole, 400 viklinger
V40	1 stk. kobberbarre
W2	1 stk. sort labledning, 100 cm
W4	1 stk. rød labledning, 100 cm
W11	4 stk. batterier AA 1,2 V

Sett opp eksperimentbordet som vist på figuren under og koble opp spolen til batteripakken med bryter i kretsen.

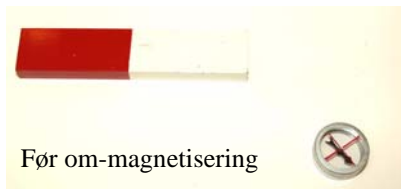


Kompass som skal om-magnetiseres legges inn i spolen, men ikke lengre inn enn at det er mulig å se kompassnåla.

Aktivitetsbeskrivelse

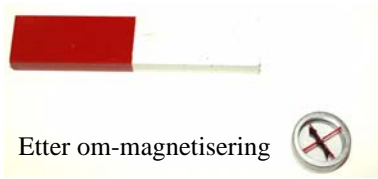
1. Remagnetisering av små kompasser

Bruk stavmagneten og kontroller hvilke av de små kompassene som er feilmagnetisert. Kompasset viser riktig dersom pila peker mot den hvite sør-polen på stavmagneten.



Legg kompasset inn i spolen (V30) og slå på strømmen. Nåla vil snurre rundt og legge seg i feltretningen.

Dersom rotasjonen gjør at kompassnålen ligger i motsatt retning idet strømmen slås på, kan en oppleve at den om-magnetiseres slik at polretningen til nåle blir snudd. Dette oppnås ved å slå strømmen av og på noen ganger.



Ta kompasset ut av spolen og sjekk at polariseringen er korrekt.

2. "Mål" magnetiseringen av stålstaven

Ved å bevege stålstaven over et av de små kompassene, kan en få et inntrykk av hvor sterk megnetiseringen av staven er. Det er lurt å la staven pendle fram og tilbake rett over kompasset slik at en ser et tydelig utslag, for deretter å øke avstanden langsomt til utslaget ikke lengre kan sees. Ved å måle avstanden mellom kompasset og staven når kompassnåla slutter å bevege seg, har man et slags mål på hvor sterkt magnetisert staven er.



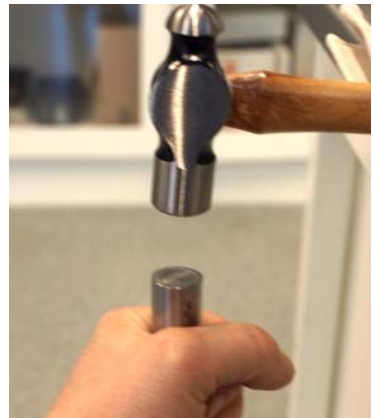
3. Magnetisering av staven

Staven magnetiseres ved å legge den inne i spolen (V29). Slå på strømmen og før staven langsomt fram og tilbake for til slutt å ta den helt ut av spolen. Bryt strømmen først **etter** at staven er fjernet fra spolen.

4. Avmagnetisering av stålstaven

Dette kan gjøres på flere måter. Prøv følgende:

- Slå 4–5 ganger hardt på enden av stålstaven med en hammer. "Mål" magnetiseringen før og etter. Ser du noen forandring?
- Stikk stålstaven inn i spolen mens strømmen er på. Slå av strømmen og ta så ut staven. "Mål" magnetiseringen av staven før og etter. Ser du noen forandring?



Spørsmål til ettertanke

- Hvordan vil du forklare at det er mulig å om-magnetisere et kompass ved hjelp av en strømførende spole som beskrevet foran?
- Hva skjer med magnetfeltet i stålstaven idet strømmen i spolen slås av?
- Hvorfor blir magnetiseringen av staven forskjellig, avhengig av om vi tar magneten ut mens det går strøm, enn om vi tar den ut først etter at strømmen er avslått?
- Hvorfor endres magnetismen i staven ved at den blir slått av hammeren?

Kommentarer

- Det er relativt lett å om-magnetisere de små kompassene siden disse kan legges inn i spolen. Dette lot seg ikke gjøre med de store kompassene.
- En kunne se tydelig registrere forskjell på magnetiseringen av stålstaven før og etter avmagnetisering, både med slag og ved bruk av strømførende spole.

4 Oppgaveark

Oppleggene kan brukes på ulike måter. En måte er å lage en fysikkløype hvor elevene skal utforske ulike fenomener knyttet til magnetisme, elektromagnetisme og induksjon.

Det enkleste er å la elevene utføre styrte forsøk for så å observere og dernest forklare det de ser. En noe mer krevende måte er å gi dem problemstillinger som de kan utforske med utstyr som er tilgjengelig på stasjonene.

Vi skal i dette kapittelet plukke ut problemstillinger som elevene skal utforske og finne svar på.

4.1 Oversikt over *problemløsningsoppgaver*

Følgende liste inneholder noen utvalgte problemstillinger knyttet til eksperimentene omtalt i lærerveiledningen foran (se henvisningene i parantes).

1. Den vrang magneten (avsnitt 3.4.1 på side 124)
Tema: Jordmagnetisme
2. Gauss-kanon (avsnitt 3.3.12 på side 121)
Tema: Magnetisk tiltrekning, energi
3. Frastøtende krefter mellom magneter (avsnitt 3.3.6 på side 112)
Tema: Magnetisk frastøtning, energi
4. Levitasjon (avsnitt 3.2.3 på side 98)
Tema: Diamagnetisme
5. Magnetisk slalom (avsnitt 2.3.3 på side 71)
Tema: Lenz' lov
6. Langsomt fall (avsnitt 2.3.7 på side 77)
Tema: Lenz' lov
7. Magneter som faller gjennom spole (avsnitt 2.2.3 på side 65)
Tema: Induksjon
8. Ørsteds eksperiment (avsnitt 3.5.1 på side 129)
Tema: Magnetfelt og elektrisk strøm
9. Pohls eksperiment (avsnitt 3.6.1 på side 154)
Tema: Lorentz-kraften skaper lineær bevegelse
10. Faradays første motor (avsnitt 3.6.8 på side 169)
Tema: Lorentz-kraften skaper rotasjon

11. Homopolar motor I (avsnitt 3.6.4 på side 162)
Tema: Lorentz-kraften skaper rotasjon
12. Homopolar motor II (avsnitt 3.6.5 på side 164)
Tema: Lorentz-kraften skaper rotasjon
13. Motor (avsnitt 3.6.5 på side 164)
Tema: Lorentz-kraftens kaper rotasjon
14. Magnetisk kraft mellom elektriske ledere (avsnitt 3.5.3 på side 134)
Tema: Magnetfelt og elektrisk strøm

Fysikkløype 1

4.1.1 Den vrangne magneten (3.4.1)

Gjør slik:

Sett magneten på sidekanten og la den trille nedover skråplanet.

Legg merke til hva som skjer.

Snu magneten og trill på nytt.

Hva skjer nå?

Problemstilling:

Dere skal nå finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?



Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 2

4.1.2 Gauss-kanon (3.3.12)

Gjør slik:

Sett sammen to små sylindermagneter og fest tre stålkuler etter hverandre foran magnetene.

Legg magnetene og kulene opp i plastrenna.



Legg den fjerde ståkula et stykk bak magneten og la den trille sakte inn mot magnetene.

Observer hva skjer når den treffer magnetene.

Problemstilling:

Dere skal nå finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter. Hvor henter kula som skytes ut energien sin fra?

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?

Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 3

4.1.3 Frastøtende krefter mellom magneter (3.3.6)

Når magnetisk sørpol møter sørpol eller magnetisk nordpol møter nordpol, vil de frastøte hverandre. Jo nærmere de kommer hverandre, jo større krefter virker.

Problemstilling

Finn sammenhengen mellom den frastøtende kraften mellom stavmagnetene som funksjon av avstanden mellom dem.

Tips:

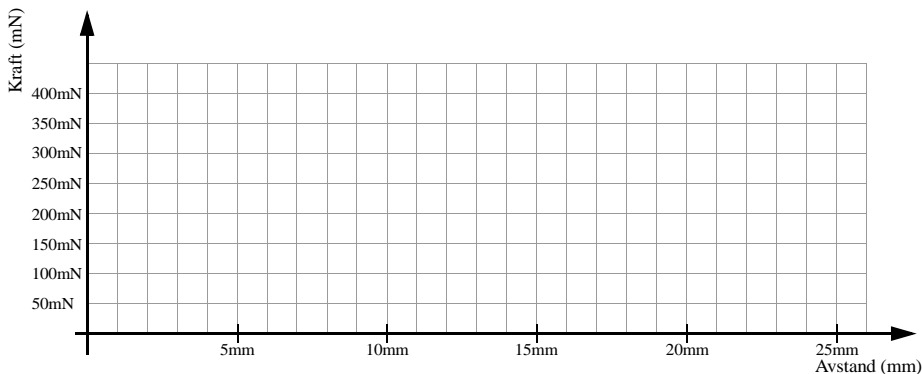
Tyngden [mN] = Massen [g] · 9,81 [m/s²],
hver stavmagnet veier 3,7 gram.

Tabellen viser den frastøtende kraften som funksjon av avstanden mellom magnetene.



Antall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kraft (mN)											
Avstand (mm)											

Framstill sammenhengen mellom frastøtende kraft og avstand.



Fysikkløype 4

4.1.4 Levitasjon (svevning) (3.2.3)

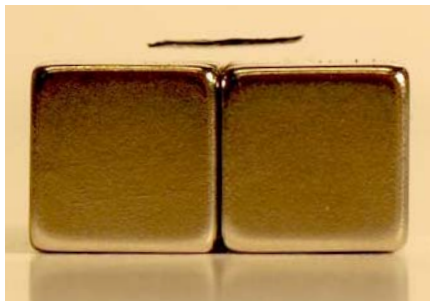
Gjør slik:

Ta den vesle biten med grafitt og legg den midt opp på magnetene.

Bruk et kompass for å finne ut hvordan polene på de fire magnetene er orientert. Skriv på nord- og sørpoler på tegningen under til høyre.

Hva skjer om dere legger en bit med plast på magnetene?

Hva tror dere skjer om dere legger en tegnestift på magnetene?

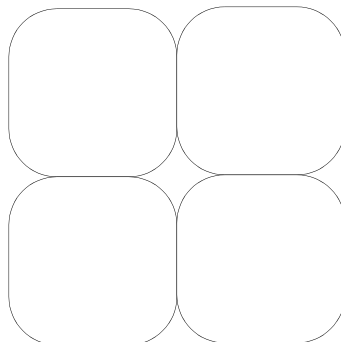


Problemstilling:

Beskriv det dere ser.

Kan dere forklare det dere ser?

Nevn noen egenskaper som det svevende stoffet ikke kan ha. Hva slags egenskaper tror dere at det har?



Stoffet kan ikke ha følgende egenskaper:

Stoffet må ha følgende egenskaper:

Forslag til forklaring på fenomenet:

Fysikkløype 5

4.1.5 Magnetisk slalom (2.3.3)

Gjør slik:

Lag et skråplan ved å plassere den korte kobberbarren under enden av den lange som vist på figuren. La magneten rulle nedover skråplanet.



Endre retningen til magneten i starten slik at den treffer skrått på kanten av barren.

Legg merke til hva som skjer idet magneten treffer kanten.

Problemstilling:

Dere skal nå finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?

Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 6

4.1.6 Langsomt fall (2.3.7)



Gjør slik:

Ta en magnet og slipp den gjennom henholdsvis røret av pleksiglass, kobberøret med slisser og kobberøret uten slisser. Ta tida det tar for magneten å passere de ulike rørene.

Problemstilling:

Finn en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 7

4.1.7 Magneter som faller gjennom spole (2.2.3)

Gjør slik:

Når magneter slippes gjennom spolen vil det genereres en spenning (ems) på spolens klemmer. Denne spenningen kan vi detektere med lysdioder. Vi kobler en grønn og en rød lysdiode slik at de indikerer strøm i hver sin retning. Magnetens poler er merket 1 og 2.

Problemstilling:

Der skal bestemme hva som er nord- og sørpol på magnetene ved å slippe (eller stikke) magnetene gjennom spolen og studere hva som skjer med lysdioden.

Beskriv resonnementet dere bruker for å bestemme polene.

Hva trenger dere å finne ut for å bestemme polene på magnetene?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____



Slik resonnerer vi for å bestemme polene:

1 er en _____ pol

2 er en _____ pol

Fysikkløype 8

4.1.8 Ørsteds eksperiment (3.5.1)

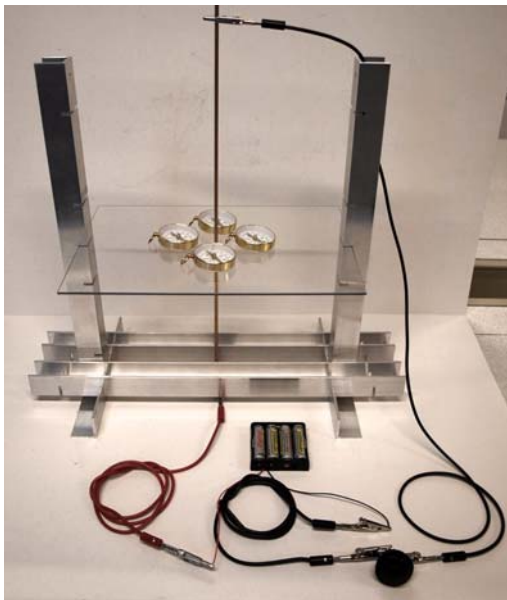
Gjør slik:

Trykk på bryteren slik at strømmen begynner å gå. Studer kompassnålene.

Hva skjer når dere snur strømretningen?

Problemstilling:

Finn ut hvordan feltlinjene går rundt lederen når strømmen går ovenfra og ned, og hvordan feltlinjene går når strømmen går nedenfra og opp. Hvor er feltlinjene tettest?



Tegn hvordan feltlinjene går:



Strømretning inn i papiret



Strømretning ut av papiret

Fysikkløype 9

4.1.9 Pohls eksperiment (3.6.1)

Gjør slik:

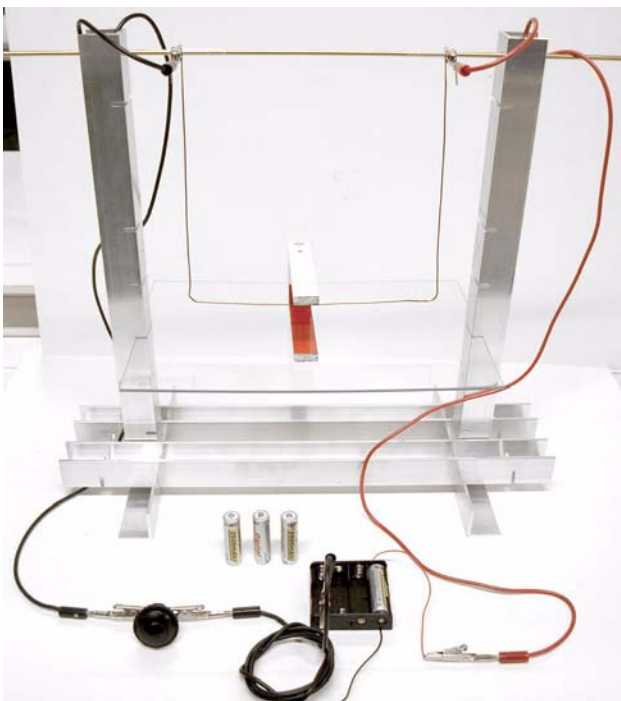
Strømmen tilkobles ved å trykke inn bryteren.

Problemstilling:

Finn sammenhengen mellom strømretning, magnetfeltets retning og retningen til utslaget.

Tegn feltbildet der ledningen går mellom beina på u-magneten.

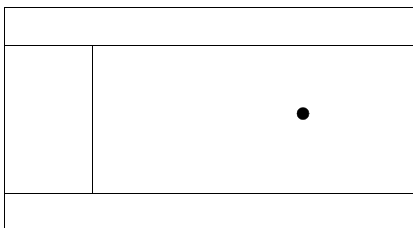
Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?



Sammenhengen er:

Skisse av feltet rundt lederen:

Velg nord- og sørpøl og strømretning og tegn feltbildet



Fysikkløype 10

4.1.10 Faradays første motor (3.6.8)

Gjør slik:

Koble til strømmen og observer hva som skjer med pendelen. Karet inneholder saltoppløsning.

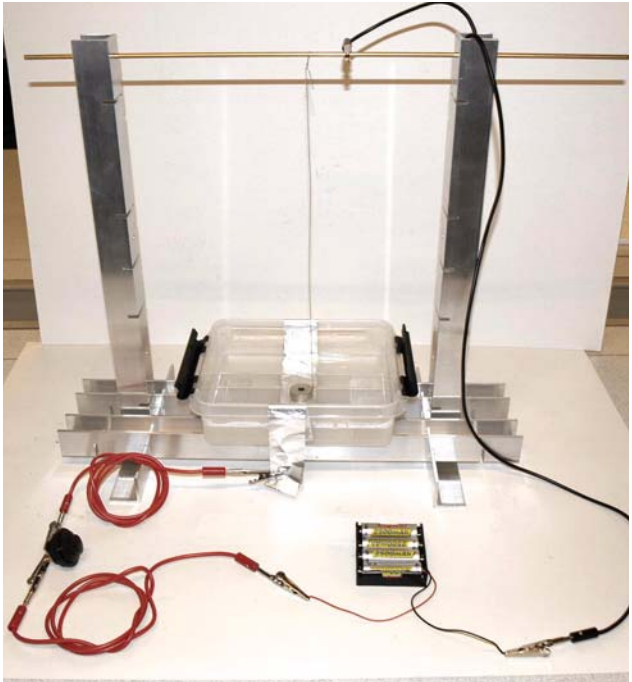
Dersom pendelen ikke begynner å bevege seg når strømmen tilkobles, prøv å drypp litt saltoppløsning på opphengningspunktet.

Problemstilling:

Beskriv strømmens vei fra pluss-polen til minus-polen på batteriet?

Finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?



Slik går strømmen:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 11

4.1.11 Homopolar motor I (3.6.4)

Gjør slik:

Slipp ledningsløkka ned på batteriet slik at ledningsstompen i toppen plasseres inne i plasthetta.

Pass på at den sirkulære sløyfa nedest blir liggende rundt magneten.

Hva skjer når sløyfa kommer på plass?

Problemstilling:

Dere skal nå finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?



Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 12

4.1.12 Homopolar motor II (3.6.5)

Gjør slik:

Monter magneten på hodet på spikeren. Sørg for at spikerhodet er sentrert på magneten. Fest spissen på spikeren på plusspolen på batteriet. Bruk ledningen til å forbinde minuspolen på batteriet til siden av magneten.

Problemstilling:

Dere skal nå finne en forklaring på det dere ser. Sett opp hypoteser og gjør nye eksperimenter.

Tenk etter hvilke betingelser dere kan endre på?



Hypoteser:

Forslag til forklaring:

Fysikkløype 13

4.1.13 Motor (3.6.6)

Gjør slik:

Koble batteripakken med fire batterier til generatoren (motoren) med to ledninger. Tell antall omdreininger i løpet av ett minutt (rpm).

Problemstilling:

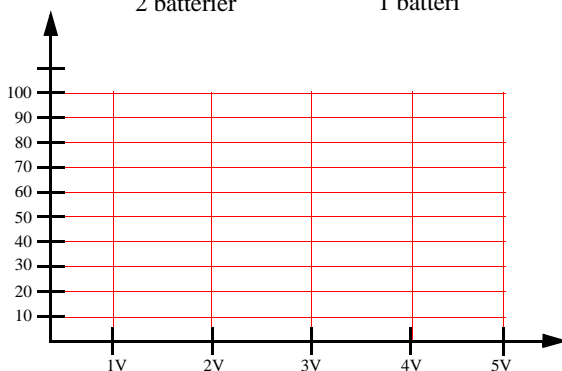
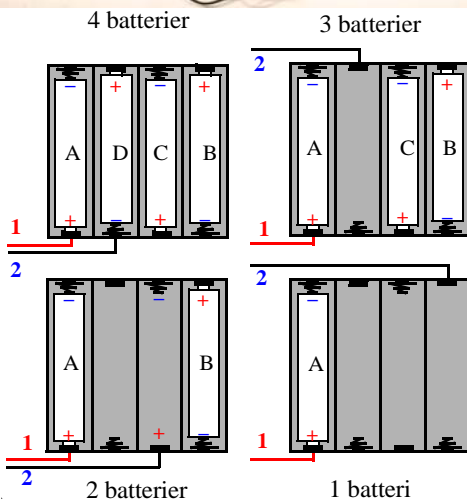
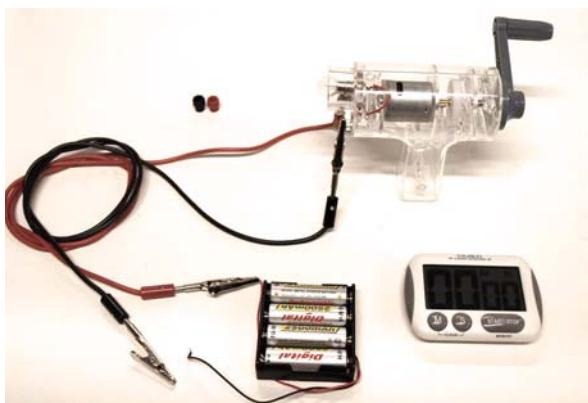
Hvordan endrer omdreiningshastigheten med spenningen? Tegn graf i diagrammet nedest til høyre.

Hva skjer med måleresultatene dersom vi fjerner lyspæra foran i generatoren?

Hypoteser:

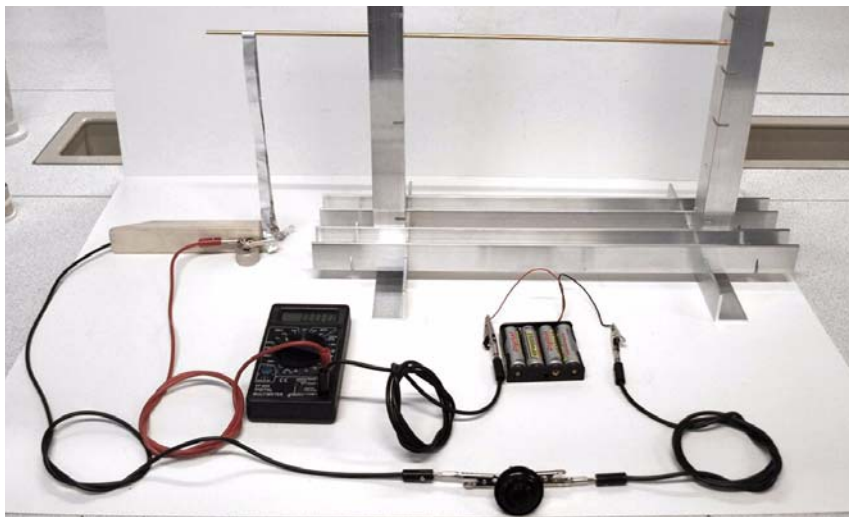
Energikjeden:

Beskriv energikjeden. Hvor blir det av energien til slutt?



Fysikkløype 14

4.1.14 Magnetisk kraft mellom elektriske ledere (3.5.3)



Gjør slik:

Før du kobler til strømmen:

Studer oppkoblingen. Kan du forutsi om aluminiumsfolien vil skyves fra hverandre eller tiltrekkes.

Hypotese:

Koble til batteriet og se hva som skjer med ledningene. Stemte din hypotese? Hva skjer dersom du bytter polaritet? Prøv!

Forklaring:

Tegn og forklar det du har observer?

Skisse

Fysikkløype 15

4.1.15 Krefter mellom magnet og spole (3.5.6)

Gjør slik:

Før du kobler til strømmen:

Studer oppkoblingen. Kan du forutsi om spolen trekkes innover armen til magneten, eller blir skjøvet bort fra magneten?

Hypotese:

fordi: _____

Hva skjer når du snur strømretningen?

Hva skjer når du snur magneten?

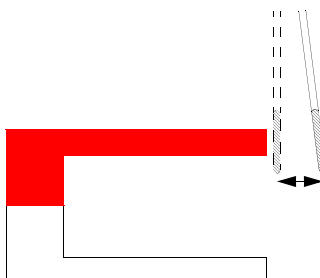
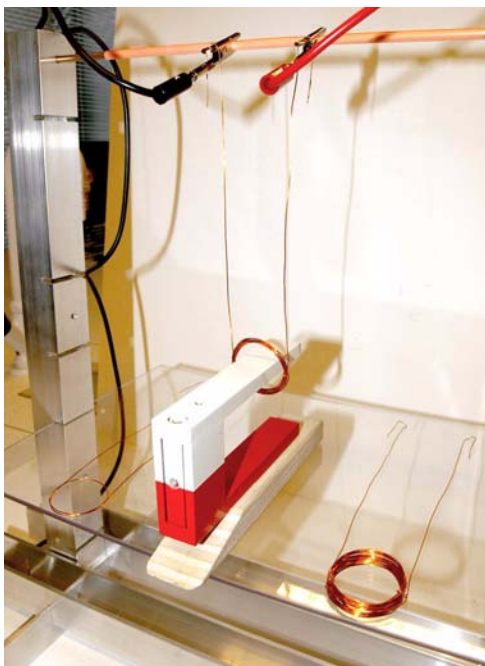
Heng spolen ved enden av magneten og mål utslaget for de tre spolene:

Utslag 1,5 vikling _____ cm

Utslag 10,5 vikling _____ cm

Utslag 20,5 vikling _____ cm

Hvordan vil du forklare resultatet?



Fysikkløype 16

4.1.16 Krefter mellom to strømførende spoler (3.5.8)

Gjør slik:

Før du kobler til strømmen:

Studér oppkoblingen. Kan du forutsi om spolen trekkes mot hverandre eller blir skjøvet bort fra hverandre?

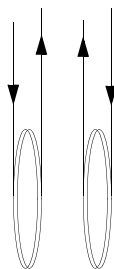
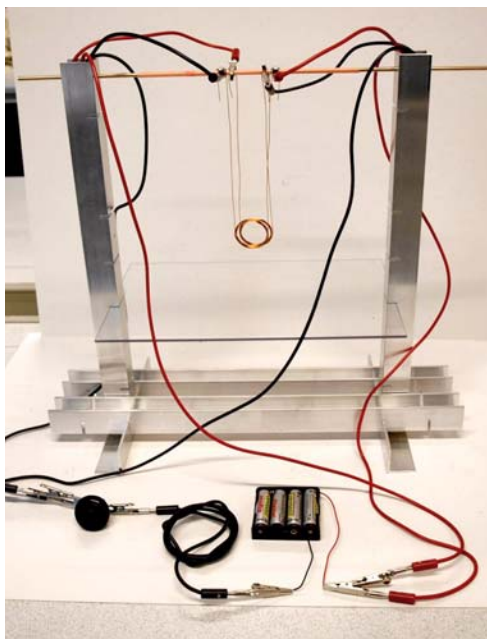
Hypotese:

fordi: _____

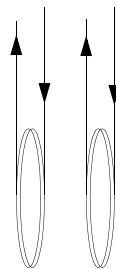
Hva skjer når du snur strømretningen i begge spolene?

Undersøk om spolene på tegningen til høyre tiltrekkes av hverandre eller frastøtes av hverandre.

Tegn kreftene som virker på spolene.



Frastøter eller
tiltrekker de hverandre?
Tegn kreftene



Frastøter eller
tiltrekker de hverandre?
Tegn kreftene

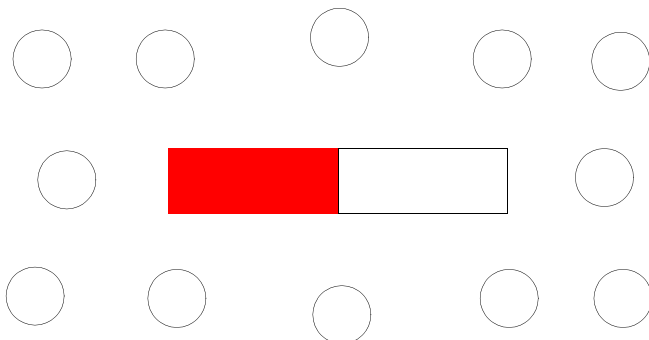
Fysikkløype 17

4.1.17 Felter rundt stavmagneter (3.1.1)

Gjør slik:

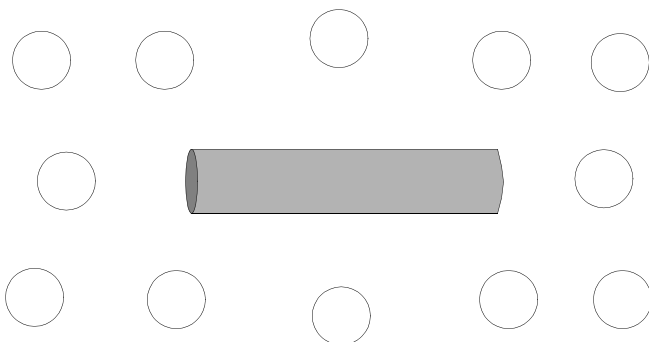
Legg en stavmagnet på bordet og plasser små kompasser rundt

Registrer retningene til kompassnålene og tegn dem inn i sirklene på figuren under.



Bytt ut stavmagneten med stålstaven.

Skjer det noen forandring med kompassnålene? Tegn hvordan kompassnålene nå er rettet. Har stålstaven en nord- og en sørpol?



Forklar det du observerer:

Fysikkløype 18

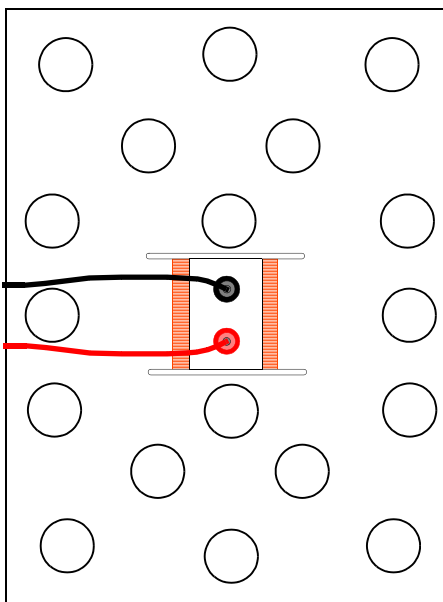
4.1.18 Felter rundt spoler (3.5.4)

Gjør slik:

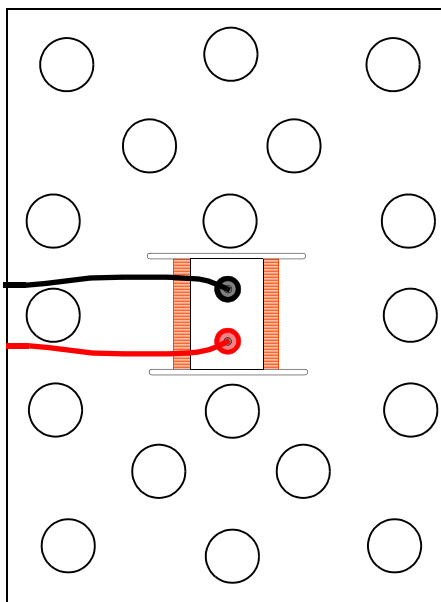
Før du kobler til strømmen:

Plasser spolen på bordet og legg kompassene utover som vist på figuren under. Studer hvordan ledningene er koblet til spolen. Vi antar at den røde ledningen kobles til pluss på batteriet. Tegn inn retningen til kompassnålene slik du mener de vil stille seg inn når du slår på strømmen.

Hypotese



Registrering



Koble til strømmen og registrer retningen til kompassnålene.

Sammenlign hypotesen med målingene og forklar ev. avvik:

Hvordan tror du retningen til nålene vil endre seg dersom du halverer strømstyrken?

Fysikkløype 19

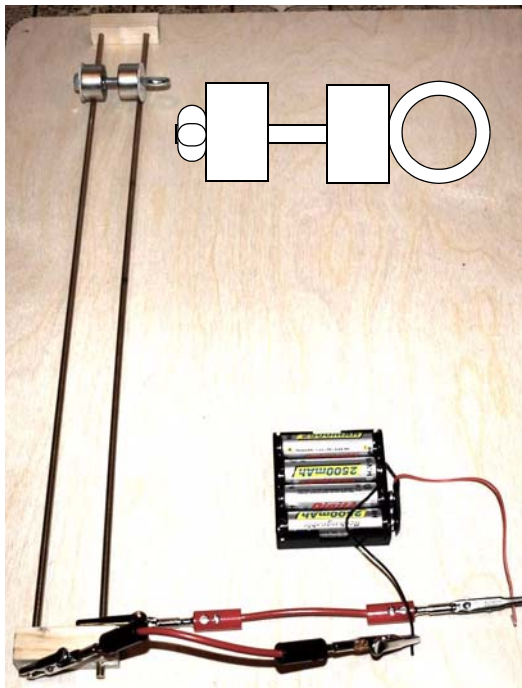
4.1.19 Magnetisk “vogn” (3.6.9)

Gjør slik før du kobler til strømmen:

Batteripakken er koblet til de to messingstavene. To magneter er koblet sammen til en liten “vogn”.

Bruk kompasset og bestem polariteten på magnetene, før resultatet inn i figuren. Studer oppkoblingen og bestem hvilken vei strømmen går.

Plasser “vogna” midt på stavene. Når du slår på strømmen vil den begynne å trille. *Hvilken vei vil den trille?*



Koble til strømmen

Hvilken vei trillet den?

Hva skjer dersom du snur vogna?

Snu vogna og koble til strømmen? Stemte din hypotese? Forklar?

Hva skjer dersom du snur spenning?

Snu spenningen og koble til strømmen? Stemte din hypotese? Forklar?

Hvilket prinsipp ligger til grunn for bevegelsen?

Fysikkløype 20

4.1.20 Den merkelige bevegelsen (3.4.7)

Gjør slik:

Trykk inn den elektriske bryteren og observer hva som skjer med aluminiumsfolien.

Hypotese:

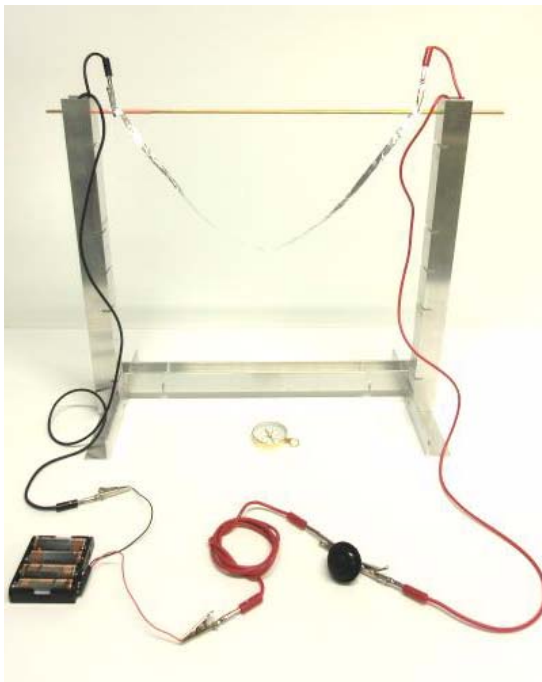
Sett opp en hypotese som forklarer det du ser.

Hva skjer dersom du snur strømmen?

Hva skjer dersom du endrer orienteringen til aluminiumsfolien?

Forklaring:

Hva blir din endelige forklaring av fenomenet?



4.2 Forslag til intro - problemløsningsoppgaver

Dette avsnittet er et forslag til introduksjon for en elevgruppe som skal gjennom de ulike stasjonene.

- **Velkommen**

til Fysikkløypa om magnetisme, elektrmagnetisme og induksjon. Denne varianten egner seg for repetisjon og for å se om dere er i stand til å bruke det dere skal ha lært. Løypa består av xx stasjoner med delvis åpne oppgaver. Ved hver stasjon vil dere få en utfordring ved at dere skal:

- utføre eksperimentene
- observere hva som skjer
- sette opp hypoteser
- etterprøve hypotesene
- endre parametere
- foreslå forklaringer
- diskutere og argumentere
- notere hva dere kommer fram til

Noen av fenomenene kan være vanskelig å forklare

- **Praktisk:**

Dere skal arbeide i grupper på tre og tre

Velg en på gruppa som noterer ned det dere kommer fram til

Når dere er ferdig med en oppgave, går til dere til en ny som er ledig

Rekkefølgen på oppgavene er ikke viktig

Det er ikke noe poeng å bli ferdig med alle oppgavene

Dersom dere sitter helt fast:

- Spør
- Gå til neste

Dere har i første omgang 90 minutter på dere.

- **Sikkerhet på lab.**

- Unngå at magneter klasker sammen
- Dersom magneter knuser vil de kunne sprute splinter
- Ikke slipp magneter i gulvet de går lett istykker
- Pass for klemfare

- **Etterarbeid**

- Vi går gjennom noen av stasjonene etter at dere er ferdige
- Dere kan kommentere de ulike stasjonene muntlig
- Dere svarer på et enkelt spørreskjema
- Læreren vil også svare på noen spørsmål i etterkant

4.3 Oversikt over konkurranseoppgaver

I dette avsnittet er foreslått noen oppgaver som egner seg til å lage små konkurranser mellom ulike lag. Oppgavene skal være slik at erfaringene de høster underveis stadig skal bringe dem til å yte bedre.

Følgende liste inneholder noen utvalgte oppgaver knyttet til eksperimenter som kan egne seg til små konkurranser. Eksperimnten er omtalt i lærerveiledningen foran (se henvisningene i parantes).

1. Hvor mange binders (avsnitt 3.3.3 på side 108)

Tema: Magnetisme og krefter

2. Hvor langt klarer du å skyte med manetkanonen (avsnitt 3.3.13 på side 122)

Tema: Magnetisme og krefter

4.3.1 Hvor mange binders? (3.3.3)

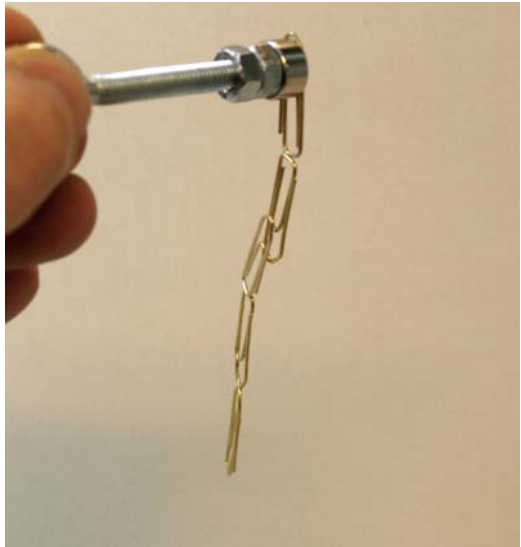
Gjør slik:

Oppgaven går ut på å feste flest mulig binders til magneten, men slik at bare én binders berører selve magneten, de andre må være festet til denne bindersen eller til hverandre.

Konkurransen:

Feste flest binders til magneten og finn ut hvilken metode som fungerer best.

Antall binders:



Dette fungerte godt:

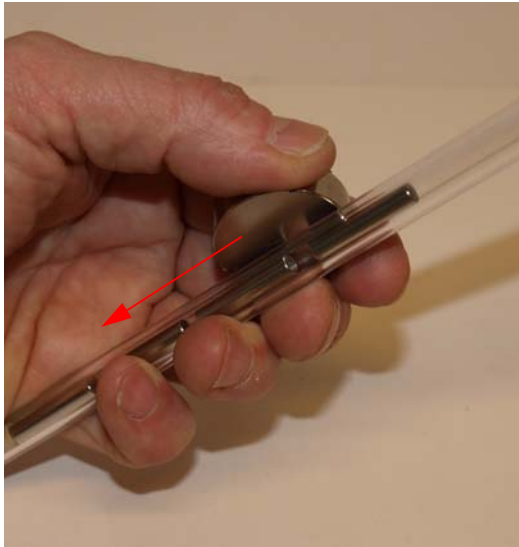
Argumenter for at denne metoden er best:

4.3.2 Hvor langt klarer du å skyte med magnetkanonen? (3.3.13)

Gjør slik:

Slipp fire små stavmagneter ned i røret slik at alle frastøter hverandre. Ta den store magneten og før den inntil den øverste stavmagneten fra utsiden av røret. Dra den store magneten langsomt nedover røret mens det holdes i en passende helningsvinkel. På ett punkt vil den øverste magneten slippe og fare ut av røret.

Mål avstanden fra enden av røret til der den treffer gulvet. For å unngå at magnetene slås i stykker utfør oppgaven der det er et relativt mykt underlag.



Konkurransen:

Finn ut hva som gjør at magnetene skytes lengst mulig.

Hvor langt klarte dere å skyte?

Dette fungerte godt:

Argumenter for at denne metoden er best:

5 Ressurser

5.1 Referanser

- [1] Nils Kr. Rossing, *Fysikk eksperimenter for bruk i skolen*, Tapir akademisk forlag 2008
- [2] Gren Ireson and John Twidle, *Magnetic braking revisited: an activity for How science works*, *Phys. Education* 43 2008, side 522
<http://iopscience.iop.org/0031-9120/43/5/010/pdf?ejredirect=.iopscience>
- [3] *LTK Workbook*, MOSEM Support Materials, Simplicatus AS, Norge 2009
- [4] Sigmund Hernes og Kåre Letrud, “Læringspyramiden – en undersøkelse av opphav, og utbredelse og gyldighet”, Uniped Nr. 2/2009, Årgang 32 side 30–43.
- [5] Carl Angell, Ellen Henriksen, Anders Isnes, “*Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av. Fysikkfaget i norsk utdanning: Innhold – oppfatninger – valg*”, http://www.naturfagsenteret.no/forskning/FUN_bok.pdf
- [6] PSL Rambøll Management, “Evaluering av fysik i gymnasiet. Undersøkelse av 3. G-elever.”, Århus 2001.

5.2 Bøker

Introduksjon av kvantefysikk

In Search of Schrödinger's Cat: Quantum Physics and Reality, by John Gribbin, Bantam Books.

Quantum Physics: A First Encounter Interference, Entanglement, and Reality, by Valerio Scarani, Oxford University Press.

Introduksjon av superledning

The rise of the superconductors, by Peter John Ford and G. A. Saunders, Taylor & Francis Ltd

Superconductivity: the next revolution? by Gianfranco Vidali, Cambridge University Press

Historikk om superledning

The Cold Wars: A History of Superconductivity, by Jean Matricon and G. Waysand, Rutgers University Press

The Breakthrough: The Race for the Superconductor by Robert M. Hazen, Simon & Schuster

Universitetsbøker om superledning

Superconductivity: Fundamentals and Applications, by Werner Bückel and Reinhold Kleiner, Wiley-VCH; 2 edition

Superconductivity: Physics and Applications, by Kristian Fosshem and Asle Sudbø, Wiley

Introduction to Superconductivity, by Michael Tinkham, Dover Publications Inc.

Superconductivity, Superfluids, and Condensates, by James F. Annett, Oxford University Press

5.3 Vitenskapelige artikler

Elektromagnetisme

Magnetic Flux Diffusion and Expulsion with Thin Conducting Sheets by Yao Liu and John W. Belcher

W. M. Saslow, *Maxwell's Theory of Eddy Currents in Thin Conducting Sheet*, and Applications to Electromagnetic Shielding and MAGLEV," Am. J. Phys. 60 (Cool, 693-711 (1992).

W. M. Saslow, *How a Superconductor Supports a Magnet, How Magnetically 'Soft' Iron Attracts a Magnet, and Eddy Current for the Uninitiated*, Am. J. Phys. , 59(1), 16-25 (1991).

Kvantefysikk

Demonstration of single-electron buildup of an interference pattern, by A. Tonomura et al., Am. J. Phys. 57, 117 (1989)

Quantum interference experiments with large molecules, by O. Nairz, M. Arndt, and A. Zeilinger, Am. J. Phys. 71, 319 (2003)

Resource letter SH-1: superfluid helium, by R. B. Hallock, Am. J. Phys. 50, 202 (1982)

Superledning

Kamerlingh Onnes and the discovery of superconductivity, by P. H. E. Meijer, Am. J. Phys. 62, 1105 (1994)

High-Temperature Cuprate superconductors get to work, by A. P. Malozemoff, J. Manhart, and D. Scalapino, *Physics Today* 58, 41 (2005)

<http://www.physik.uni-augsburg.de/exp6/news/Physics%20Today%20HTS%20Applications.pdf>

The formation of Cooper pairs and the nature of superconducting currents, by V. F. Weisskopf, CERN (1970)

<http://cdsweb.cern.ch/record/880131/?ln=sk>

Resource Letter Scy-3: superconductivity, by N. P. Butch, M. C. de Andrade, and M. B. Maple, *Am. J. Phys.* 76, 106 (2002)

Magnetic braking revisited: activities for the undergraduate laboratory
G. Ireson, J. Twidle - *European journal of physics*, 2008

Measuring the transition temperature of a superconductor in a pre-university laboratory,
G. Ireson - *Physics education*, 2006

Levitasjon og fluksspining

A floating magnet, by V. Arkadiev, *Nature* 160, 330 (1947)

Magnetic levitation, by T. D. Rossing and J. R. Hull, *the physics teacher* 29, 552 (1991)

Rigid levitation and suspension of high-temperature superconductors by magnets, by E. H. Brandt, *Am. J. Phys.* 58, 43 (1989)

An inexpensive apparatus for demonstrating magnetic levitation, by Carlos Saraiva, *the physic teacher* 45, 311 (2007)

Measuring the interaction force between a high temperature superconductor and a permanent magnet, by S. O. Valenzuela, G. A. Jorge, and E. Rodríguez, *Am. J. Phys.* 67, 1001 (1999)

Levitation of a magnet over a superconductor, by P. J. Ouseph, *the physics teacher* 28, 205 (1990)

Understanding stable levitation of superconductors from intermediate electromagnetics, by A. Badía-Majós, *Am. J. Phys.* 74, 1136 (2006)

5.4 Nettlenker

MOSEM-materialer og prosjektets hjemmeside

<http://mosem.no>

<http://supercomet.no>

Læringsmoduler og diskusjonsforum

<http://online.supercomet.no>

<http://forum.mosem.no>

Profesjonell utvikling for lærere

<http://ww1.efqm.org/en/tabid/270/default.aspx> and

<http://www.ba2c.com/documents/Informationefqm.pdf>

Appendiks A Spørreundersøkelser

A.1 Elevundersøkelse

Vi vil be deg hjelpe oss å forbedre undervisningsopplegget.

Angi hvor enig du er i følgende utsagn:

5 - Helt enig	4 - Enig	3 - Nøytral	2 - Uenig	1 - Helt uenig
---------------	----------	-------------	-----------	----------------

Om deg							
1. Mann/Kvinne							
2. Alder:							
3. Jeg synes naturfag er interessant.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
4. Jeg synes fysikk er interessant.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
5. Jeg er interessert i teknologi anvendt innen medisin og til kommunikasjon.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
6. Jeg er interessert i militære anvendelser av teknologi.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig

Om eksperimentene							
7. Eksperimentene var interessante.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
8. Eksperimentene var vanskelig å gjennomføre.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
9. Eksperimentene var nyttige (ga meg større forståelse).	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
10. Det var ingen vanskeligheter med å <i>utføre</i> eksperimentene.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig

11. Jeg/vi trengte mye hjelp av læreren for å <i>forstå</i> eksperimentet.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
12. Jeg spilte en aktiv rolle ved gjennomføringen av eksperimentet.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
13. Vi samarbeidet godt og diskuterte eksperimentene under veis.	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig

Generelt		
14. Hva likte du spesielt godt med undervisningsopplegget? Begrunn svaret.		
15. Hva synes du at du lærte av å arbeide med undervisningsopplegget? Begrunn svaret.		
16. Nevn spesielt to ting du synes var bra med undervisningsopplegget.	A	B
17. Nevn spesielt to ting du synes fungerte dårlig med undervisningsopplegget.	A	B
18. Vil du anbefale undervisningsopplegget til andre elever? Begrunn svaret.		
19. Har du forslag til hvordan undervisningsopplegget kan forbedres?		
20. Har du andre kommentarer til undervisningsopplegget?		

Takk for hjelpen.

A.2 Intervjuguide for lærere som har brukt opplegget

Hvilke eksperimenter ble brukt?

Undervisningssammenheng:

Spørsmål: Beskriv i hvilken sammenheng undervisningsopplegget ble brukt.

Alternative oppfølgingsspørsmål:

- Passet eksperimentene inn i undervisningen din? Utdyp!
- Ble eksperimentene presentert for hele klassen, utført i mindre grupper, eller individuelt av enkeltelever? Hvilken form vil du tro fungerer best?
- Forklar hvilken rolle de ulike eksperimentene spilte i undervisningen som helhet. Brukte du eksperimentene for å belyse spesielle kompetansemål innen læreplanen, eller i forbindelse med undervisning av et tema innen læreplanen?
- Hvilke andre eksperimenter ville det ha passet å tatt med innen dette temaet?

Eksperiment(er)

Spørsmål: Beskriv hvordan eksperimentet/ene ble utført?

Alternative oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

- Var eksperimentet lett å utføre?
- Fungerte eksperimentet slik du hadde forutsett?
- Var det noen problemer under gjennomføringen av eksperimentet?
- Var det lett å bruke animasjonene og videoene på nett?
- Har du noen forslag til hvordan eksperimentet kan forbedres?
Utdyp!

Nytteverdi

Spørsmål: Hva lærte studentene av eksperimentet/ene?

Alternative oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

- Hvilke sider av fenomenet eller begrepet var mest framtreddende hos studentene mens de arbeidet med eksperimentet, eventuelt i rapporten i etterkant?
- I hvilken grad synes du at eksperimentet førte studenten fra et rent beskrivende nivå til et forklarende nivå? Eventuelt hvor ofte skjedde dette og på hvilke måter? Hvor fullstendig klarte de å beskrive fenomenet og hvilke fortolkninger kom til syne hos studentene?

- I hvilken grad synes du at eksperimentet var nyttig på bakgrunn av studentenes tilbakemeldinger?

Læringseffekt

Spørsmål: Lag en liste over kompetansemålene som undervisningsopplegget skulle oppfylle, og antyd graden av måloppnåelse for hvert av dem?

Alternative oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

- Stilte studentene utdypende spørsmål eller ga de fortolkninger da de arbeidet med eksperimentene?
- Var studentene initiativrike under gjennomføringen av eksperimentene? Utdyp gjerne hvordan dette artet seg.
- I hvilken grad var det nødvendig å veilede studentene under veis for at de skulle forstå det aktuelle fenomenet?
- Oppmuntret eksperimentene til samarbeid og diskusjoner i gruppen?

Forumet

Spørsmål: Kunne du tenke deg å delta i forumet for å høste og utveksle erfaringer?

A.3 Spørreskjema for MOSEM-lærerkurs

Vi ber om din hjelp til å forbedre lærerkurset for framtidige deltakere.

Punkt 3-17: Marker tallet som indikerer hvor enig du er med hvert utsagn. Tallene har følgende betydning:

5 - Helt enig	4 - Enig	3 - Nøytral	2 - Uenig	1 - Helt uenig
---------------	----------	-------------	-----------	----------------

Punkt 18-29: Marker tallet som indikerer din opplevde nytteverdi av ulike deler av materiellet og lærerkurset. Tallene har følgende betydning:

5 - Svært nyttig	4 - Ganske nyttig	3 - Nøytral	2 - Lite nyttig	1 - Ikke nyttig
------------------	-------------------	-------------	-----------------	-----------------

Om deg:

1. Hvor lenge har du undervist?

Hvis du har undervist i andre fag tidligere, vennligst også angi hvor lenge du har vært lærer.

2. Har du en første grad fra høyere utdanning (BSc, Msc, cand.real, ingeniør, siv.ing. e.l.) i fysikk?

Hvis din første grad var i et annet fag (lærerskole, pedagogikk, kjemi e.l.), vennligst oppgi dette.

Om dine interesser:

3. Jeg synes fysikk var spennende på skolen	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
4. Temaet superledning er interessant	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
5. Jeg synes det er interessant å utføre eksperimenter sammen med elevene	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
6. Teknologianvendelser for medisin og kommunikasjon appellerer mer til kvinnelige elever enn andre teknologiske anvendelser	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig

Om lærerkurset:							
7. Lærerkurset var stimulerende	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
8. Lærerkurset passet ikke for mitt kompetansenivå	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
9. Lærerkurset styrket min faglige kompetanse	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
10. Lærerkurset presenterte materialer og metoder som passer i undervisningen av mine elever	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
11. Jeg kommer sannsynligvis til å bruke materialer fra kurset i min skole	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
12. Lærerkurset styrket min pedagogiske kompetanse	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
13. Lærerkurset hjelper meg å utvikle metoder for å undervise med aktiv læring	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
14. Lærerkurset styrket min forståelse av hvordan elever lærer fysikk	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
15. Lærerkurset ga meg materialer som gir meg anledning til å videreføre min egen læringsprosess	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
16. Jeg kommer sannsynligvis til å delta på flere etter- og videreutdanningskurs i fremtiden	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig
17. MOSEM-materialene og tilnærmingen til læring vil antakeligvis bidra til bedre likestilling mht. fysikk læring	Helt enig	5	4	3	2	1	Helt uenig

Om MOSEM materialet							
I hvilken grad synes du de følgende MOSEM-materialene kan være nyttige i din undervisning?							
18. Faglig innhold	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
19. Eksperimentene	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
20. Lærerveiledningen	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
21. Videoer på nett	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
22. Animasjoner på nett	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
23. Diskusjonsforum på nett	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig

Om organiseringen av lærerkurset							
Hvor godt synes du de følgende delene av lærerkurset fungerte?							
24. Presentasjonene	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
25. Gruppediskusjonene	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
26. Plenumsdiskusjonene	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
27. Eksperimentene hvor gruppa delte seg på hvert sitt forsøk og deretter samlet seg igjen	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
28. Eksperimentene hvor dere arbeidet to eller tre sammen	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig
29. Praktisk informasjon om materialet	Svært nyttig	5	4	3	2	1	Helt unyttig

Om innholdet i lærerкурset:

30. Hvilken del av kurset var mest nyttig for å utvikle dine kunnskaper, kompetanse og faglig trygghet?

31. Var noen deler av kurset lite eller ikke nyttige for deg? Hvilke, og hvorfor?

32. Hva bør vi endre eller forbedre i framtidige kurs?

Konklusjon:

33. Har du andre kommentarer til kurset eller MOSEM-materialene?

Tusen takk for at du deltok på lærerкурset og for tilbakemeldingen!

Appendiks B Resultater

B.1 Byåsen videregående skole

Sted: Byåsen videregående skole i Trondheim

Tid: 14. april 2010

Antall elever: 21 elever (15 gutter og 6 jenter)

Lærere: Elin Grønvik + besøkende lærer Nils Kr. Rossing

B.1.1 Rammebetingelser:

Eksperimentene ble gjennomført som en del av kurset: Fysikk 2. Temaene magnetisme, elektromagnetisme og induksjon var nettopp gjennomgått. Undervisningsopplegget ble gjennomført for å se hva de hadde lært og hvor godt de klarte å anvende den lærdommen de hadde tilegnet seg på nye problemstillinger.

Elevene arbeidet i grupper på to eller tre elever. Det var hovedsakelig rene gutte- og jentegrupper.

Etter en kort introduksjon av besøkende lærer arbeidet elevene seg gjennom eksperimentene ett for ett. Det var ingen spesiell rekkefølge på eksperimentene, de ble valgt etter som de var ledige. Underveis gikk lærerne rundt og veiledet elevene. Elevgruppene fikk elevhefte med alle oppgavearkene. De noterte ned svarene etter som de arbeidet seg gjennom eksperimentene. Hovedlærer beholdt svararkene. *Det ble poengtert at det ikke var noe krav om at de skulle komme gjennom alle eksperimentene.*

Etter 90 min. ble arbeidet stoppet. Da hadde elevene vært gjennom 6 - 8 eksperimenter. Ingen rakk alle.

Etter at elevene hadde jobbet med undervisningsopplegget ble mange av eksperimentene gjennomgått ved at elevene selv forklarte hva de hadde funnet ut supplert av lærerne.

Tilslutt besvarte de spørsmålene på spørreskjemaet.

B.1.2 Utvalg av eksperimenter:

Det ble i alt satt ut 11 problemløsningsoppgaver (eksperimenter):

1. Den vrang magneten (3.4.1) avsnitt 4.1.1 side 181

2. Gauss-kanon (3.3.12) avsnitt 4.1.2 side 182
3. Frastøtende krefter mellom magneter (3.3.6) avsnitt 4.1.3 side 183
4. Levitasjon (svevning) (3.2.3) avsnitt 4.1.4 side 184
5. Magnetisk slalom (2.3.3) avsnitt 4.1.5 side 185
6. Langsomt fall (2.3.7) avsnitt 4.1.6 side 186
7. Magneter som faller gjennom spole (2.2.3) avsnitt 4.1.7 side 187
8. Ørsteds eksperiment (3.5.1) avsnitt 4.1.8 side 188
9. Pohls eksperiment (3.6.1) avsnitt 4.1.9 side 189
11. Homopolar motor I (3.6.4) avsnitt 4.1.11 side 191
12. Homopolar motor II (3.6.5) avsnitt 4.1.12 side 192

B.1.3 Resultater av spørreskjema:

Spørsmålene 3 - 13 viser påstander som de kan være enige eller uenige i. Verdien 5 indikerer *helt enig*, mens 1 *helt uenig*. Dersom det er like mange svar i hver kategori gir dette et gjennomsnitt på 3. Siden materialet er så lite er det rimelig å anta at forskjellene ikke alltid er signifikante. Det er ikke gjort noen forsøk på å vurdere signifikansen i materialet.

Årsaken til at resultatene inneholder halve verdier skyldes at noen har krysset av mellom to rubrikker.

1. Mann/Kvinne:
15 menn
6 kvinner
2. Gjennomsnittlig alder:
Menn: 18,3 år
Kvinner: 18,3 år
Alle var enten 18 eller 19 år.

3. **Spørsmål:** *Jeg synes naturfag er interessant.*

	Helt enig					Ant.	Naturfag er interessant
	5	4	3	2	1		
Naturfag er interessant	5	7	2	1	0	15	<p>12 10 8 6 4 2 0</p> <p>5 4 3 2 1</p> <p>■ Kvinne ■ Mann</p>
	1	1	3	1	0	6	
	6	8	5	2	0	21	
	Gjennomsnitt menn: 4,07						
	Gjennomsnitt kvinner: 3,33						
	Gjennomsnitt totalt: 3,86						

Oppsummering: De fleste synes at naturfag er interessant (T 3,86), med en overvekt blant mennene (M 4,07 - K 3,33)

4. **Spørsmål:** *Jeg synes fysikk er interessant.*

	Helt enig					Ant.	Fysikk er interessant
	5	4	3	2	1		
Fysikk er interessant	4,5	4,5	4	1	1	15	<p>12 10 8 6 4 2 0</p> <p>5 4 3 2 1</p> <p>■ Kvinne ■ Mann</p>
	0	1	4	1	0	6	
	4,5	5,5	8	2	1	21	
	Gjennomsnitt menn: 3,70						
	Gjennomsnitt kvinner: 3,00						
	Gjennomsnitt totalt: 3,50						

Oppsummering: Elevene synes at fysikk er mindre interessant en naturfag (T 3,50). Dette gjelder både menn (M 3,70) og kvinner (K 3,00). Forskjellen mellom menn og kvinner er omtrent som for naturfag, og mennene er mer interessert i fysikk enn kvinnene.

5. **Spørsmål:**

Jeg er interessert i teknologi anvendt innen medisin og til kommunikasjon.

	Helt enig					Ant.	Kom. tek og med. Tek er interessant
	5	4	3	2	1		
Kommunikasjonstek. og medisinsk tek. er interessant	3	7	2	3	0	15	<p>12 10 8 6 4 2 0</p> <p>5 4 3 2 1</p> <p>■ Kvinne ■ Mann</p>
	0	3	1	1	1	6	
	3	10	3	4	1	21	
	Gjennomsnitt menn: 3,67						
	Gjennomsnitt kvinner: 3,00						
	Gjennomsnitt totalt: 3,48						

Oppsummering: Vi ser at interessen for teknologi anvendt innen kommunikasjon og medisin er større hos menn (M 3,67) enn hos kvinner (K 3,00). Dog ikke overveldende hos noen av gruppene (T 3,48).

6. **Spørsmål:** *Jeg er interessert i militære anvendelser av teknologi.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Militære anvendelser er interessant	3	6	4	2	0	15 Mann
	0	0	3	1	2	6 Kvinner
	3	6	7	3	2	21 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 3,67					
	Gjennomsnitt kvinner: 2,17					
	Gjennomsnitt totalt: 3,24					

Oppsummering: Vi ser at interessen for å anvende teknologi til militære formål er betydelig høyere hos mennene (M 3,67) enn hos kvinnene (K 2,17), skjønt interessen er ikke overveldende hverken hos menn eller kvinner (T 3,24).

7. **Spørsmål:** *Eksperimentene var interessante.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Eksperimentene var interessante	7	7	1	0	0	15 Mann
	2	4	0	0	0	6 Kvinner
	9	11	1	0	0	21 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 4,40					
	Gjennomsnitt kvinner: 4,33					
	Gjennomsnitt totalt: 4,38					

Oppsummering: Elevene må sies å være godt fornøyd med eksperimentene (T 4,40) og det er lite forskjell mellom menn (M 4,40) og kvinner (K 4,33)

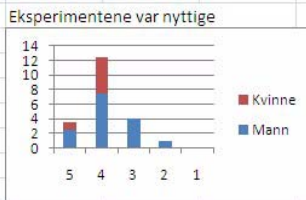
8. **Spørsmål:** *Eksperimentene var vanskelig å gjennomføre.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Eksperimentene var vanskelige å gjennomføre	0	1	2,5	6,5	5	15 Mann
	0	1	1	2	2	6 Kvinner
	0	2	3,5	8,5	7	21 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 1,97					
	Gjennomsnitt kvinner: 2,17					
	Gjennomsnitt totalt: 2,02					

Oppsummering: Hverken menn eller kvinner synes eksperimentene var vanskelige å gjennomføre (T 2,02). Mennene (M 1,97) synes de var litt lettere enn kvinnene (K 2,17).

9. **Spørsmål:** Eksperimentene var nyttige (ga meg større forståelse).

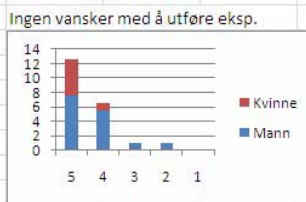
	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Eksperimentene var nyttige	2,5	7,5	4	1	0	15	Menn
	1	5	0	0	0	6	Kvinner
	3,5	12,5	4	1	0	21	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					3,77	
	Gjennomsnitt kvinner:					4,17	
	Gjennomsnitt totalt:					3,88	



Oppsummering: Det synes som om både menn og kvinner (T 3,88) synes eksperimentene var nyttige i betydningen: Ga større forståelse. Det er også interessant å se at kvinnene (K 4,17) synes de var mer nyttige enn mennene (M 3,77).

10. **Spørsmål:** Det var ingen vanskeligheter med å utføre eksperimentene.

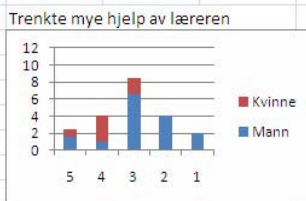
	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Ingen vansker med å utføre eksperimentene	7,5	5,5	1	1	0	15	Menn
	5	1	0	0	0	6	Kvinner
	12,5	6,5	1	1	0	21	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					4,30	
	Gjennomsnitt kvinner:					4,83	
	Gjennomsnitt totalt:					4,45	



Oppsummering: Resultatene synes å vise at hverken menn eller kvinner (T 4,45) syntes eksperimentene var vanskelige å utføre. Det ser også ut at kvinnene (K 4,83) syntes at forsøkene var lettere å gjennomføre enn hva mennene (M 4,30) syntes. En vet imidlertid ikke hvilke eksperimenter de enkelte gruppene valgt å gjennomføre, om f.eks. kvinnene valgte et enklere utvalg enn mennene.

11. **Spørsmål:** Jeg/vi trengte mye hjelp av læreren for å forstå eksperimentet.

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Trengte mye hjelp av læreren for å forstå eksp.	1,5	1	6,5	4	2	15	Menn
	1	3	2	0	0	6	Kvinner
	2,5	4	8,5	4	2	21	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					2,73	
	Gjennomsnitt kvinner:					3,83	
	Gjennomsnitt totalt:					3,05	



Oppsummering: Resultatene synes å vise at gruppene trengte moderat hjelp av læreren. Igjen ser vi at kvinnene (K 3,83) synes å trenge vesentlig mindre hjelp fra læreren enn mennene (M 2,73). Dette harmonerer med at kvinnene synes eksperimentene var lettere å gjennomføre enn mennene.

12. **Spørsmål:** *Jeg spilte en aktiv rolle ved gjennomføringen av eksperimentet.*

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Jeg spilte en aktiv rolle ved gjennomføringen av eksp.	6,5	5,5	3	0	0	15	Menn
	4	2	0	0	0	6	Kvinner
	10,5	7,5	3	0	0	21	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					4,23	
	Gjennomsnitt kvinner:					4,67	
	Gjennomsnitt totalt:					4,36	

Jeg spilte en aktiv rolle i gjennomføringen

Rating	Menn	Kvinner
5	4	7
4	2	4
3	2	0
2	0	0
1	0	0

Oppsummering: Både menn og kvinner synes å ha spilt en aktiv rolle under arbeidet med eksperimentene (T 4,36). Kvinnene (K 4,67) syntes de spilte en noe mer aktiv rolle enn mennene (M 4,23).

13. **Spørsmål:** *Vi samarbeidet godt og diskuterte eksperimentene under veis.*

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Vi samarbeidet godt og diskuterte	9	6	0	0	0	15	Menn
	4	1	0	1	0	6	Kvinner
	13	7	0	1	0	21	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					4,60	
	Gjennomsnitt kvinner:					4,33	
	Gjennomsnitt totalt:					4,52	

Vi samarbeidet godt og diskuterte

Rating	Menn	Kvinner
5	9	4
4	6	1
3	0	0
2	1	0
1	0	0

Oppsummering: Det synes som om alle elevene jobbet godt sammen og diskuterte aktivt under veis (T 4,52), mennene (M 4,60) noe bedre enn kvinnene (K 4,33).

14. **Hva likte du spesielt godt med undervisningsopplegget? - Begrunn svaret.**

- *Frihet til å holde på selv, finne ut ting på egen hånd (mann).*
- *Avkobling fra vanlig kjedelig undervisning (mann).*
- *Artig, annerledes og interessant. Morsomt å jobbe praktisk (mann).*
- *Praktisk arbeid er artig (2 menn).*
- *Interessant å se hvordan teori kan stemme med praksis (mann).*
- *Jeg synes det er fint å bruke praktiske momenter i opplæringen fordi det er nyttig å se hvordan de virker i praksis (mann).*
- *Det var artig og spennende og ga meg mye forståelse og introduserte ukjente fenomener og (opplegget) var snillt og ikke strengt (mann).*
- *At eksperimentene ikke var forutsigbare. Gøy å bli overrasket av hva som skjer (kvinne).*
- *Praktisk gruppearbeid (kvinne)*
- *Mange små forsøk som var artig å gjennomføre og alt var klart når vi kom (kvinne).*

- *Vi fikk se hvordan ting fungerte i praksis, og ikke bare pugge teoretisk (kvinne).*
- *Annet opplegg enn før, godt med variasjon (mann).*
- *Praktisk. Godt med pause fra teori og oppgaver (mann).*
- *Mye praksis, lettere å lære når du har sett og følt på det (kvinne).*
- *Jeg likte godt at vi fikk praktiske oppgaver til teorien vi lærer (mann).*
- *Ekspirimeter som begrunner teorien (mann).*
- *Annerledes og nytt og mye å velge mellom (kvinne).*
- *Variasjon, spennende (mann).*
- *Ikke noe oppgaveløsning og mye praktisk (mann).*
- *Lærerikt å gjøre noe praktisk og kunne se hva som skjer i forskjellige forsøk (mann).*

Oppsummering: *Elevene setter pris på den variasjon et slikt praktisk undervisningsopplegg gir. Dessuten fremmes læring ved å knytte teorien til observasjon av virkelige fenomener. De liker også friheten til å velge uten tidpress.*

15. Hva synes du at du lærte av å arbeide med undervisningsopplegget? - Begrunn svaret.

- *Mye fin repetisjon, mange interessante vinklinger (mann).*
- *Fikk mer konkret forståelse av magnetisk motstand i metaller (mann).*
- *Tryggere på høyrehåndsregelen, Lenz' lov og diamagnetisme (2 menn).*
- *Fikk et større innblikk i sammenhengen mellom elektrisitet og magnetisme i praktiske sammenhenger (mann).*
- *Jeg lærte hvordan man kan bruke teori i praksis, og at det ofte kreves mye diskusjon over "små" forsøk. Artig med praktiske oppgaver (mann).*
- *Induksjon og høyrehåndsregelen, magnetfelt og strøm sammen med diamagnetisme (mann).*
- *Bedre forståelse av Lenz' lov (kvinne + mann).*
- *Lærte om Lenz' lov og hvordan magneter fungerer (kvinne).*
- *Lærte hvordan forskjellige lover kan brukes/blir brukt i praksis (kvinne).*
- *Jeg fikk en bedre forståelse (kvinne).*
- *Mer grunnleggende om temaene magnetisme og induksjon (mann).*
- *Ikke meget (mann).*
- *Fikk mer repetert ting vi har lært tidligere, og det var bra (kvinne).*
- *Lærte(?) teorien litt bedre ved praktisk gjennomføring (mann).*

- *Om magnetiske krefter og hvordan de påvirker magneter og metaller. Skjønte det særlig da det ble gjennomgått på slutten (mann).*
- *Ikke så mye nytt, trenger mer tid fordi det er vanskelig (mann).*
- *Lærte en del om Lenz' lov og magnetisme (mann).*
- *Lærte mye om hvordan magneter virker og hvordan de virker på metaller (mann).*

Oppsummering: *Induksjon, Lenz' lov og høyrehåndsregelen holdes fram som fenomener de nå forstår bedre, likeså hvordan fysiske lover kan anvendes på praktiske problemstillinger. Flere nevner også at de skjønner mer om hvordan magnetisme, strøm og krefter virker sammen. For noen var dia-magnetisme et nytt begrep som har gjort inntrykk.*

16. Nevn spesielt to ting du syntes var bra med undervisningsopplegget:

- *Mye morsom og praktisk fysikk (mann).*
- *Annerledes (2) og mange varierte forsøk (2 menn).*
- *Praktisk og lærerikt (2 menn).*
- *Frihet/evnen til å velge hvilket forsøk ...Fikk god tid til å snakke med læreren om enkelte forsøk, noe som bidro til bedre forståelse (mann).*
- *Ikke noe press med ting som måtte gjøres. Veldig artig og lærerikt på en gang (mann).*
- *Nye forsøk som jeg ikke har prøvd før, ikke noe tidspress (kvinne)!*
- *Morsomt og lærerikt (kvinne).*
- *Alt var klart - god tid, små forsøk (kvinne).*
- *Fikk se ting i praksis og fikk prøvd mange eksperimenter i eget tempo (kvinne).*
- *Variasjon og gode forklaringer (mann).*
- *Bra at det var flere (forsøk) slik at det ikke ble kø. Flink lærer som kom, hjalp til bra og var selv interessert. Mange forskjellige forsøk (kvinne).*
- *Nytt og spennende - praktisk undervisning (mann).*
- *Det var interessante forsøk - mange og varierte forsøk (mann).*
- *Variert og lærerikt (kvinne).*
- *Variert og spennende (mann).*
- *Mye praktisk arbeid og artige eksperimenter (mann).*
- *Variert og engasjerende (mann).*

Oppsummering: *Eksperimentene i opplegget framheves som artige, anderledes, uventet, spennende, lærerike og engasjerende. Andre opplevde det positivt at det ikke ble stilt krav til prestasjon med tilhørende tidspress.*

17. Nevn spesielt to ting du syntes fungerte dårlig med undervisningsopplegget:

- *Ting ble ødelagt (magneter) (mann).*
- *Litt dårlig tid, fikk ikke gjort alt (5 menn).*
- *Ikke pause, eksperimentene inneholdt teoristoff vi ikke hadde lært (2 menn).*
- *Noen forsøk var vanskelig å forstå, f.eks. eksempel nr. 11 (Homopolar motor I (3.6.4) avsnitt 4.1.11 side 191) (mann).*
- *Noen av forsøkene var litt like (3 kvinner).*
- *Fikk ikke forståelse av alt (kvinne).*
- *Ingenting om forklaringer før etterpå, teoristoff vi ikke hadde lært (mann).*
- *Noen av eksperimentene var litt diffuse (mann).*
- *Alt er bra så lenge du har en bra gruppe (mann).*

Oppsummering: *Selv om det ikke stilles krav om at de skal gjøre alle forsøkene, opplever mange det frustrerende at de ikke får prøvd alt. Det virker som de føler seg snytt. Flere kvinner nevner at mange av forsøkene ligner på hverandre, hvilket er riktig siden de viser samme fenomen på forskjellig måte. Andre opplever det frustrerende når de blir bedt om å forklare fenomener de ikke har lært noe om. Et par magneter ble knust, hvilket helst ikke bør skje. Det bør også legges inn en pause i en slik økt som denne.*

18. Vil du anbefale undervisningsopplegget til andre elever? - Begrunn svaret.

- *Ja, kanskje en fin måte å lære vanskelig stoff på (mann).*
- *Ja, lærerikt. Bedre med forsøk enn å lese i boka (mann).*
- *Ja, lærerikt og gøy (mann).*
- *Ja, praktisk og lærerikt (mann).*
- *Ja, fysikk er mer enn bare læreboka (mann).*
- *Ja, absolutt. Det er fint å gjøre praktiske oppgaver, fordi man kan forstå hvordan teorien virker i praksis (mann).*
- *Ja, fordi det var den artigste fysikktimen hittil i år (april) (mann).*
- *Ja, kan gi større forståelse. I tillegg gjør variasjon i undervisningen at motivasjonen i faget øker (kvinne).*
- *Ja, jeg har lært hvordan Lenz' lov fungerer i praksis, så det er bra (kvinne).*
- *Ja (kvinne + mann).*
- *Ja, siden det gir en praktisk visning av det teoretiske (kvinne).*

- *Ja, lærerikt. Bidrar til utvidet forståelse (mann).*
- *Ja, lette praktiske oppgaver/forsøk (mann).*
- *Ja, hvis de sliter med induksjon. Var lærerikt. Kanskje mer aktuelt i perioden man har om induksjon, for noe av dette har vi gjennomgått og lært (kvinne).*
- *Ja, jeg vil anbefale dette fordi elevene får grublet litt mer over fysikken (mann).*
- *Ja, synes eksperimenter og forsøk er viktige for forståelsen av fysikk (mann).*
- *Ja, det var fint å lære på andre måter av og til (kvinne).*
- *Ja, men må være mer en 90 minutter (mann).*
- *Ja, andreledes og interessant (mann).*
- *Ja, spennende og man lærer bedre med noe håndfast og visuelt (mann).*

Oppsummering: *Alle, uten unntak, anbefaler opplegget av de samme grunnene som nevnt under spm. 14, 15 og 16. Én nevner spesielt at det er positivt at en får anledning til å gruble litt mer over fysikken.*

19. Har du forslag til hvordan undervisningsopplegget kan forbedres?

- *Mer hjelp fra læreren under forsøkene (mann).*
- *Færre forsøk slik at det blir bedre tid (mann).*
- *Ta med noen pene damer! (mann).*
- *Ta pauser (mann).*
- *Kanskje kunne det stått litt teori om hvert enkelt forsøk (mann).*
- *Mer tid til forsøkene (mann).*
- *Mer “spenstige” forsøk om det er mulig (kvinne).*
- *Mer hjelp under gjennomføringen av forsøkene (kvinne).*
- *Gi litt mer forklaring om hva man skal fylle ut på arkene under forsøkene, og om at man skal diskutere (kvinne).*
- *Nei (mann + kvinne).*
- *En skriftelig teoretisk fasit på alle forsøkene (mann).*
- *Lengre tid (mann).*

Oppsummering: *Det foreslås at en reduserer antall forsøk slik at en rekker å gjøre alle. Det bør dessuten legges inn pauser. Ellers ønsker flere at det gis mer veiledning og at de får tilgang til mer av teorien mens de arbeider med eksperimentene.*

20. Har du andre kommentarer til undervisningsopplegget?

- *Godt jobba! (mann).*
- *Artig (mann).*
- *Nei (3 menn).*
- *Jeg gjennomførte følgende forsøk: 1, 2, 8, 9, 11, 12 (mann).*
- *Fortsett :) (mann).*
- *Angående spm. 9 var det gjennomgangen av eksperimentene som gav forståelse for stoffet, ikke like mye eksperimentene i seg selv (kvinne).*
- *Nei, bra opplegg (kvinne).*
- *Bra gjennomført (mann).*
- *Han som underviste var tøff (mann).*
- *Ga mer motivasjon og forståelse (mann).*
- *Kjempe gøy - stå på! (mann).*

Oppsummering: Her er det mye ros å få. En kan oppsummere at alle opplevde opplegget som artig og inspirerende. Det nevnes også at det var først ved gjennomgangen at de forsto hva som skjedde. **Gjennomgangen med elevene etter at de selv av grublet over forklaringen, er viktig. På dette tidspunktet er det både motivert og har knagger som forklaringene kan henges på.**

B.1.4 Kommentarer til spørreundersøkelsen ved Byåsen vgs:

Metodisk har vi lært følgende:

1. Dersom det gis så mange eksperimenter som her, vil det være nyttig å be elevene krysse av på hvilke eksperimenter de valgte å gjennomføre, om ikke alle ble utført.
2. En bør registrere hvor mange som var på gruppen og om det var en blandet gruppe, med gutter og jenter eller bare det ene eller det andre.

Noen kommentarer til elevenes svar:

3. Flere synes det var dumt at de ikke ble ferdige med alle forsøkene.
Til tross for at det blir sagt at det ikke forventes at alle forsøkene skal gjennomføres, opplever mange at dette er synd, de føler seg snytt. I praksis så måtte vi ha tilstrekkelig antall stasjoner slik at vi unngikk kø og dødtid. Alternativt kunne vi ha

duplisert enkelte forsøk. Ulempen er at det ikke er tilstrekkelig utstyr til å gjøre det. Alternativt kunne en ha gjort gruppene større 3–4 elever, hvilket jeg heller ikke tror ville vært noen god løsning.

4. Igjen får vi bekreftet at eksperimentene ikke “nødvendigvis” gir økt forståelse, men at det er viktig å diskutere seg fram til en forklaring (lærer og elever), gjerne etter at forsøket er gjennomført.

B.1.5 Lærernes kommentarer

Det var to lærere som deltok i gjennomføringen av undervisningsopplegget:

Kontaktlærer Elin Grønvik, Byåsen videregående skole

Ansvarlig Nils Kr. Rossing, Vitensenteret, ansvarlig for opplegg og gjennomføring

Kommentarer fra kontaktlærer Elin Grønvik

Undervisningssammenheng:

Spørsmål: Beskriv i hvilken sammenheng undervisningsopplegget ble brukt.

Undervisningsopplegget ble brukt på en halv fagdag i Fysikk 2. Fagdagene brukes primært til eksperimentelt arbeid, så dette var midt i blinken.

Alternative oppfølgingsspørsmål:

- Passet eksperimentene inn i undervisningen din? Utdyp!

Undervisningsopplegget passet ypperlig. Hadde på forhånd gjennomgått fagstoffet magnetisme og induksjon, med mest vekt på demonstrasjoner og teori. Elevene hadde ikke gjort mye praktisk på egen hånd.

- Ble eksperimentene presentert for hele klassen, utført i mindre grupper, eller individuelt av enkeltelever? Hvilken form vil du tro fungerer best?

Eksperimentene ble gjort i grupper på 2-3 elever. Dette fungerte godt. Svake elever som vanligvis ikke er særlig aktive, fikk eksperimentere selv. Dette opplevdes nok som befriende, spesielt av de svakeste elevene. Etter å ha rullet mellom forsøkene, ble noen av forsøkene gjennomgått i plenum. Dette var veldig nyttig for alle elevene. Kunne med fordel ha gjennomgått alle forsøkene, noe det ikke ble tid til denne gangen. Elevene fikk god tid på hvert forsøk, det var positivt, men det hadde kanskje fungert bedre med færre forsøk slik at alle ble gjennomgått/forklart i plenum etterpå.

- Forklar hvilken rolle de ulike eksperimentene spilte i undervisningen som helhet.

Eksperimentene fungerte fint som en test på om teorien elevene hadde vært igjennom fungerte i praksis. Det er dessverre ikke god nok tid i undervisningen til å eksperimentere nok i alle emner. Tror flere elever fikk en aha-opplevelse i forbindelse med å knytte sammen teori og praksis.

- Brukte du eksperimentene for å belyse spesielle kompetansemål innen læreplanen, eller i forbindelse med undervisning av et tema innen læreplanen?

Eksperimentene ble brukt i forbindelse med et tema.

- Hvilke andre eksperimenter ville det ha passet å tatt med innen dette temaet?

Er usikker.

Eksperiment(er)

Spørsmål: Beskriv hvordan eksperimentet/ene ble utført?

Eksperimentene beskrives ikke her da det er gjort andre steder i heftet. Følgende eksperimenter ble brukt: Problemløsningsoppgaver 1 - 12 unntatt oppgave 10 (avsnitt 4.1.)

Alternativ oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

Svarer samlet for eksperimentene under ett:

- Var eksperimentet lett å utføre?

Ja

- Fungerte eksperimentet slik du hadde forutsett?

Tror nok det var noen overraskelser underveis.

- Var det noen problemer under gjennomføringen av eksperimentet?

Ingen store problemer.

- Var det lett å bruke animasjonene og videoene på nett?

Har ikke brukt disse i undervisningen ennå, pga at vi er inne i en heldagsprøveperiode uten normal undervisning.

- Har du noen forslag til hvordan eksperimentet kan forbedres?

Det bør være mere utstyr, slik at flere grupper kan gjøre samme forsøk parallelt. Tror hele økten hadde blitt bedre med noen færre forsøk, slik at alle gjorde de samme forsøkene, og alle forsøkene ble gjennomgått etterpå.

Nytteverdi

Spørsmål: Hva lærte studentene av eksperimentet/ene?

Tror fagstoffet ble litt mer konkret for elevene. Generelt fikk hver av elevene i små grupper anledning til selv å sette ord på det de observerte under forsøkene, og fikk prøve ut fagstoff og teorier på en ufarlig måte, dvs. uten faglærer hengende over seg. De fikk prøve og feile, og fikk god tid til å gruble. Med såpass mange grupper fikk ikke jeg som faglærer innblikk i arbeidet til hver enkelt elev, men spørsmålene som kom under den felles gjennomgangen tydet på at elevene klarte å knytte sammen teori og praksis i ganske stor grad.

Alternative oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

- Hvilke sider av fenomenet eller begrepet var mest framtrødende hos studentene mens de arbeidet med eksperimentet, eventuelt i rapporten i etterkant?

Ingen svar

- I hvilken grad synes du at eksperimentet førte studenten fra et rent beskrivende nivå til et forklarende nivå? Eventuelt hvor ofte skjedde dette og på hvilke måter? Hvor fullstendig klarte de å beskrive fenomenet og hvilke fortolkninger kom til syne hos studentene?

Ingen svar.

- I hvilken grad synes du at eksperimentet var nyttig på bakgrunn av studentenes tilbakemeldinger?

Læringseffekt

Spørsmål: Lag en liste over kompetansemålene som undervisningsopplegget skulle oppfylle, og antyd graden av måloppnåelse for hvert av dem?

Kompetansemål i læreplanen for Fysikk 2:

- beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer, og beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder og kraft på en leder i magnetisk felt.
- gjøre rede for begrepet magnetisk fluks og bruke Faradays induksjonslov.

Alternative oppfølgingsspørsmål (for hvert av eksperimentene):

- Stilte studentene utdypende spørsmål eller ga de fortolkninger da de arbeidet med eksperimentene?

I noen grad.

- Var studentene initiativrike under gjennomføringen av eksperimentene?

Ja. Spesielt elever som ofte er stille og passive i timene, overrasket med stor arbeidsiver og diskusjoner.

- I hvilken grad var det nødvendig å veilede studentene under veis for at de skulle forstå det aktuelle fenomenet?

I veldig ulik grad. Dette var forventet pga svært ulikt faglig nivå hos elevene.

- Oppmuntret eksperimentene til samarbeid og diskusjoner i gruppen?

Ja, i stor grad :-)

Kommentarer fra ansvarlig Nils Kr. Rossing

Nils Kr. hadde forberedt og gjennomførte opplegget fra begynnelse til slutt. Ca. 14 dager før ble opplegget oversendt Elin for kommentarer. Hun hadde ingen innvendinger til forslaget. Elin hadde delt elevene inn i 8 grupper, hver på 3 elever.

Program for dagen ble som følger (inkl. for- og etterarbeid):

07:15 - 08:00	Rigging av 11 stasjoner
08:00 - 08:15	Orientering og introduksjon, inndeling i grupper
08:15 - 09:45	Arbeid med oppgavene i grupper.
09:45 - 10:00	Pause
10:00 - 10:30	Gjennomgang av oppgavene sammen med elevene
10:30 - 11:00	Opprydding

I alt ble 11 problemløsningsoppgaver rigget opp. Grunnen til at det ble så mange var primært for å unngå kø. Det ble tydelig varslet om at de ikke måtte regne med å komme gjennom alle.

Denne oppgavetypen ble valgt siden stoffet var gjennomgått, slik at opplegget skulle fungere som en repetisjon og test på om de var istand til å anvende teorien på praktiske problemstillinger.

Flere av oppgavene omhandlet samme tema slik at det skulle være store muligheter for at alle var innom de ulike temaene til tross for at de ikke rakk å gjøre alle oppgavene (se kommentarer avsnitt B.1.4).

Selv om vi presiserte at magnetene må behandles med forsiktighet, så er det fristende å eksperimente litt ekstra med slike kraftige magneter. Derfor ble to av dem knust på grunn av tøffe sammenstøt. Det er særdeles viktig gjennomgå forsiktighetsreglene for bruk av magneter før oppstart.

Til tross for at elevene nettopp hadde gjennomgått det aktuelle stoffet, viste de seg at mange hadde problemer med å anvende det de hadde lært på de oppgavene som ble presentert. Likevel satte de stor pris på å få jobbe på denne måten. Det kan synes som om de oppgavene de fikk presentert i denne sammenhengen var annerledes enn de eksperimentene som var referert i læreboka. De hadde derfor problemer med å anvende teorien på de fenomenene de observerte i eksperimentene. På den annen side så oppfattet eksperimentene som eksotiske og spennende. Gjennomgangen i etterkant var derfor svært nyttig for å knytte observasjonene sammen med det stoffet de hadde gjennomgått. Ikke alt var gjennomgått på forhånd, delvis fordi det lå noe på siden av pensum.

Selv om disse oppgavene var skreddersydd for repetisjon, så kan oppgaver med en litt annen vri med fordel brukes som introduksjon til et emne. Dermed skapes knagger som teorien kan henges på. Slike introduksjonseksperimenter kan gjerne gjennomføres som demonstrasjoner utført av læreren.

B.2 Orkdal videregående skole

Sted: Orkdal videregående skole, Orkanger

Tid: 14–18. mars 2011

Antall elever: 6 elever (4 gutter og 2 jenter)

Lærer: Lars Arve Larsen

B.2.1 Rammebetingelser:

Rammebetingelsene var ukjente, men omfattet elever som tok fysikk 2 på vg 3.

B.2.2 Utvalg av eksperimenter:

Utvalget av eksperimenter ble gjort av læreren og ble hentet fra oppgave 1 - 19 fra fysikkløypa.

B.2.3 Resultater av spørreskjema:

Spørsmålene 3–13 viser påstander som de kan være enige eller uenige i. Verdien 5 indikerer *helt enig*, mens 1 *helt uenig*. Dersom det er like mange svar i hver kategori gir dette et gjennomsnitt på 3. Siden materialet er så lite er det rimelig å anta at forskjellene ikke alltid er signifikante. Det er ikke gjort noen forsøk på å vurdere signifikansen i materialet.

Årsaken til at resultatene inneholder halve verdier skyldes at noen har krysset av mellom to rubrikker.

1. Mann/Kvinne:

4 menn

2 kvinner

2. Gjennomsnittlig alder:

Menn: 18,75 år

Kvinner: 18 år

Alle var enten 18 eller 19 år.

3. **Spørsmål:** *Jeg synes naturfag er interessant.*

	Helt enig					Ant.	Naturfag er interessant					
	5	4	3	2	1							
Naturfag er interessant	4	0	0	0	0	4	Menn					
	1	0	1	0	0	2	Kvinner					
	5	0	1	0	0	6	Totalt					
	Gjennomsnitt menn:				5,00							
	Gjennomsnitt kvinner:				4,00							
	Gjennomsnitt totalt:				4,67							

Oppsummering: De fleste synes at naturfag er interessant (T 4,67), med en overvekt blant mennene (M 5,00 - K 4,00)

4. **Spørsmål:** *Jeg synes fysikk er interessant.*

	Helt enig					Ant.	Fysikk er interessant					
	5	4	3	2	1							
Fysikk er interessant	4	0	0	0	0	4	Menn					
	0	1	1	0	0	2	Kvinner					
	4	1	1	0	0	6	Totalt					
	Gjennomsnitt menn:				5,00							
	Gjennomsnitt kvinner:				3,50							
	Gjennomsnitt totalt:				4,50							

Oppsummering: Elevene synes at naturfag er mer interessant enn fysikk (T 4,50). Mennene synes at fysikk og naturfag er omtrent like interessant (M 5,0), mens kvinnene synes naturfag er litt mer interessant enn fysikk (K 3,50).

5. Spørsmål:

Jeg er interessert i teknologi anvendt innen medisin og til kommunikasjon.

	Helt enig					Ant.	Kom. tek og med. Tek er interessant
	5	4	3	2	1		
Kommunikasjonstek. og medisinsk tek. er interessant	3	1	0	0	0	4	Menn
	0	1	1	0	0	2	Kvinner
	3	2	1	0	0	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn: 4,75						
	Gjennomsnitt kvinner: 3,50						
	Gjennomsnitt totalt: 4,33						

Oppsummering: Vi ser at interessen for teknologi anvendt innen kommunikasjon og medisin er større blant menn (M 4,75) enn blant kvinner (K 3,00).

6. Spørsmål: Jeg er interessert i militære anvendelser av teknologi.

	Helt enig					Ant.	Militær anvendelse er interessant
	5	4	3	2	1		
Militære anvendelser er interessant	2	2	0	0	0	4	Menn
	0	0	1	1	0	2	Kvinner
	2	2	1	1	0	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn: 4,50						
	Gjennomsnitt kvinner: 2,50						
	Gjennomsnitt totalt: 3,83						

Oppsummering: Vi ser at interessen for å anvende teknologi til militære formål er betydelig høyere hos mennene (M 4,50) enn hos kvinnene (K 2,50).

7. Spørsmål: Eksperimentene var interessante.

	Helt enig					Ant.	Eksperimentene var interessante
	5	4	3	2	1		
Eksperimentene var interessante	4	0	0	0	0	4	Menn
	1	1	0	0	0	2	Kvinner
	5	1	0	0	0	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn: 5,00						
	Gjennomsnitt kvinner: 4,50						
	Gjennomsnitt totalt: 4,83						

Oppsummering: Elevene må sies å være godt fornøyd med eksperimentene (T 4,83) og det er lite forskjell mellom menn (M 5,00) og kvinner (K 4,50)

8. **Spørsmål:** Eksperimentene var vanskelig å gjennomføre.

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Eksperimentene var vanskelige å gjennomføre	0	0	3	1	0	4	Menn
	0	0	1	0	1	2	Kvinner
	0	0	4	1	1	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					2,75	
	Gjennomsnitt kvinner:					2,00	
	Gjennomsnitt totalt:					2,50	

Eksp. var vanskelige å gjennomføre

Oppsummering: Hverken menn eller kvinner synes eksperimentene var spesielt vanskelige å gjennomføre (T 2,50). Mennene (M 2,75) synes de var litt lettere enn kvinnene (K 2,00). Vi ser at kvinnene syntes de var litt lettere enn hva mennene.

9. **Spørsmål:** Eksperimentene var nyttige (ga meg større forståelse).

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Eksperimentene var nyttige	3	1	0	0	0	4	Menn
	2	0	0	0	0	2	Kvinner
	5	1	0	0	0	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					4,75	
	Gjennomsnitt kvinner:					5,00	
	Gjennomsnitt totalt:					4,83	

Eksperimentene var nyttige

Oppsummering: Det synes som om både menn og kvinner (T 4,83) synes eksperimentene var svært nyttige i betydningen: Ga større forståelse. Det er også interessant å se at kvinnene (K 5,00) synes de var mer nyttige enn mennene (M 4,75).

10. **Spørsmål:** Det var ingen vanskeligheter med å utføre eksperimentene.

	Helt enig					Ant.	
	5	4	3	2	1		
Ingen vansker med å utføre eksperimentene	0,5	2,5	1	0	0	4	Menn
	0	0	2	0	0	2	Kvinner
	0,5	2,5	3	0	0	6	Totalt
	Gjennomsnitt menn:					3,88	
	Gjennomsnitt kvinner:					3,00	
	Gjennomsnitt totalt:					3,58	

Ingen vansker med å utføre eksp.

Oppsummering: Resultatene synes å vise at vanskelighetsgraden var omtrent midt på treet (T 3,58). Det ser også ut at kvinnene (K 3,00) syntes at forsøkene var litt vanskeligere å gjennomføre enn hva mennene (M 3,88) syntes.

11. **Spørsmål:** *Jeg/vi trengte mye hjelp av læreren for å forstå eksperimentet.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Trengte mye hjelp av læreren for å forstå eksp.	0	0	3	1	0	4 Menn
	0	2	0	0	0	2 Kvinner
	0	2	3	1	0	6 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 2,75					
	Gjennomsnitt kvinner: 4,00					
	Gjennomsnitt totalt: 3,17					

Trengte mye hjelp av læreren

Rating	Menn	Kvinner
5	0	0
4	0	2
3	3	0
2	1	0
1	0	0

Oppsummering: Resultatene synes å vise at gruppene trengte moderat hjelp av læreren (T 3,17). Igjen ser vi at kvinnene (K 4,00) synes å trenge vesentlig mer hjelp fra læreren enn mennene (M 2,75). Dette harmonerer med at mennene synes eksperimentene var lettere å gjennomføre enn kvinnene.

12. **Spørsmål:** *Jeg spilte en aktiv rolle ved gjennomføringen av eksperimentet.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Jeg spilte en aktiv rolle ved gjennomføringen av eksp.	2	1	1	0	0	4 Menn
	0	1	1	0	0	2 Kvinner
	2	2	2	0	0	6 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 4,25					
	Gjennomsnitt kvinner: 3,50					
	Gjennomsnitt totalt: 4,00					

Jeg spilte en aktiv rolle i gjennomføringen

Rating	Menn	Kvinner
5	2	0
4	1	1
3	1	1
2	0	0
1	0	0

Oppsummering: Både menn og kvinner synes å ha spilt en moderat aktiv rolle under arbeidet med eksperimentene (T 4,00). Kvinnene (K 3,50) syntes de spilte en noe mindre aktiv rolle enn mennene (M 4,25).

13. **Spørsmål:** *Vi samarbeidet godt og diskuterte eksperimentene under veis.*

	Helt enig					Ant.
	5	4	3	2	1	
Vi samarbeidet godt og diskuterte	3	0	1	0	0	4 Menn
	1	1	0	0	0	2 Kvinner
	4	1	1	0	0	6 Totalt
	Gjennomsnitt menn: 4,50					
	Gjennomsnitt kvinner: 4,50					
	Gjennomsnitt totalt: 4,50					

Vi samarbeidet godt og diskuterte

Rating	Menn	Kvinner
5	3	1
4	0	1
3	1	0
2	0	0
1	0	0

Oppsummering: Det synes som om alle elevene jobbet godt sammen og diskuterte aktivt under veis (T 4,50), mennene (M 4,50) noe bedre enn kvinnene (K 4,50).

14. **Hva likte du spesielt godt med undervisningsopplegget? - Begrunn svaret.**

- Alt var bra (mann)

- *Enkelt og greit (mann)*
- *Vi kunne gjøre noko sjølv. Det likte eg veldig godt. (mann)*
- ***Vi får prøve ting i praksis (kvinne)***
- *Fysikkløype 15 (Krefter mellom magnet og spole) (kvinne)*

15. Hva synes du at du lærte av å arbeide med undervisningsopplegget? - Begrunn svaret.

- *Noen ting (mann)*
- ***Større forståelse av fysikken (mann)***
- *Jeg lærte mykje om magneter, strøm og induksjon, då det var det forsøka handla om. (mann)*
- *Høyrehåndsregelen, strømretning, kraft og magnetfelt (kvinne)*

16. Nevn spesielt to ting du syntes var bra med undervisningsopplegget:

- *Alt var bra (mann)*
- *Lettvint og artig (mann)*
- ***Gjere noko sjølv og lærte mykje (mann)***
- *Gjorde forsøk og ser sammenhenger (kvinne)*
- ***Får bedre forståelse av praktiske forsøk (kvinne)***

17. Nevn spesielt to ting du syntes fungerte dårlig med undervisningsopplegget:

- *Skulle hatt enda **flere forsøk** og noko virka ikkje (mann)*
- *Noen var litt dårlig forklart (kvinne)*

18. Vil du anbefale undervisningsopplegget til andre elever? - Begrunn svaret.

- *Vet ikke (mann)*
- *Ja (mann)*
- ***Ja, fordi det øker forståinga (mann)***
- *Ja, det var nyttig (kvinne)*

19. Har du forslag til hvordan undervisningsopplegget kan forbedres?

- *Nei (mann)*
- *Nei (kvinne)*

20. Har du andre kommentarer til undervisningsopplegget?

- ***Bra! (mann)***

Oppsummering: *Det ser ut til at de fleste likte opplegget fordi det var praktisk arbeid de selv fikk holde på med. Dessuten synes de å være enig om at det også ga økt forståelse for denne delen av fysikken, og at en så sammenhenger. Andre nevner at det er en god trening å øve på de reglene man har lært, f.eks. høyrehåndsregelen. De aller fleste vil derfor anbefale opplegget.*

Enkelte nevner at noe virket ikke så godt som en haddet ønsket (det nevnes ikke hva). Andre ville gjerne hatt flere forsøk.

B.2.4 Lærerens kommentarer

Spørsmål: I hvilken sammenheng undervisningsopplegget ble brukt.

Undervisningsopplegget ble brukt i forbindelse med at elevene har arbeidet med elektriske felt, magnetisme og blitt introdusert for prinsippet for induksjon (Faradays lov og Lenz regel). De var kjent med høyrehåndsreglene for sammenheng mellom magnetfelt, strøm og kraft.

Tanken min var at de skulle få oppleve noe av det samme som jeg / og sikkert mange av de andre lærerne på Bårdshaug. Tilfredsstillelsen med å finne forklaringer på det en observerte ut fra teori en mer eller mindre kjente fra før, men anvendt i en litt annen og utfordrende setting.

Spørsmål: Hvordan ble eksperimentet/ene utført?

Jeg satte opp alle forsøkene slik det ble gjort på Bårdshaug, la ut plastlommer med forsøksbeskrivelser og kopierte opp et hefte til hver av elevene som de kunne notere og ha med seg hjem i etterkant for å bedre huske hva de hadde gjort (se Oversikt over problemløsningsoppgaver avsnitt 4.1 side 179)

De utførte faktisk 9 forsøk i løpet av en dobbeltime. Det ble litt travelt, men elevene virket meget fornøyd med opplegget, og spurte og diskuterte mye under utførelsene.

Spørsmål: Hva mener du at studentene lærte av eksperimentet/ene?

De fikk god trening i å benytte høyrehåndsreglene for å forklare de monopolare motorene, og de koblete magnetene som roterte på messingstengene. I tillegg fikk de erfare Faradays lov/Lenz regel i praksis i forbindelse med kobberrør og kobberskinne forsøkene.

Den grønne plastfilmen som viste magnetfeltene fungerte også meget bra for å se hvordan magnetene var oppbygd. Bruket begge typer runde magneter - de som var delt på tvers og de som var delt på langs.

Tror egentlig at slik jeg brukte forsøkene så skjedde læringen primært ved at de fikk bekreftet teori de hadde jobbet med tidligere, og ved at prinsippene hadde gyldighet ut over de tradisjonelle forsøkene/eksemplene i læreboka.

Spørsmål: Hvilke kompetansemålene mener du undervisningsopplegget primært skulle oppfylle?

Slik vi jobbet med forsøkene så fylte ikke disse noen av kompetansemålene alene, men var et flott supplement for å gi elevene dypere forståelse av emnene innen magnetisme og induksjon. Motivasjonsmessig var opplegget meget bra og jeg føler og tror at det utfordret kreativiteten til elevene.

Den oppstillingen som kunne vært forbedret, er etter min mening den med spolene og U magneten. Mye plunder med å få tilkoblet strømmen uten at stangen vre seg. Ellers så virket det som om forskjellen i vekt hos de forskjellige spolene, gjorde at utslagene ikke ble like tydelig som en kunne ønsket seg. Det fungerte, men det var litt vanskelig å få forsøket opp å gå og å få elevene til å se sammenhengen mellom antall viklinger i spolen og utslagene.

Men kort sagt jeg var meget fornøyd med opplegget :

Det at elevene har svart litt kort og ikke så veldig reflektert kan skyldes at de fikk veldig dårlig tid på å få skrevet evalueringen i slutten av timene.

Appendiks C Spredning av prosjektresultater

Aktiviteter

Referansegrupper

Prosjektpartnerne foreslo kolleger, politikere, lærere og andre personer som medlem av referansegruppene i hvert land. Referansegruppene kontaktes elektronisk med informasjon om prosjektresultatene, og kan gi nyttige tilbakemeldinger i tillegg til at de informerer om vårt arbeid videre i sine nettverk.

Konferanser og møter

MOSEM-prosjektet ble presentert ved en rekke ulike anledninger, fra mindre lokale møter til store nasjonale og internasjonale konferanser for lærere og lærerutdannere.

Spredningspartnere

Flere av prosjektets partnere ble rekruttert nettopp på grunn av sin evne til å spre prosjektresultatene. De har blant annet publisert artikler om aktivitetene og forsøkene i lærerblader og inkludert prosjektet i oversikter til beslutningstakere over viktige tiltak for å styrke fysikkundervisningen. Vitensentre står sentralt i spredningsaktivitetene ved at de gjennomfører undringsforsøk for lærere og andre.

Materiell

Flere typer materiell ble utviklet med tanke på spredningen, og mye av prosjektets læremateriell er også godt egnet for å tiltrekke oppmerksomheten.

Presentasjoner og postere

Bidragene til de ulike konferansene hvor prosjektet ble presentert er tilgjengelige.

Faktaark

Alle Leonardo-prosjekter skal sende inn et faktaark til nasjonalkontoret. MOSEM-partnere oversatte dette til sine ulike språk, og brukte det til å informere utad.

Hjemmeside

Hjemmesiden for alle prosjektene i SUPERCOMET-familien (supercomet.eu) ble oppdatert med informasjon om MOSEM-prosjektet. Digitale ressurser nevnt overfor kan lastes ned fra prosjektets hjemmeside.

Diskusjonsforum

Lærere som deltok i utprøving og evaluering av MOSEM-materiellet registrerte seg i prosjektforumet (forum.mosem.eu), og dette vil bli brukt etter prosjektet til videre oppfølging og spredning av resultatene også etter at prosjektet er avsluttet.

Videor og animasjoner på nett

Prosjektets egen kanal på YouTube (youtube.mosem.eu) inneholder flere av videoene som er produsert av prosjektet. Læringsmodulene (online.supercomet.eu) med animasjoner får også betydelig oppmerksomhet, og bidrar til å gjøre prosjektet kjent.

Appendiks D Underlag for lærerkurs

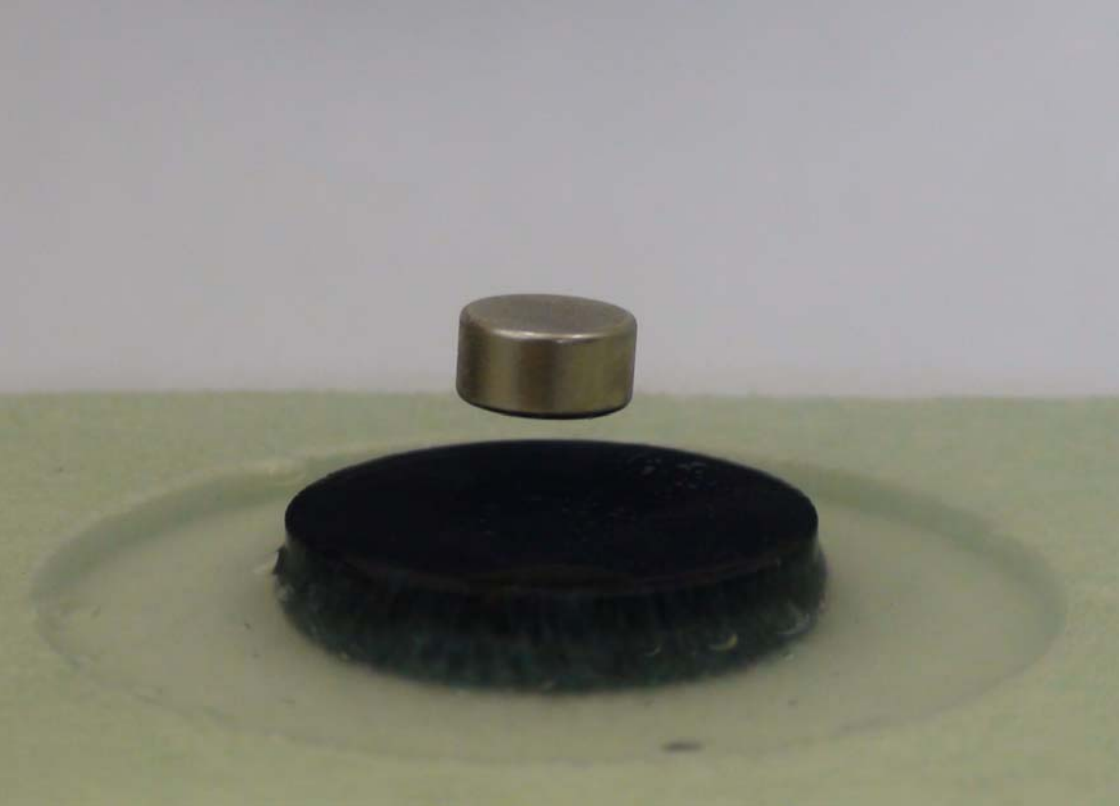
En innledene øvelse i lærerkurset kan være følgende:

Gjennomgå følgende liste av læringsmetoder og gradér dem med hensyn til lærings-effektivitet fra 1 (mest effektiv) til 7 (minst effektiv):

Læringsmetode (aktivitet)	Graden av læringseffektivitet
Lese om et tema	
Arbeide praktisk med et tema	
Høre på forklaringer, se film om et tema	
Forelesning om et tema	
Lære andre om et tema	
Demonstrasjoner knyttet til et tema	
Diskutere et tema i grupper	

Gå sammen i grupper på fire og summer resultatene i gruppa. Sett opp en liste over læringsmetoder fra den minst til den mest effektive metoden.

Øvelsen kan være en innledning til å ha et kritisk blikk på praktisk arbeid i klasserommet.



mosem.eu Resultater & produkter
forum.mosem.eu Nettbasert forum
youtube.mosem.eu Videoer
online.supercomet.eu Animasjoner
supercomet.eu Prosjektinformasjon

