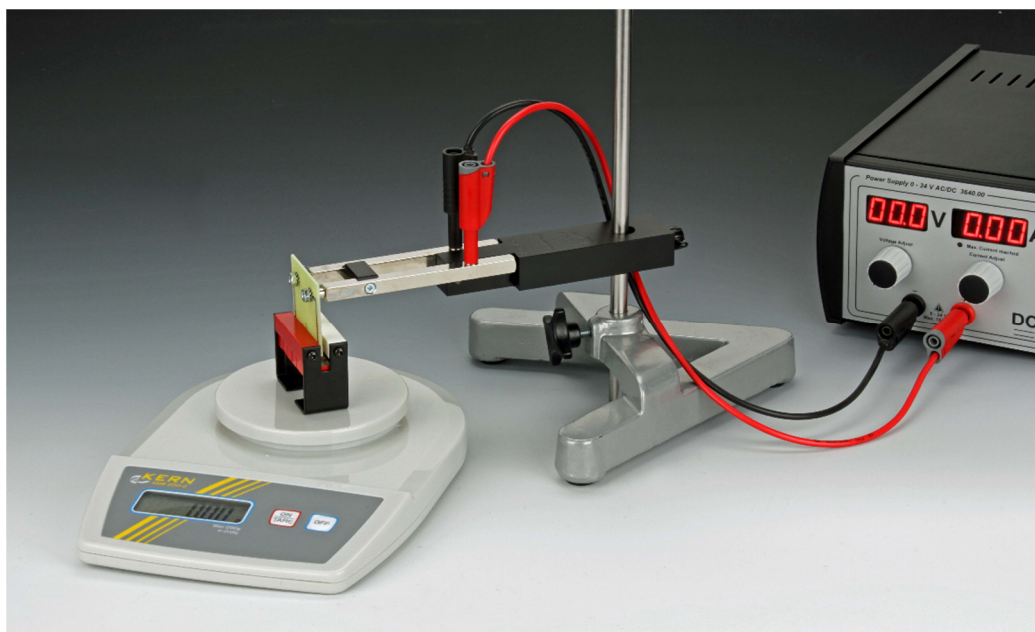


Eksperiment nummer	137230	Emne	Elektromagnetisme		
Version	2017-05-23 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslås til	9-10+ p. 1/4



Formål

Undersøgelse af kraften på en strømførende leder i et magnetfelt.
Eftervisning af det teoretiske udtryk for kraften (Laplace's kraftlov).

Princip

Vi anvender magnetfeltet fra en permanent magnet, som placeres på en vægt. Kraften på magneten er lige så stor som kraften på lederen og modsat rettet denne (aktion = reaktion). Vægtens visning kan derfor bruges til at finde kraften på lederen.



Strømforsyningen 364000

Det korte lederstykke, som bruges i opstillingen, har meget lille modstand og vil derfor stort set fungere som en kortslutning.

Derfor anvendes knappen *Current Adjust* til regulering af strømmen, mens knappen *Voltage Adjust* blot skal være skruet godt op.

Apparatur

(Detaljeret liste på side 4.)

456500 Strømvægt
364000 Strømforsyning
Ledninger
Stativmateriale
Digitalvægt 200 g / 0,01 g

Strømstyrken aflæses på strømforsyningens indbyggede amperemeter.

Anvendes *en anden strømforsyning* end 364000, kan det være nødvendigt at indskyde en modstand mellem strømforsyning og leder. Anvend 1 Ω, 50 W (420505).

Såfremt strømforsyningen ikke har amperemeter, må man desuden anvende et eksternt måleinstrument.

Udførelse

(Jeres lærer vil fortælle, hvilke af de følgende dele, der skal gennemføres.)

1 – Varierende strøm

Sammensæt opstillingen som vist på det store billede på side 1.

Hvis den anvendte vægt er følsom overfor magnetfelter, kan afstanden til magnetsystemet øges med f.eks. en lille klods af flamingoskum.

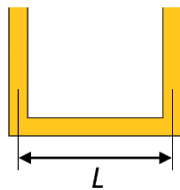
Det lederstykke, der skal måles på, sidder på et stykke printplade, som kan udskiftes. Nogle af disse er dobbeltsidede, så strømmen løber to gange.

Lederholderen (blank metal) kan vippes op, så man kan skifte lederen uden at flytte magnetsystemet.

Begynd med det *enkeltsidede* print, som har *det længste* vandrette lederstykke.

Mål længden (L) af det vandrette stykke.

Juster højden, så lederen sidder lige ud for midten af magnetsystemets polsko.



Skru helt ned for *Current Adjust* og skru halvt op for *Voltage Adjust*. Både voltmeter og amperemeter skal nu stå på 0. Nulstil vægten (knappen *Zero* eller *Tare*.)

Skru op til strømstyrken I er ca. 1 A – aflæs den præcise værdi. Aflæs vægten: m .

Noter de målte data i en tabel som nedenstående.

NB: Hvis vægten viser et negativt tal, noteres strømmen også som negativ.

$L =$		mm
Målt		Beregnet
I / A	m / g	F / mN

Gentag for strømme på ca. 2, 3, 4 og 5 A.

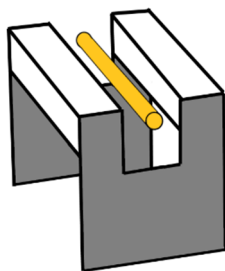
Byt om på ledningerne ved strømforsyningen, så strømmen går den modsatte vej, og mål igen ved fem forskellige strømme. Husk stadig at notere fortegnet.

2 – Kraftens retning

Magnetfeltet går fra magnetens røde nordpol til den hvide sydpol. Strømmen går fra plus til minus.

Tegn en skitse som denne af magnetsystemet og den vandrette del af lederen.

Angiv magnetpolerne og strømmens retning, samt om vægten viser *positivt* eller *negativt* i denne situation.



(De følgende to dele udføres kun, hvis I får besked om det.)

3 – Varierende magnetfelt

Opstilling som i 1. del. Brug det *enkeltsidede* print, som har *det længste* vandrette lederstykke.

Strømmen skal i denne del være ca. 5 A – *noter den nøjagtige værdi* og brug den samme strøm i alle målingerne. Det letteste er at indstille én gang og derefter undlade at røre knappen *Current Adjust*.

I kan slukke og tænde strømmen med *Voltage Adjust*.

Magnetfeltet kan reguleres ved at ændre antallet N af magneter.

Nulstil hver gang vægten, når strømmen er nul, og aflæs den igen med den valgte strøm gennem lederen.

Begynd med alle magneter monteret. Sluk, nulstil, tænd, aflæs.

Fjern en af magneterne fra holderen og fordel de resterende jævnt på holderen. Sluk, nulstil, tænd, aflæs.

Gentag, indtil der kun er 1 magnet tilbage. Noter resultaterne i et skema som dette:

$I =$		A
Målt		Beregnet
N	m / g	F / mN

4 – Varierende længde

Brug samme type opstilling som i del 1. Sæt ledningerne i, så vægten viser positive værdier, når der går strøm.

Strømmen skal i denne del være ca. 5 A – *noter den nøjagtige værdi* og brug den samme strøm for alle lederstykkerne. Det letteste er at indstille én gang og derefter undlade at røre knappen *Current Adjust*.

I kan slukke og tænde strømmen med *Voltage Adjust*.

Mål med alle de enkelsidede printplader og udfyld en tabel som denne:

$I =$		A
Målt		Beregnet
L / mm	m / g	F / mN

Husk at kontrollere nulstillingen af vægten (uden strøm) – hver gang, lederen skiftes ud.

Teori

Når en elektrisk strøm løber i et lederstykke, placeret vinkelret på et magnetfelt, så påvirkes lederen af en kraft, givet ved

$$F = B \cdot I \cdot L ,$$

hvor B er styrken af magnetfeltet, I er strømstyrken, og L er lederstykkets længde.

(Dette udtryk kaldes *Laplace's lov* og er et specialtilfælde af Lorentz' kraftlov.)

Tre specialtilfælde, som vi kan bruge

Hvis B og L er konstante, har vi:

$$F = \text{konstant} \cdot I$$

Hvis I og L er konstante, har vi:

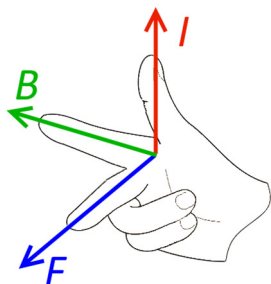
$$F = \text{konstant} \cdot B$$

Hvis B og I er konstante, har vi:

$$F = \text{konstant} \cdot L$$

Retningen af kraften

Retningen af kraften på lederen findes ved hjælp af højrehåndsreglen (figuren). F står vinkelret på både lederen og magnetfeltet.



I jeres fysikbog er der måske nævnt en regel, som hedder *Lillefingerreglen* – den giver samme resultat.

En vægt som kraftmåler

Tyngdekraften på massen m er givet ved

$$F = m \cdot g ,$$

Hvor g er tyngdeaccelerationen.

Vægten viser m , når den påvirkes af kraften F .

Husk reglen om aktion = reaktion: lad os sige, at vægten påvirkes af en kraft på 1 N *nedad* – så påvirkes lederstykket af en kraft på 1 N *opad*.

Pas på *enheder* overalt! Det kan være en fordel konsekvent at omregne til SI-enheder først (dvs. m fremfor cm eller mm, kg i stedet for g, osv.).

Beregninger mv.

Det kan være en fordel at anvende et regneark

Overalt skal den aflæste "vægt" omregnes til en kraft.

1 - Varierende strøm

Afbild kraften som funktion af strømmen i et koordinatsystem. (x-akse: I , y-akse: F)

Tegn den bedst mulige rette linje gennem målepunkterne.

2 - Kraftens retning

Gør rede for retningen af kraften på lederen ud fra skitsen og noterne. Stemmer det med teorien?

(Fortsæt kun, hvis I har lavet del 3 og 4.)

3 - Varierende magnetfelt

Afbild kraften som funktion af antallet af magneter i et koordinatsystem. (x-akse: *antal*, y-akse: F)

Tegn den bedst mulige rette linje gennem målepunkterne og (0,0).

4 - Varierende længde

Afbild kraften som funktion af længden i et koordinatsystem. (x-akse: L , y-akse: F)

Tegn den bedst mulige rette linje gennem målepunkterne og (0,0).

Diskussion og evaluering

Ifølge teoriafsnittet vokser kraften F i takt med strømstyrken I . Stemmer det med jeres resultater?

Kommenter overensstemmelsen mellem teori og observationer i del 2.

De lodrette dele af lederen har vi indtil nu slet ikke omtalt. Hvorfor har de ikke nogen betydning?

(Fortsæt kun, hvis I har lavet del 3 og 4.)

Ifølge teoriafsnittet vokser kraften F i takt med magnetfeltet B .

Stemmer det med jeres resultater? Sammenlign med hvor godt eller dårligt, resultaterne passede i del 1.

Det forudsiges også, at kraften F skal vokse i takt med lederstykkets længde L .

Stemmer det med jeres resultater? Sammenlign med hvor godt eller dårligt, resultaterne passede i del 1 og del 3.

Bonusopgave for de hurtige og dygtige: Find en talværdi for B i del 1 og 4. Er de to værdier ens? Skal de være det?

Noter til læreren

Alle bør kunne gennemføre del 1 og 2.
Lad de dygtigste (og hurtigste) elever fortsætte som de har tid til.

Benyttede begreber

Strømstyrke
Magnetfelt
Kræfter
Aktion = reaktion
Højrehåndsreglen

Matematiske forudsætninger

Lineær sammenhæng
Brug af regneark

Om apparaturet

Strømvægten 456500 specificerer en maksimal strøm på 5 A, men der er ingen problemer i kortvarigt at overskride denne.

For at undersøge, om en given digitalvægt er velegnet til dette eksperiment, prøv følgende:

Lav opstilling som til del 1 i vejledningen.

Nulstil vægten (uden strøm).

Brug en strøm på ca. 5 A; aflæs vægten og vend strømmen uden at ændre dens størrelse. Aflæs igen.

Vægten skal vise nogenlunde det samme begge gange, blot med modsat fortegn. En afvigelse på 1 - 2 % skal man normalt acceptere.

Prøv om nødvendigt at lægge en 2 - 3 cm tyk klods af flamingoskum mellem vægtskålen og magnetsystemet.

En videregående udgave af dette eksperiment (inkl. kraftens vinkelafhængighed) er tilgængelig som eksperiment 137240 *Laplace's kraftlov*.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

456500 Strømvægt

Standard laboratorieudstyr

364000 Strømforsyning
105720 Sikkerhedskabel 50 cm, sort
105721 Sikkerhedskabel 50 cm, rød
000100 Stativfod
000850 Stativstang, 25 cm
102964 Kern vægt 200 g / 0,01 g, eller tilsvarende (102950, 103245, 102905 etc.)

Lineal eller skydelære

Alternative strømforsyninger

Ved brug af strømforsyninger uden strømbegrænsere, forsynes opstillingen som nævnt med en formodstand:

420505 Modstand 1 ohm 50 W 5%
105711 Sikkerhedskabel 25cm, rød

Har strømforsyningen ikke indbygget amperemeter, anbefaler vi dette solide analoge instrument:

381570 Amperemeter

(Bemærk, at billige multimetre ikke altid tåler høje strømme i længere tid.)

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© Frederiksen Scientific A/S

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside.