

Kraften på et lederstykke i et magnetfelt

Teori

Givet et ret lederstykke med længden L , hvori der løber en strøm på I . Hvis lederen befinder sig i et magnetfelt \vec{B} , så vil lederstykket være påvirket af en kraft givet ved

$$(1) \quad \vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}$$

hvor \vec{L} er en vektor med længden L med retning parallel med lederstykket og rettet i strømmens retning. Strømstyrken I regnes altid positiv. Det bemærkes, at da højresiden i (1) er et krydsprodukt, er kraften *vinkelret* på såvel lederen som på B -feltet. Retningen vil være sådan, at $(\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$ udgør en højreskrue. Man får direkte af (1), at hvis vinklen mellem lederen og B -feltet kaldes for θ , så er kraftens størrelse givet ved

$$(2) \quad F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin(\theta)$$

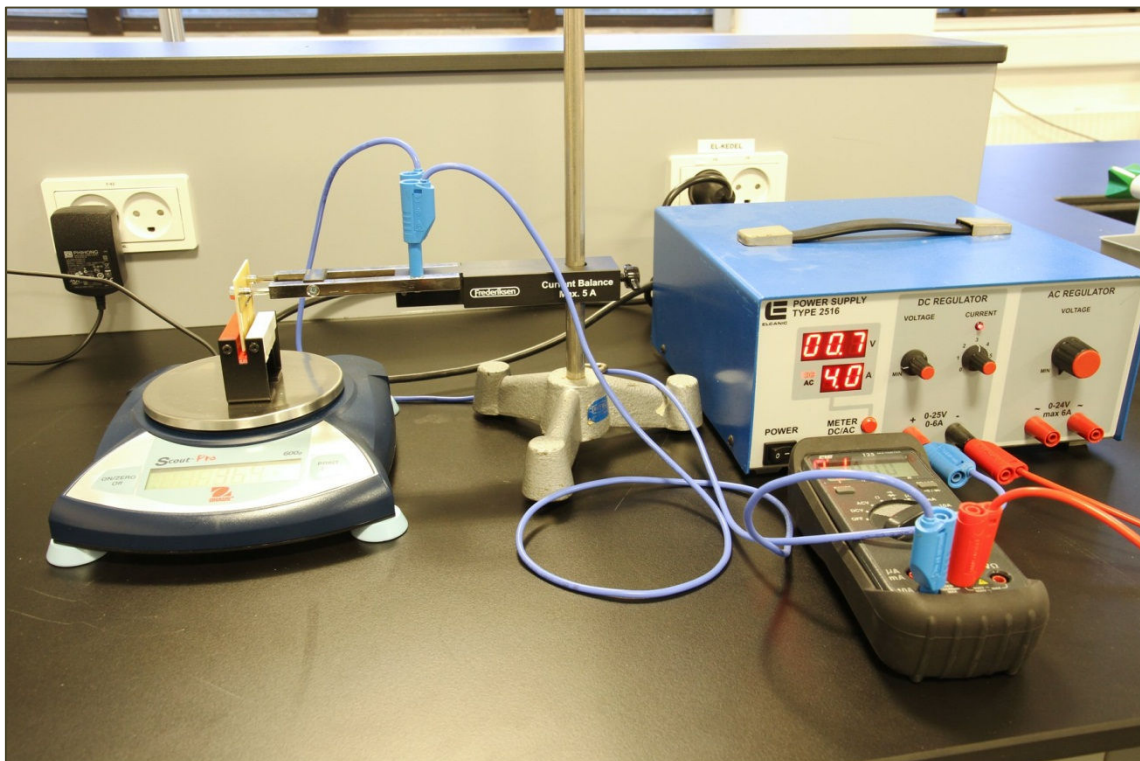
Hvis specielt lederen er vinkelret på B -feltet, så bliver (2) til:

$$(3) \quad F = B \cdot I \cdot L$$

Nu til selve formålet med øvelsen.

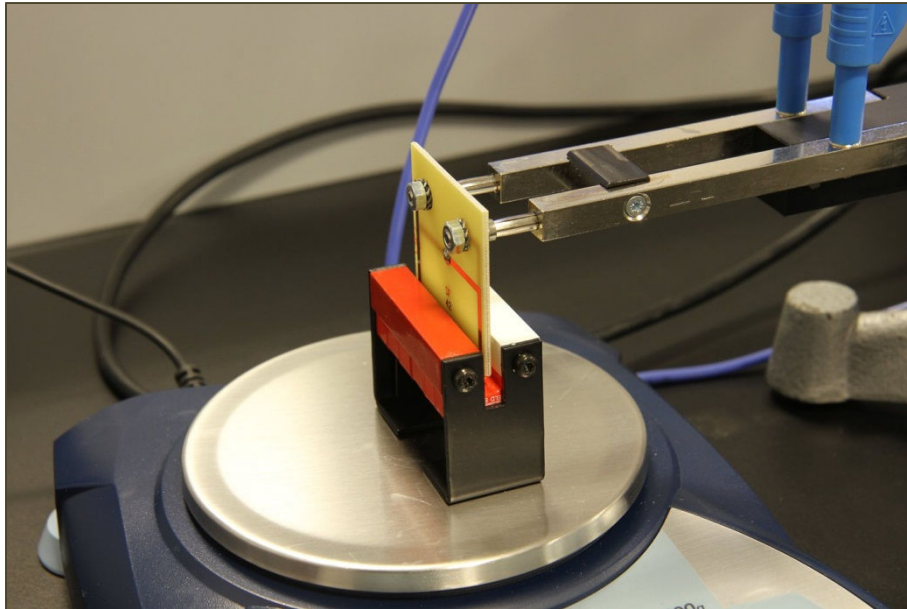
Formål

Øvelsens formål er at eftervise udtrykket for kraften (3) i tilfældet, hvor lederen er vinkelret på B -feltet. Da der er tre størrelser på højre side i (3), gennemfører vi tre delforsøg, hvor vi i hvert delforsøg holder den ene af størrelserne konstant. I hvert delforsøg fås der sammenhørende værdier af to størrelser og der tegnes passende grafer.



Delforsøg 1 (Strømstyrken I varierer)

Anbring holderen med vippearms i et stativ. Sæt to bananledninger i stikbenene på vippearmen og tilslut ledningerne til jævnstrømsudtaget fra en strømkilde. Sæt eventuelt et amperemeter imellem for at kunne aflæse strømstyrken mere nøjagtigt end på selve strømkilden. Sørg for, at der er skruet helt ned for strømmen. Hele situationen er vist på billedet på forrige side. Tag dernæst strømkredsen med størst længde, altså den der er mærket SF42, og sæt den i enden af holderens vippearms, som vist på billedet herunder.



Dernæst skal bruges en vægt med en nøjagtighed på 0,01 gram. Her er en 600 g vægt fra O'Haus et godt valg. Stil holderen med alle seks permamagneter på vægten og sørg for at pladen med strømkredsen er justeret, så den nederste vandrette del af strømkredsen befinder sig i det homogene magnetfelt i magneternes gab. Det skal være sådan, at strømkredsen hverken rammer siderne eller bunden af gabet. Nulstil nu vægten, mens strømkredsen er i gabet, og der er skruet helt ned for strømmen. Når der skrues op for strømmen, vil vægtens visning herefter ændre sig, fordi magnetfeltet vil påvirke den del af strømkredsen, der befinder sig i gabet, med en kraft. Da strømkredsen ikke kan bevæge sig, vil vægten i stedet blive tynget ned ifølge Newtons 3. lov om *aktion og reaktion*. Hvis vægten viser en negativ værdi, bør du lige bytte rundt på ledningerne *eller* vende holderen med magneterne 180 grader, så vægten kommer til at vise en positiv værdi. Vægtens værdi kan nemt oversættes til en kraft via sammenhængen $F = m \cdot g$.

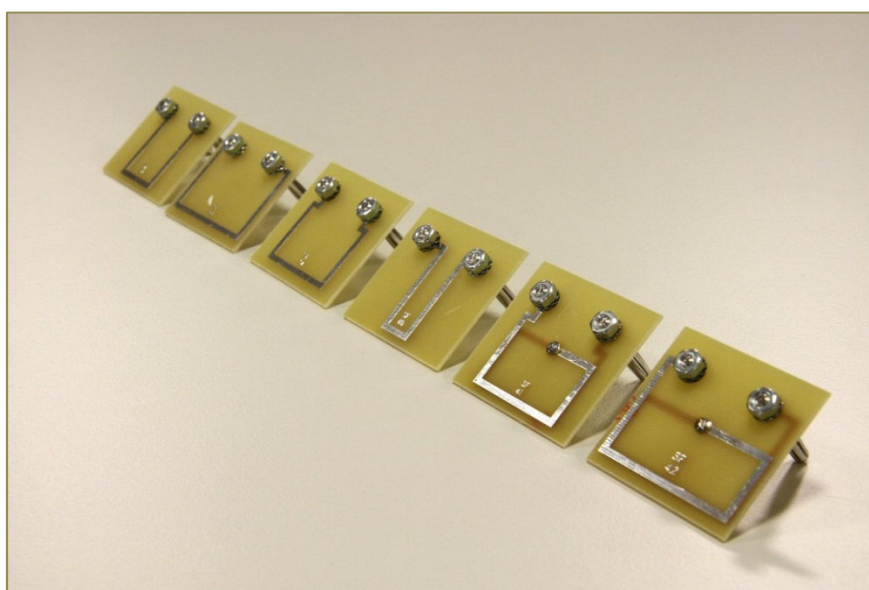
Vi er nu klar til at foretage målingerne: Indstil strømstyrken I på en passende række værdier mellem 0A og 4,0 A og aflæs i hvert tilfælde vægtens visning m . Dermed kan man hurtigt bestemme sammenhørende værdier af I og F . Afbild F som funktion af I i Logger Pro. Giver det den sammenhæng, som teorien forudsiger?

Delforsøg 2 (ledningslængden L varierer)

Samme opstilling som under delforsøg 1. I stedet for at variere strømstyrken, skal vi dog her variere længden L af ledningen. Det gøres i praksis ved, at vi har seks plader

med strømkredse til rådighed. Man skal her bemærke, at det kun er den del af kredsen, som er vandret og befinder sig i magnetgabet, der bidrager til en lodrettet kraft. Bemærk desuden at nogle af kredsene også har ledninger på bagsiden, og de tæller naturligvis også med. De seks kredse har længder, der fremgår af nedenstående tabel:

Strømkreds	Længde L (cm)
SF40	1,2
SF37	2,2
SF39	3,2
SF38	4,2
SF41	6,4
SF42	8,4

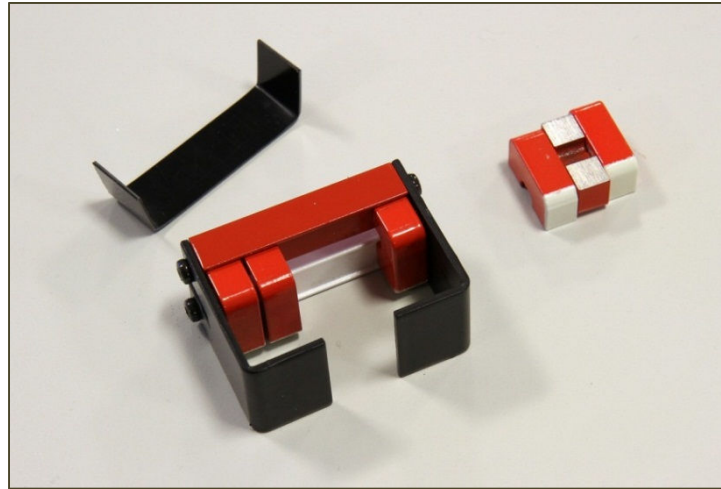


Sæt strømstyrken på værdien 2,0 A i alle målinger. For hver strømkreds, der isættes vippeholderen, måles vægtens visning. Efter i hvert tilfælde at have oversat vægtens visning til en kraft, haves seks sammenhørende værdier af længden L og kraften F . Afbild F som funktion af L i Logger Pro. Passer sammenhængen med teorien?

Delforsøg 3 (Magnetfeltets styrke B varieres)

Vælg strømkredsen SF42 med den største længde som den faste kreds i dette delforsøg. Strømstyrken sættes på den konstante værdi 2,0 A. Magneten, der befinder sig i magnetholderen, består af 6 små magneter, der hver især kan tages ud. Derved kan man lave forsøg med forskellige magnetfeltstyrker. For hver opstilling måles magnetfeltstyrken med en hallsonde. Her kan man passende bruge et apparat fra NEVA (se næste side) med en Hallsonde tilsluttet. En Hallsonde er en lille flad kreds siddende på en stang. Den lille kreds skal anbringes i magnetfeltet, så den flade side er parallel med magnetfeltgabet. For at aflæse magnetfeltstyrken skal man benytte et voltmeter. 1 Volt oversættes her til 0,1 T. Før man starter måleserien, bør man lige anbringe Hallsonden i *Zero Gauss Chamber* og skrue på den grønne knap på apparatet fra NEVA, så voltmeteret viser så tæt på 0 som muligt. Så er apparatet nulstillet.

Aflæs for hver kombination af magneter - dvs. for henholdsvis 1, 2, 3, 4, 5 og 6 småmagneter siddende i holderen – vægtens visning og magnetfeltstyrken i gabet. Herved kan man få sammenhørende værdier af magnetfeltstyrken B og kraften F . Afbild F som funktion af B i Logger Pro. Passer sammenhængen med teorien?



Hallsonden skal anbringes i magnetgabet, så den flade side er parallel med gabet

