

Vaja 44: Sila na vodnik v magnetnem polju

Matevž Demšar

21. april 2024

Povzetek. Če skozi vodnik v magnetnem polju teče električni tok, nanj deluje magnetna sila. To lahko med drugim izkoristimo za merjenje gostote magnetnega polja.

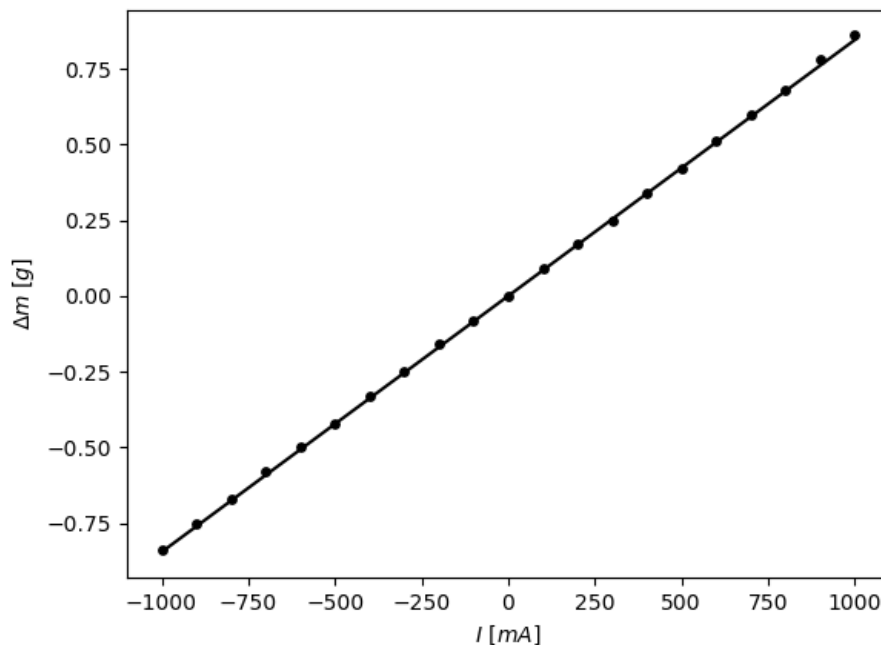
Uvod. Pri merjenju gostote magnetnega polja si bomo pomagali s formulo

$$F = BIl,$$

v kateri F predstavlja silo na vodnik, B gostoto magnetnega polja, I električni tok skozi vodnik, l pa dolžino tistega dela vodnika, ki je v magnetnem polju. Vajo bomo izvedli tako, da bomo skozi vodnik spuščali različno velike tokove in s tehtnico merili navidezno spremembo mase. Ta bo seveda enaka $m = F/g$, tako da bi bila na Luni ta navidezna sprememba mase šestkrat manjša.

Meritve. Najprej moramo izmeriti dolžino vodnika in le-tega postaviti v magnetno polje podkvastega magneta. Magnet postavimo na elektronsko tehtnico in to nastavimo na nič. Nato skozi vodnik poženemo tok in odčitamo spremembo mase magneta (kajti vodnik deluje na magnet z nasprotno enako silo kot vodnik na magnet). Meritev ponovimo večkrat pri različnih velikostih toka, nato pa tok poženemo še v nasprotno smer.

I [mA]	Δm [g]
-1000	-0,84
-900	-0,75
-800	-0,67
-700	-0,58
-600	-0,50
-500	-0,42
-400	-0,33
-300	-0,25
-200	-0,16
-100	-0,08
0	0
100	0,09
200	0,17
300	0,25
400	0,34
500	0,42
600	0,51
700	0,60
800	0,68
900	0,78
1000	0,86
l	2,02 cm



Slika 1: Graf $\Delta m(I)$. Koeficient premice, ki jo prilagodimo meritvam, ustreza vrednosti $\frac{Bl}{g}$.

Izračuni. Na podlagi meritev in grafa na Sliki 1 lahko izračunamo gostoto magnetnega polja B .

$$\begin{aligned}\frac{Bl}{g} &= 8,5 \times 10^{-4} \text{ kg/A} \\ B &= 0,41 \text{ kg/As}^2\end{aligned}$$

Ocena napake. Do napake je lahko prišlo pri odčitavanju toka, merjenju spremembe mase in risanju grafa. Pythonova knjižnica *scipy.optimize* slednjo ocenjuje na manj kot $10^{-9}\%$.

$$\begin{aligned}\Delta l &= 0,01 \text{ cm} \\ \Delta I &= 5 \text{ mA} \\ \Delta(\Delta m) &= 0,01 \text{ g}\end{aligned}$$

Iz ocenjenih merskih napak lahko izračunamo pričakovano napako vrednosti B .

$$B = 0,41 \text{ T} \pm 0,07 \text{ T}$$

Zaključek. Izmerjena vrednost $B = 0,41 \text{ T}$ po redu velikosti ustreza jakosti magnetnega polja okoli močnejših (komercialno dostopnih) magnetov.