

Vaja 44 - SILA NA VODNIK V MAGNETNEM POLJU

Jure Kozamernik

17. april 2022

1 Uvod

Na vodnik, ki leži v homogenem magnetnem polju pravokotno na smer silnic, deluje sila, ki je sorazmerna s tokom I skozi vodnik in z dolžino l vodnika v polju:

$$F = BIl. \quad (1)$$

Sorazmernostni koeficient B je gostota magnetnega polja. Magnetni pretok ϕ_m okvir, ki je pravokoten na silnicah, je v homogenem polju enak produktu:

$$\phi_m = BS, \quad (2)$$

kjer je S ploščina okvirja. Enota B je $T(esla) = Vs/m^2$, enota ϕ_m pa Vs .

1.1 Potrebščine

1. Občutljiva tehtnica z magnetom,
2. stojalo s prečko,
3. usmernik 20 V, 4 A,
4. ampermeter.
5. reostat, 6. 4 žice.

1.2 Naloga

1. S tehtanjem pokaži, da je sila na vodnik sorazmerna s tokom.
2. Določi gostoto magnetnega polja in magnetni pretok med poloma magneta!

1.3 Vprašanja

1. Kako je sila na vodnik odvisna od kota, ki ga oklepata smeri polja in toka? Kakšna je smer sile?
2. Tehtnica silo preračuna v maso. Kaj bi taka tehtnica pokazala, če bi poskus izvajali npr. na Luni, kjer je $g = 1,6 \text{ m/s}^2$?

1.4 Meritve

i	$I[mA]$	$m[g]$	$-I[mA]$	$-m[g]$
0	1,350	0,99	0,00	-0,15
1	1,276	0,92	0,043	-0,18
2	1,129	0,79	0,113	-0,25
3	1,033	0,70	0,220	-0,34
4	0,900	0,58	0,320	-0,42
5	0,817	0,51	0,420	-0,51
6	0,715	0,42	0,510	-0,59
7	0,605	0,33	0,621	-0,68
8	0,497	0,23	0,716	-0,76
9	0,395	0,15	0,814	-0,85
10	0,313	0,08	0,913	-0,93
11	0,208	0,00	1,058	-01,11
12	/	/	1,121	-1,2
13	/	/	1,239	-1,32
14	/	/	1,367	-1,45

1.5 Obdelava meritev

Na grafu 1a so predstavljene meritve iz tabele 1a, skupaj s premico, ki se najboljše prilega meritvam in ima strmino $k_1 = 9.94 \cdot 10^4 \text{ g/mA}$. Na grafu 1b pa so predstavljene meritve iz tabele 1b, premica, ki se najboljše prilega tem meritvam pa ima strmino $k_2 = 9.46 \cdot 10^4 \text{ g/mA}$.

Odvisnost med tokom in maso ustreza tudi enačbi (1) iz česar sledi:

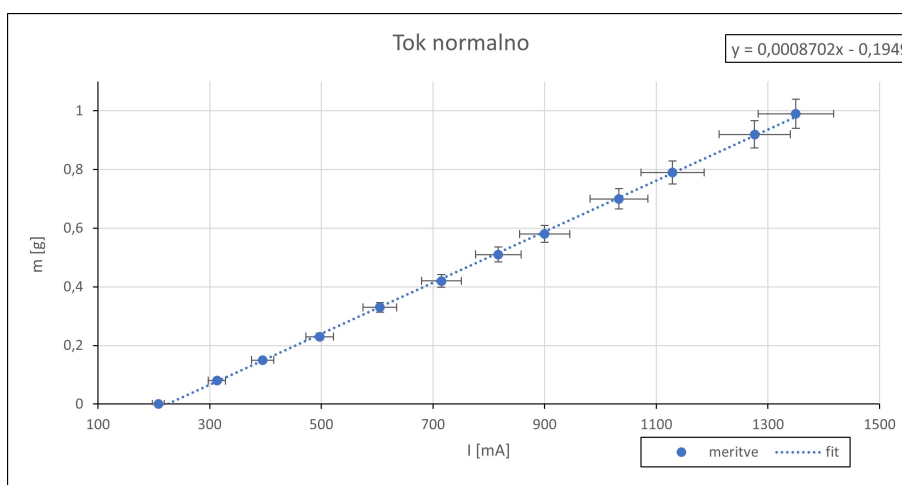
$$m = \frac{BI}{g}l, \quad k = \frac{BI}{g}l \quad (3)$$

Gostoto magnetnega polja lahko torej izračunamo s pomočjo enačbe (4), pri čemer je $k = \frac{k_1 k_2}{2} = 9,04610^4 \text{ g/mA}$.

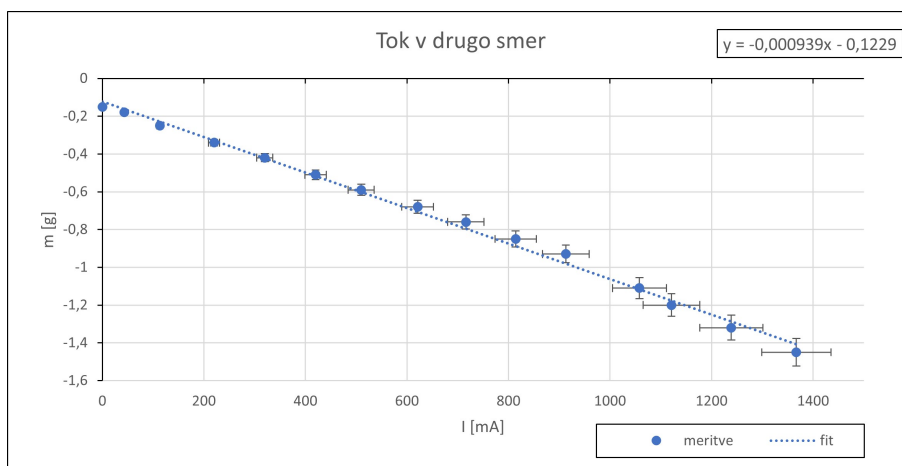
$$B = \frac{gk}{l} = (0,44 \pm 0.01)T \quad (4)$$

Magnetni pretok pa izračunamo po enačbi (2) pri čemer je S presek magneta.

$$\phi_m = BS = (8,87 \times 10^{-4} \pm 0,2 \times 10^{-4})Vs \quad (5)$$



(a) tok v eno smer



(b) tok v drugo smer

Slika 1: grafa mase m v odvisnosti od toka I

2 Analiza rezultatov

S tehtanjem smo uspešno pokazali, da je sila na vodnik v magnetnem polju sorazmerna s tokom, pri čemer zamenjava smeri toka skozi vodnik spremeni smer sile, ki deluje na vodnik v magnetnem polju. Vektorsko povezavo med silo, tokom in gostoto magnetnega polja opisuje enačba (6).

$$F = BIl \quad (6)$$

Enačba (7) pa prikazuje identično odvisnost, le da vektorsko povezavo nadomesti ϕ , ki označuje kot med smerjo toka in smerjo magnetnega polja.

$$F = BIl \sin \phi \quad (7)$$

Če bi poskus izvajali na Luni, bi bili rezultati popolnoma enaki. Tehnica bi še zmeraj prikazovala enako maso. Kljub temu da je gravitacijski pospešek na Luni manjši bi v enačbi (4) še zmeraj morali vzeti $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, saj dejansko ne gre za silo teže ampak samo za faktor, ki ga tehnica uporabi za preračun iz sile v maso.