

Elektronska spinska resonanca

Martin Šifrar

6. februar 2023

1 Naloga

1. Z vzorcem DPPH kot merjencem določi g-faktor prostega elektrona in razmerje B_0/ν .
2. Izmeri širino absorpcijske črte.

2 Meritve

Z osciloskopom neposredno izmerimo frekvenco regenerirajočega oscilatorja

$$\nu_0 = (69.4 \pm 0.2) \text{ Hz.}$$

Naprej uporabimo fazni detektor, ki z množenjem in odstranitvijo visoke nosilne frekvence meri napetost, sorazmerno odvodu absorpcijskega spektra. Po različnih magnetnih gostotah B_0 (merimo tok skozi večjo tuljavo) pomerimo odvod spektra. Meritve so prikazane na sliki 1 zgoraj.

Zanima nas povprečje in širina absorpcijske črte, ki jo definiramo kar kot razdaljo med ekstremoma odvoda¹ Na meritve odvoda prilagodimo odvod Gaussove z dvema prostima parametroma

$$f(x) \propto (x - \mu)e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2},$$

z dodatnim pogojem enotske L^2 norme. Kot vidimo na sliki 1 zgoraj, so repi izmerjenega spektra predebeli za tako obliko, katere repi padajo z e^{-x^2} . Zato prilagodimo še odvod funkcije, katere repi padajo z e^{-x} . Ena taka funkcija je

$$g(x) \propto \frac{\sinh(x/a)}{\cosh^2(x/a)},$$

spet z enotsko L^2 normo. Kot vidimo na sliki 1 in v tabeli 1, ta funkcijska oblika nekoliko bolje razloži naše meritve, kot to vidimo v deležu nerazložene variance.

Dobljene sredinske vrednosti in širine absorpcijske črte v enotah toka pretvorimo v magnetno gostoto. Pri tem uporabimo diagonalo tuljave, kar nam doprinese precej veliko napako.

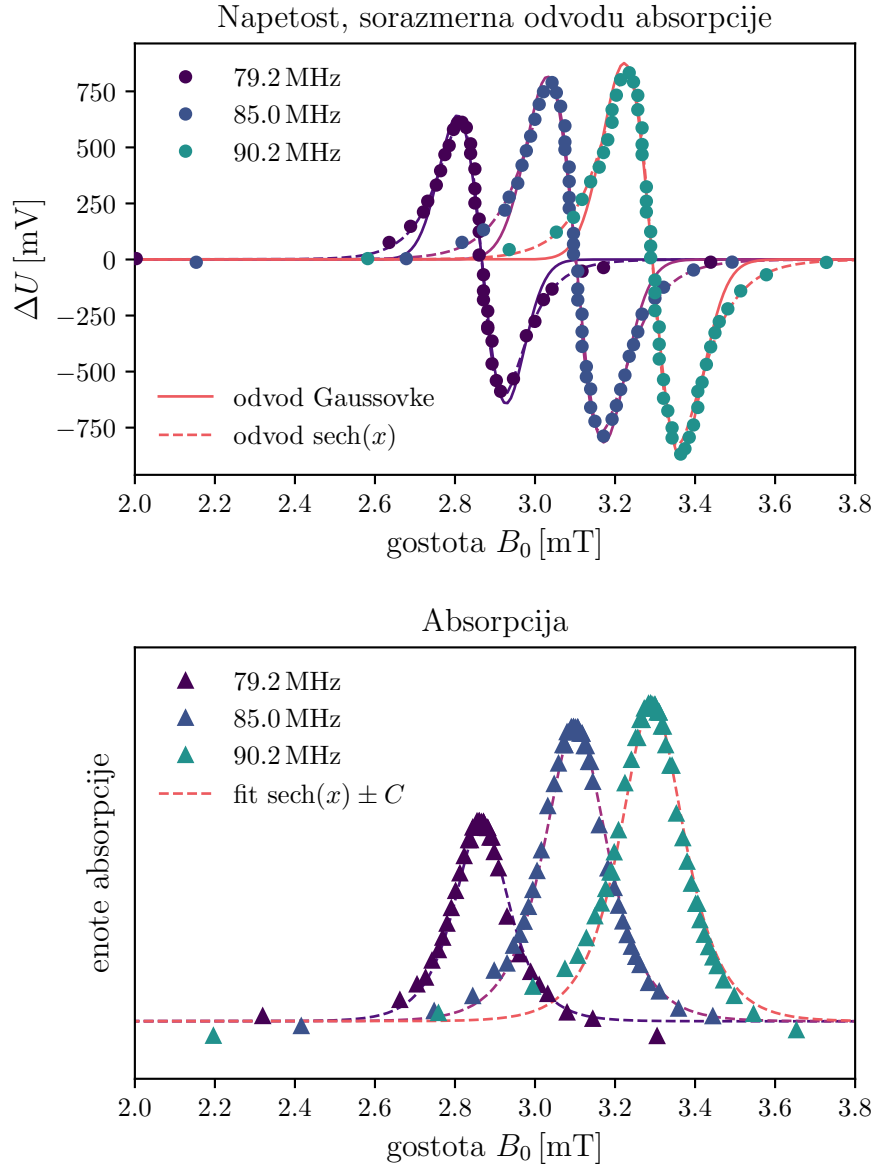
Z dobljenimi vrednostmi B_0 za tri različne frekvence (tabela 2), lahko narišemo sliko 2 in skozi točke prilagodimo premico, katere naklon je $k = B_0/\nu$, njegov inverz pa

$$\frac{\nu}{B_0} = (26 \pm 3) \text{ GHz/T.}$$

¹Za odvod Gaussove je to kar 2σ .

ν [MHz]	d_{minmax} [mV]	d_{Gauss} [mV]	nerazložena Var	d_{sinh} [mV]	nerazložena Var
79.2 ± 0.2	9.0	11.3 ± 0.2	2.5%	10.0 ± 0.2	1.1%
85.0 ± 0.2	12.0	13.2 ± 0.2	1.5%	11.7 ± 0.1	0.8%
90.2 ± 0.2	12.0	13.2 ± 0.2	1.6%	11.8 ± 0.2	0.8%

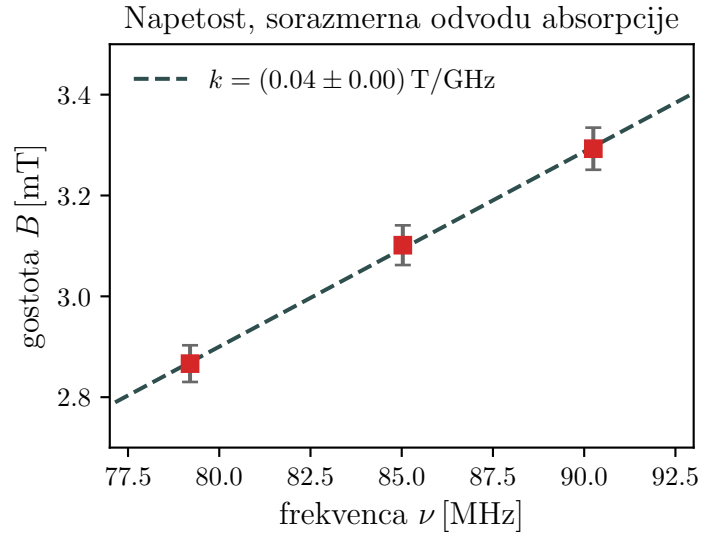
Tabela 1



Slika 1: Odvisnost $\Delta U(B_0)$ (zgoraj) in njen integral (spodaj), ki je sorazmeren z absorpcijo valovanja v vzorcu. Povezane črte predstavljajo funkcije, prilagojene na meritve odvoda spektra. Na spodnji sliki je prikazan integral meritev, dodatno premaknjen za konstanto, ki se najboljše ujema z integralom funkcije, prilagojene na meritve v zgornji sliki.

ν [MHz]	B_0 [mT]	d [mT]
79.2 ± 0.2	2.9 ± 0.1	0.107 ± 0.005
85.0 ± 0.2	3.1 ± 0.1	0.126 ± 0.005
90.2 ± 0.2	3.3 ± 0.1	0.126 ± 0.005

Tabela 2



Slika 2: Odvisnost gostote B_0 z največjo absorpcijo v odvisnosti od frekvence.

Inverz naklona ν/B_0 je iz osnovne lastnosti sistema kar $g\eta_B/h$, iz česar izračunamo giromagnetno razmerje

$$g = (1.8 \pm 0.2) \text{ GHz/T}$$