

# Elektronska spinska resonanca

Martin Šifrar

6. februar 2023

## 1 Naloga

1. Z vzorcem DPPH kot merjencem določi g-faktor prostega elektrona in razmerje  $B_0/\nu$ .
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 odvoda<sup>1</sup> Na meritve odvoda prilagodimo odvod Gaussovke 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 funkcionalna 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

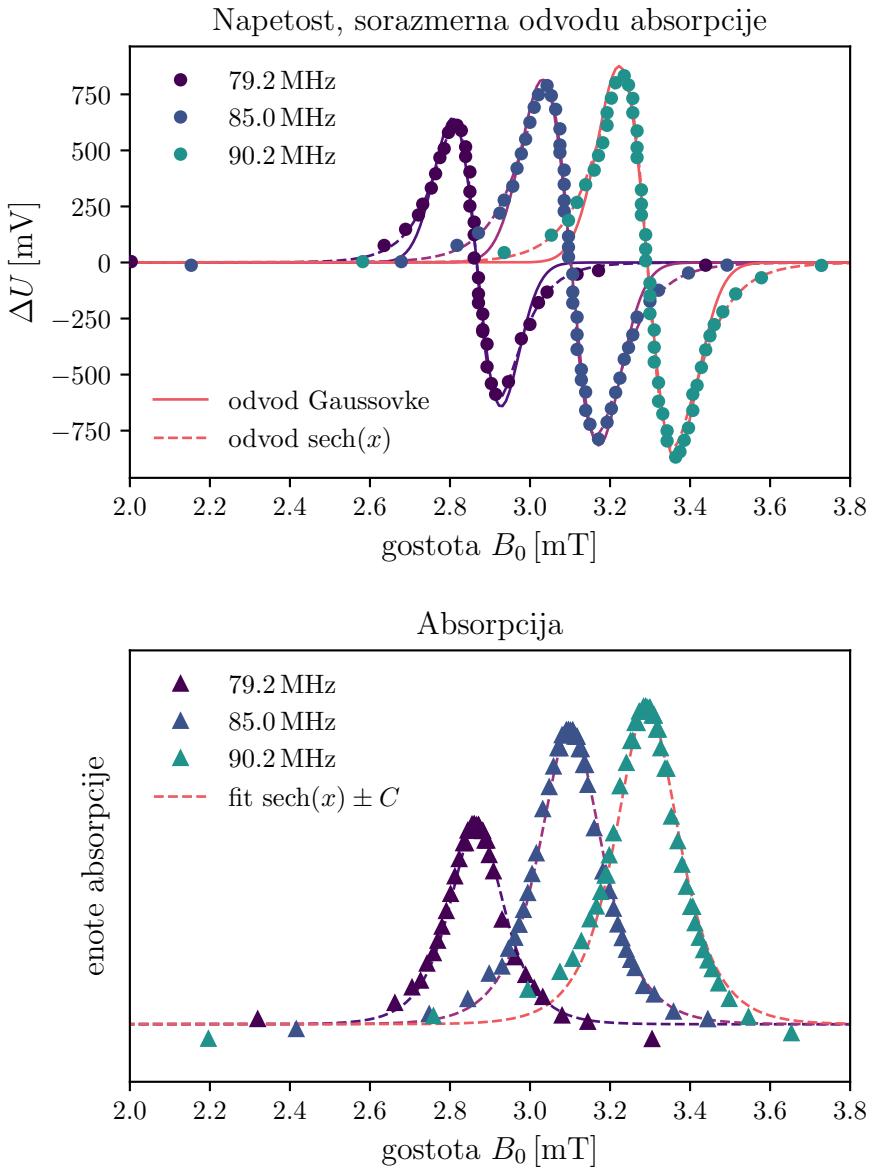
$$\frac{\nu}{B_0} = (26 \pm 3) \text{ GHz/T}.$$

---

<sup>1</sup>Za odvod Gaussovke je to kar  $2\sigma$ .

$\nu$ [MHz]	$d_{\min\max}$ [mV]	$d_{\text{Gauss}}$ [mV]	nerazložena Var	$d_{\sinh}$ [mV]	nerazložena Var
$79.2 \pm 0.2$	9.0	$11.3 \pm 0.2$	2.5%	$10.0 \pm 0.2$	1.1%
$85.0 \pm 0.2$	12.0	$13.2 \pm 0.2$	1.5%	$11.7 \pm 0.1$	0.8%
$90.2 \pm 0.2$	12.0	$13.2 \pm 0.2$	1.6%	$11.8 \pm 0.2$	0.8%

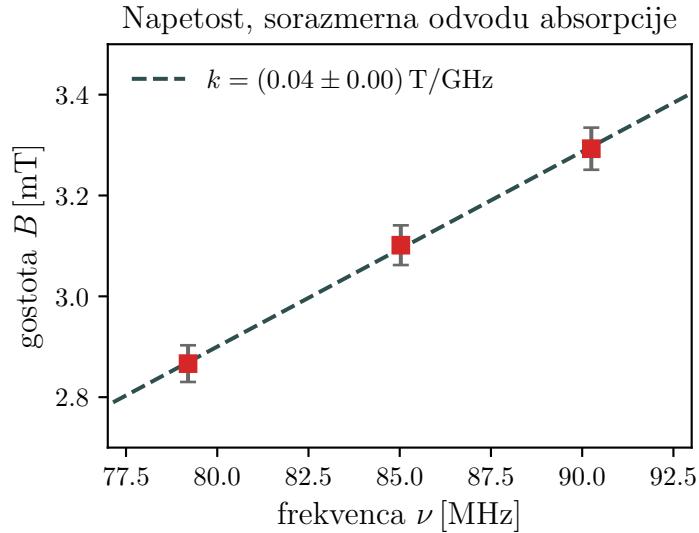
Tabela 1



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 meritov, dodatno premaknjen za konstanto, ki se najbolje ujema z integralom funkcije, prilagojene na meritve v zgornji sliki.

$\nu$ [MHz]	$B_0$ [mT]	$d$ [mT]
$79.2 \pm 0.2$	$2.9 \pm 0.1$	$0.107 \pm 0.005$
$85.0 \pm 0.2$	$3.1 \pm 0.1$	$0.126 \pm 0.005$
$90.2 \pm 0.2$	$3.3 \pm 0.1$	$0.126 \pm 0.005$

Tabela 2



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

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

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