

Elektronska spinska resonance

Fizikalni Praktikum V

Matevž Demšar

20. 12. 2025

1 Uvod

V zunanjem magnetnem polju ima lahko magnetno polje elektrona dve možni orientaciji, in sicer paralelno ali antiparalelno s poljem. Razlika energij med tema stanjema je enako

$$\Delta E = g\mu_B B_0 = h\nu$$

Ker poznamo Bohrov magneton $\mu_B = e\hbar/2m_e = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J/T}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ lahko izmerimo Landejev faktor kot

$$g = \frac{h}{\mu_B} \frac{\nu}{B_0}$$

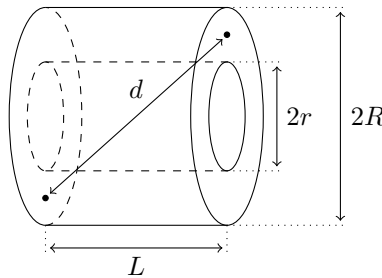
2 Meritve

Dimenzije tuljave. Iščemo razmerje ν/B_0 , za katerega pričakujemo, da je konstantno. Pri tem je B_0 magnetno polje tuljave

$$B_0 = \frac{N\mu_0}{d} I$$

Spremenljivka d označuje diagonalo tuljave, ki jo izračunamo s pomočjo skice na sliki 1:

Izmerimo dimenzije tuljave:



Slika 1: Diagonalo tuljave izračunamo s Pitagorovim izrekom, in sicer je $d^2 = L^2 + (\frac{1}{2}(2R + 2r))^2$.

$$R = (8,6 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$r = (4,80 \pm 0,01) \text{ cm}$$

$$L = (18,3 \pm 0,2) \text{ cm}$$

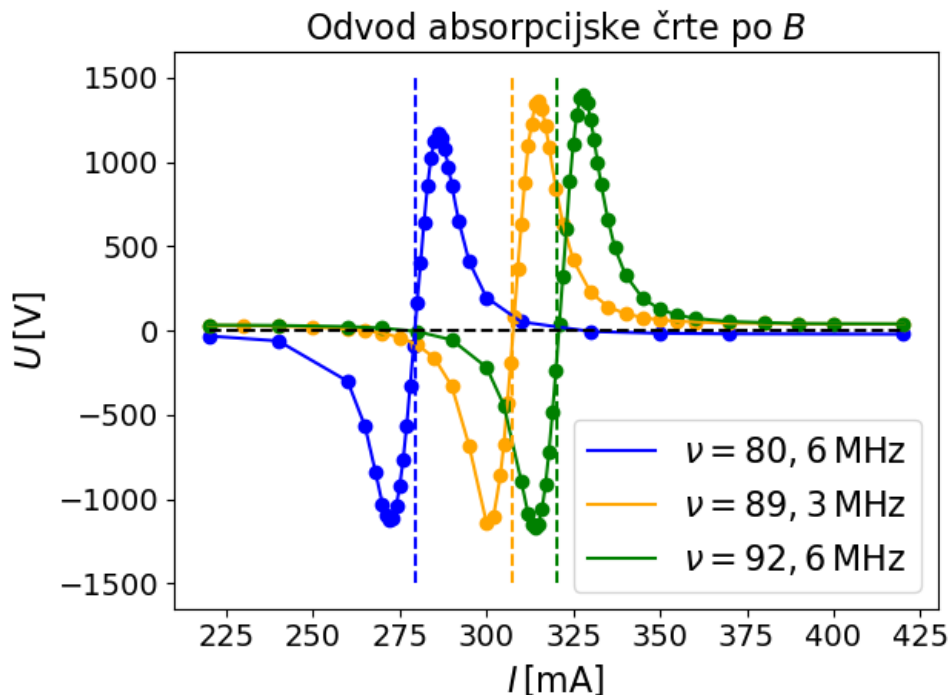
Tako dobimo dolžino diagonale tuljave:

$$d = (22,7 \pm 0,3) \text{ cm}$$

Kar pomeni, da je razmerje B_0/I enako:

$$\frac{B_0}{I} = (8,7 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}$$

Odvod absorpcijske črte po B. Da določimo $B_0(\nu)$, pri več različnih frekvencah ν s faznim detektorjem izmerimo odvod absorpcijske črte po B . Odcenimo tok, pri katerem je vrednost najbližja 0 - to je naša vrednost I_0 . Na podlagi meritev izračunamo odvisnost $I_0(\nu)$ (pričakujemo, da je ta linearna). Relevantna grafa najdemo na slikah 2 in 3. Za dane krivulje imamo



Slika 2: Tok I_0 določimo kot točko, v kateri ima vrednost odvoda absorpcijske črte (ki je sorazmeren z U) vrednost 0. Predvidevamo, da imamo pri vrednosti toka napako največ ± 0.5 mA, pri vrednosti frekvence pa največ ± 0.1 MHz.

ν [MHz]	I_0 [mA]	B_0 [mT]	ν/B_0 [GHz/T]	g
80,6	279,5	$2,94 \pm 0,05$	$27,4 \pm 0,5$	$1,95 \pm 0,04$
89,3	307,5	$3,24 \pm 0,06$	$25,6 \pm 0,5$	$1,97 \pm 0,04$
92,3	320,5	$3,37 \pm 0,06$	$27,4 \pm 0,5$	$1,96 \pm 0,04$

Podatke narišimo na graf $B_0(\nu)$ na sliki 2, od koder bomo lahko g določili še z linearnim fitom. Preostane le še izračun:

$$g = \frac{h}{\mu_B} \frac{1}{k}$$

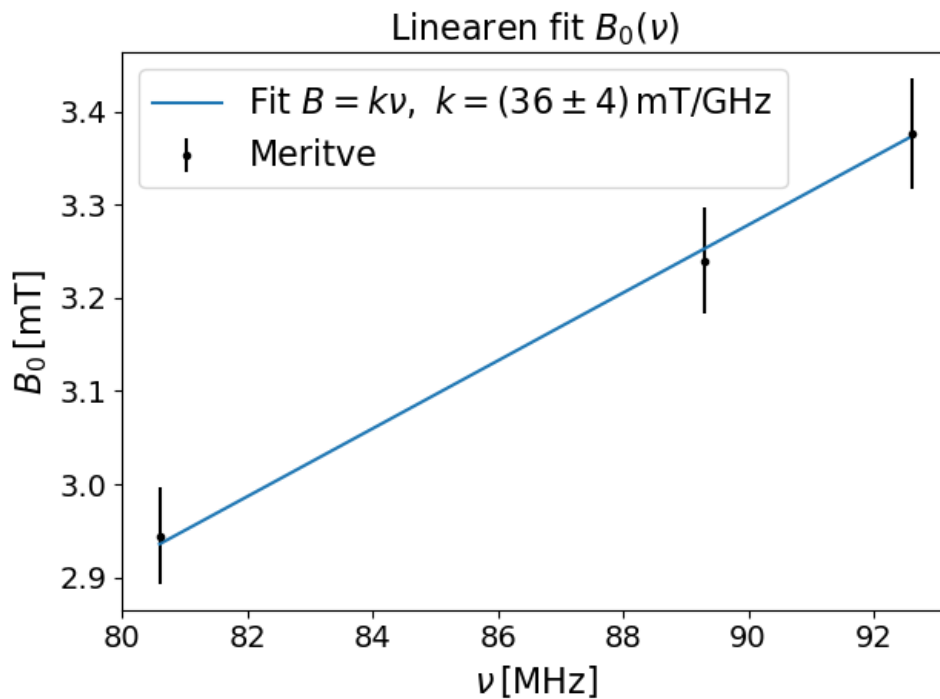
Če je k koeficient premice $B_0(\nu)$ na sliki 3, dobimo

$$g = 1.96 \pm 0.02$$

Širina absorpcijske črte. Širino absorpcijske črte vidimo kot razliko med ekstremoma odvoda absorpcijske črte po B (graf odvoda najdemo na sliki 2).

$$\begin{aligned} \nu = 80,6 \text{ MHz} & \quad \Delta B = (0.14 \pm 0.01) \text{ mT} \\ \nu = 89,3 \text{ MHz} & \quad \Delta B = (0.15 \pm 0.01) \text{ mT} \\ \nu = 92,6 \text{ MHz} & \quad \Delta B = (0.14 \pm 0.01) \text{ mT} \end{aligned}$$

Videti je, da je ΔB neodvisna od frekvence (če odvisnost obstaja, pa je na tej skali nismo opazili).



Slika 3: Z linearnim fitom dobimo $B_0 = (36 \pm 4) \frac{\text{T}}{\text{GHz}} \cdot \nu$, kar nam da razmerje ν/B_0 , ki ga potrebujemo za izračun koeficienta g .

3 Rezultati in zaključek

Dobili smo

$$g = 1.96 \pm 0.04$$

$$\Delta B = 0.14 \pm 0.01 \text{ mT}$$

Izmerjeni g se ne sklada z znano vrednostjo $g = 2$, vendar je odstopanje v okviru merske napake.