

Lösningsförslag

Koppla multimetern över utgångarna på lådan med fotodioden och ställ in läget 20 V likström. Koppla på batterierna på förstärkarkretsen och slå på lysdioden. Sätt in fiberns ändrar i hålen vid fotodioden respektive lysdioden och justera dem så att ett starkt och stabilt utslag på multimetern uppnås.

Mät upp olika diametrar på tratten med skjutmättet och markera på tratten med märkpennan de diametrar som ska mätas. Ett lämpligt intervall mellan diametrarna är cirka 5 mm, då mindre intervall skulle motsvara en höjdskillnad på tratten som är mindre än felmarginalen för fiberns placering. Linda sedan fibern runt tratten vid markeringarna och anteckna spänningen som mäts från multimetern. En sådan mätserie visas i tabell 1. Håll koll så att startvärdet hålls stabilt på multimetern, alternativt anteckna även startvärdet innan varje mätning. Mät även fiberns diameter 2,2 mm med skjutmättet och addera dess radie till samtliga uppmätta krökningsradier.

Startspänning U_0 [V]	Slutspänning U [V]	Krökningsradie r [cm]	Dämpning α [dB]	$\ln\left(\frac{-\alpha}{\sqrt{r}}\right)$
4,71	4,52	2,11	-0,18	-2,09
4,71	4,49	1,86	-0,21	-1,88
4,76	4,44	1,61	-0,30	-1,43
4,72	4,02	1,36	-0,70	-0,51
4,71	3,57	1,11	-1,20	0,13
4,71	2,63	0,86	-2,53	1,00
4,71	1,79	0,61	-4,20	1,68
4,71	1,29	0,325	-5,62	2,29

Tabell 1: Startspänning och slutspänning från förstärkarkretsen som funktion av krökningsradie, samt beräknad dämpning och vänsterled i ekvation (4).

Beräkna dämpningen i dB med hjälp av ekvation (2) i uppgiftsbeskrivningen och för in i tabellen. Då intensiteten I är proportionell mot spänningen U över multimetern fås att $I/I_0 = U/U_0$, så att

$$\alpha = 10 \log_{10} \frac{U}{U_0}. \quad (1)$$

Då fibern lindats ett varv blir sträckan längs den lindade delen av fibern $l = 2\pi r$. Sambandet mellan α och r blir då

$$\alpha = a \cdot 2\pi r = -2\pi k \sqrt{r} e^{-r/r_c}. \quad (2)$$

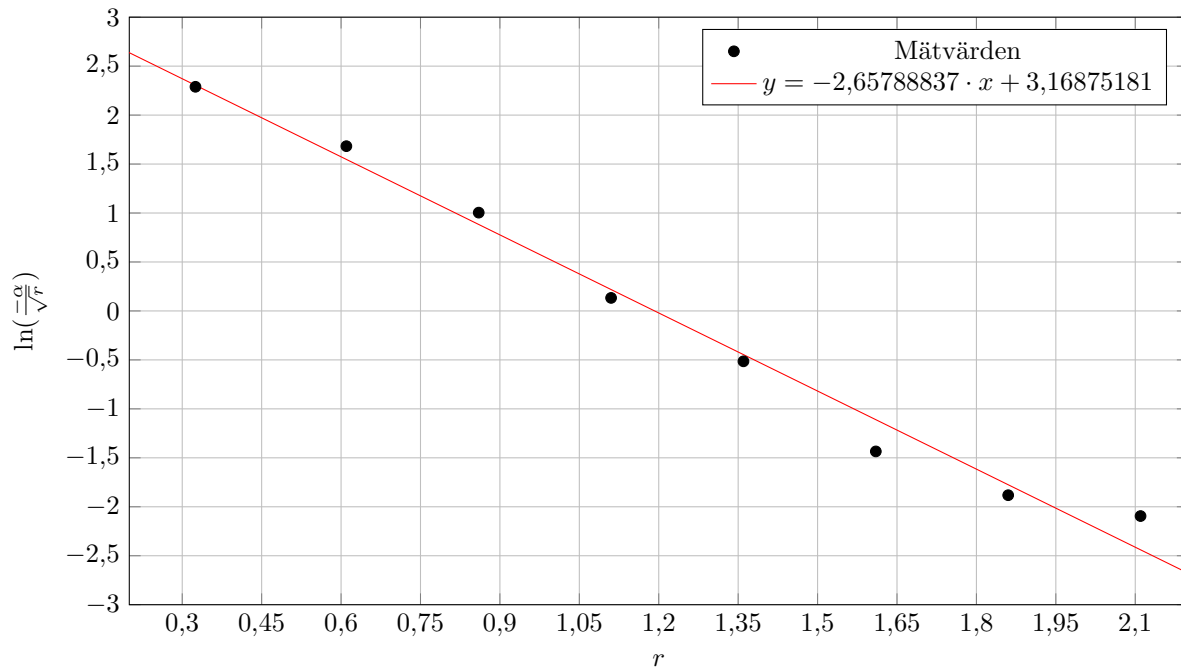
Vi söker nu skriva om detta samband på formen av räta linjens ekvation, det vill säga $y = kx + m$, där lutningen ger r_c . Flytta först över \sqrt{r} till vänsterledet så att högerledet blir en ren exponentialfunktion,

$$-\frac{\alpha}{\sqrt{r}} = 2\pi k e^{-r/r_c}, \quad (3)$$

och logaritmera sedan så att

$$\ln\left(-\frac{\alpha}{\sqrt{r}}\right) = -\frac{r}{r_c} + \ln 2\pi k. \quad (4)$$

Plottas då $\ln\left(-\frac{\alpha}{\sqrt{r}}\right)$ mot r fås en rät linje med lutning $-\frac{1}{r_c}$. En sådan plott visas i figur 1. Ur denna utläses att $-\frac{1}{r_c} = -2.66 \Rightarrow r_c = 0,38$ cm.



Figur 1: Logaritmerad plott av mätdata och linjäranpassning.

Kommentar för bedömning: Resultatet är något osäkert, varför alltför stor vikt inte bör läggas vid det exakta värdet. Denna osäkerhet orsakas mestadels på grund av svårigheter i att hålla krökningsradien konstant och att mäta denna exakt; fibern får lätt en något elliptisk bana på grund av att det är svårt att linda den helt tätt kring tratten och att lindingen inte alltid blir helt vinkelrät mot trattens axel, och fiberns tjocklek försvårar en exakt positionering av fibern längs tratten. Ytterligare en felkälla uppkommer av att fibern är en multimodfiber, och att den kritiska radien är olika för olika moder. Vid krökningsradier där dämpningen av flera moder bidrar i liknande utsträckning till den totala dämpningen behöver därför formen på sambandet mellan dämpning och krökningsradie modifieras. Detta är en trolig förklaring till att grafen i figur 1 tycks böja av vid de största inkluderade krökningsradierna.