

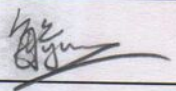
Fakultät für Physik der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Fortgeschrittenenpraktikum I in Experimentalphysik - Kurs P3B

Blockpraktikum vom 02. August bis 31. August 2021

Name:	Yudong Sun	Gruppe:	L8
-------	------------	---------	----

Datum		Versuch	Punkte	Testat
26.08.21	1/2	ROE - Röntgenstrahlung: Bragg-Reflexion & Röntgenfluoreszenzanalyse		
	3A	ESR - Elektronenspinresonanz		
	3B	NMR-A - Kernspinresonanz (Variante A)		
	3C	NMR-B - Kernspinresonanz (Variante B)		
18.08.21	3E	ZEE-B - Zeeman-Effekt (Variante B)	10/10	✓
20.08.21	4A/4B	FHV - Franck-Hertz-Versuch	9,5/10	✓
	4C	SPL - Spektrallinien		
	4E	BAS - Balmer-Serie		
	5B	PLP - Plasmaphysik		
	5C	PLW - Plancksches Wirkungsquantum		
24.08.21	5D	QAL - Quantum Analogs		
	5E	MIL - Millikan-Versuch		

Unterschrift der/des Studierenden:	
------------------------------------	---

Bitte bewahren Sie Ihre Hefte nach dem Praktikum auf.

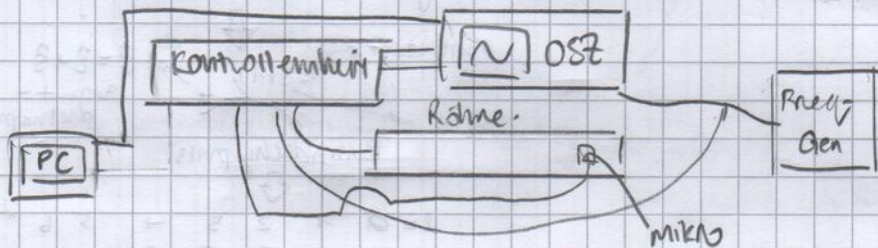
<Vorbrotokoll> Name: Ludwig Sm
Datum: 24. Aug. 2021.

Teilversuch 1: Lebensdauer eines Teilchens im menschlichen tiefen Potentialtopf.

Versuchsziel: ~~Experimentelle~~ Experimentelle Veranschaulichung der Lebensdauer eines Teilchens in der Quantenmechanik durch Resonanzmessung.

Messmethode: Spectrum SLC.exe, Rohre.

Skizze:



Anleitung:

- ① Mit Software Spectrum-SLC vertraut zu machen, anhand direkter Oszilloskop-messung
 - ① Aufbau wie oben bauen
 - ② LD Röhre: 300 - 600 mm
 - Kanal 1: DC-Output
 - Kanal 2: Detector Output.
 - Frequenz-to-voltage Converter: ON.
- ② Signalverstärkung anpassen.
Beginn: Dämpfung 100% → max 5V.
Messung auf Oszilloskop.
- ③ Oszilloskop in x/y einstellen, Signalpunkt in die Mitte
- ④ Frequenz von 1kHz bis 10kHz erhöhen. Auflösung anpassen.
- ⑤ Zeitskala z.B. 40 samples/s bis 400 samples/s einstellen.
- ⑥ Frequenz von 1kHz bis 10kHz ~~langsam~~ langsam vernehmen.
→ sicherstellen, dass alle Maxima deutlich ausgeprägt sind.
- ⑦ Messung mittels HOLD zu speichern.
- ⑧ Auswertung:
 - ① Anschreibeschaltung.
 - ② Verarbeitungsschritte des Signals vom Frequenzgenerator bis zum ~~Oszilloskop~~ Oszilloskop zusammenfassen.
- ⑨ Messung der Lebensdauer.
 - ① Aufbau: Mikrofon am MICROPHONE INPUT anschließen.
 - ② ATTENUATOR auf das Maximum drehen

- ③ Verstärkung optimieren.
- ④ ~~Stc~~ Spektrum Stc.exe öffnen und Messung durchführen.
- ⑤ Oszilloskop auf Kanal 1 triggern. Resonanzerscheinung beobachten.
- ⑥ Windows > Fit Spektrum alle Peaks fitten.
- ⑦ "Save Fit Parameter" Messreihe abspeichern.

Geplante Auswertung

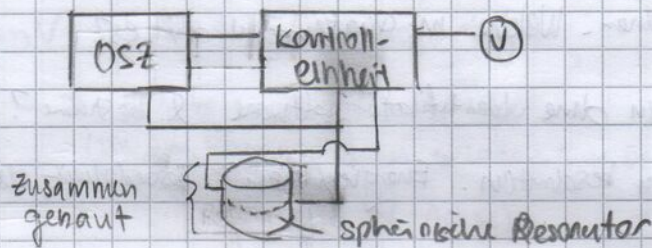
- ① Verlauf des Spektrums diskutieren
 - Randbedingung eingehen.
 - Mit QM vergleichen.
- ② Welche der ~~zwei~~ Achsen kann für die Energiemessung eines QM-Zustands dienen? beiden
- ③ Lebensdauer beschreiben. Trend? Erklärung!

Teilversuch 2: Kugelflächenfunktionen im sphärischen Resonator

Versuchsziel: Veranschaulichung der Kugelflächenfunktionen.

Messmethode: Oszilloskop / SpektrumSL.exe, künstliche Resonanz im sphärischen Resonator.

Skizze:



Durchführung

- ① Amplitude einer Resonanz in Abhängigkeit des Winkels θ untersuchen und Legendre-Polynom zuordnen.
- ② Aufbau gemäß Skizze / Anleitung.
- ③ Trigger auf Kanal 1.
- ④ Frequenzgenerator vom niedrigsten bis auf 8 kHz erhöhen. Alle Resonanzfrequenzen notieren.
- ⑤ Frequenz bei zweite Maximum (~ 2600 Hz) einstellen.
- ⑥ Amplitude + Vorzeichen mittels Lissajous in Abhängigkeit von Winkel messen.
- ⑦ Nullstellen exakt messen und θ -Wert notieren.
- ⑧ Schritte ④ bis ⑥ für zwei andere Resonanzen messen.

⑧ Bestimmung der l -Quantenzahl durch zwei-dimensionale Darstellung der Messergebnisse als Orbitalform

① spektrumSLC.exe öffnen

↳ Richtant: 2 kHz - 7 kHz \rightarrow 30-90s.

↳ Samplenzahl und Messdauer anpassen

② Überschnittsmessung bei $\alpha = 180^\circ$ und Dämpfung anpassen.

③ Spektrum abspichern

④ Kleinen Richtant ~~in~~ in der Umgebung von Maxima messen
(z.B. 2.1 kHz - 2.5 kHz für 2,3 kHz Maximum)

⑤ Windows > Measure Wave function

⑥ Bild abspeichern.

⑦ Schritt ④ bis ⑥ für ein bis zwei andere Resonanzen wiederholen.

Geplante Auswertung

① Nullstellen mit Nullstellen des Legendre-Polynom vergleichen.
• Messungen \neq zur richtigen Ordnung der Legendre-Polynom anpassen.
• Diskussion

② PlotYLM.exe öffnen und mit Messung vergleichen.

• Richtige l zuordnen - Welche m -Quantenzahl gibt es?

• Wie kann man ohne Identifikationssoftware l bestimmen?

• Überschnittspektrum beschreiben. Energieniveau? Besonderheit der Reihenfolge?

Teilversuch 3: Bestimmung der m -Quantenzahl

Vorwissen: Aufspaltung der Zustände wegen Aufhebung der Symmetrie veranschaulichen.

Messmethode: spektrumSLC.exe / Oszilloskop (mit PlotYLM.exe)

Skizze: Siehe TVZ

Durchführung:

① Spektrum von 3 Resonanzen ohne Ring aufnehmen. (Spektrum 1)

② Schritte ① mit Ring (Spektrum 2)

③ Beobachtungen notieren.

④ Schritte ~~②~~ B-4 von ~~TVZ~~ bis B-6 für die 3 Maxima durchführen.

⑤ Amplitude in Abhängigkeit von Winkel ϕ messen

Gepunkte Auswertung

① Mit Plot/LM-Box vergleichen

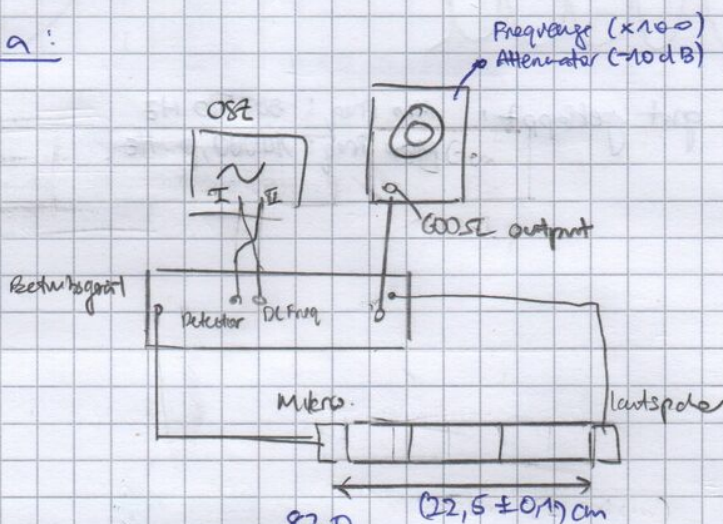
② $\phi = 0^\circ$ im Gegensatz zu $\phi = 180^\circ$ stark abgeschwächt. Wieso?

<Laborprotokoll>

Name: Tindorf S.

Datum: 24.08.2021.

Teilversuch 1a:



sample: 400 S

X: 2V

Y: 500mV

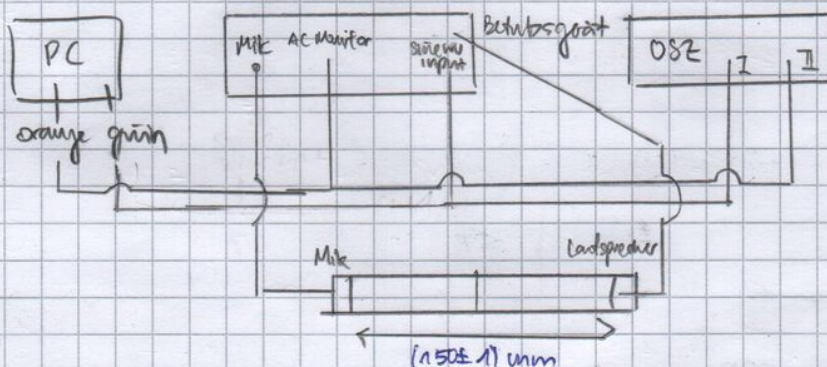
(Attenuator: ~~82,0~~, DC offset: ~~1,8~~ 884)

Bild siehe Auswertung.

• Signal → Betriebsgerät → Lautsprecher.
(sin wave input) ↓ Frequency to Voltage (mit DC offset)
OSE (X-Achse)

• Mikrofon → Betriebsgerät. → ~~Attenuator~~ ^{Amplifier} → Attenuator → OSE (Y-Achse)

Teilversuch 1b:



Länge der Röhre: (150 ± 1) mm

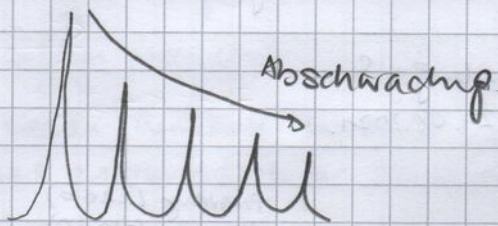
Drehzahl: 5 kHz bis 14 kHz

Damping: 12

Steps: 5 Hz

Time per step: 50 ms

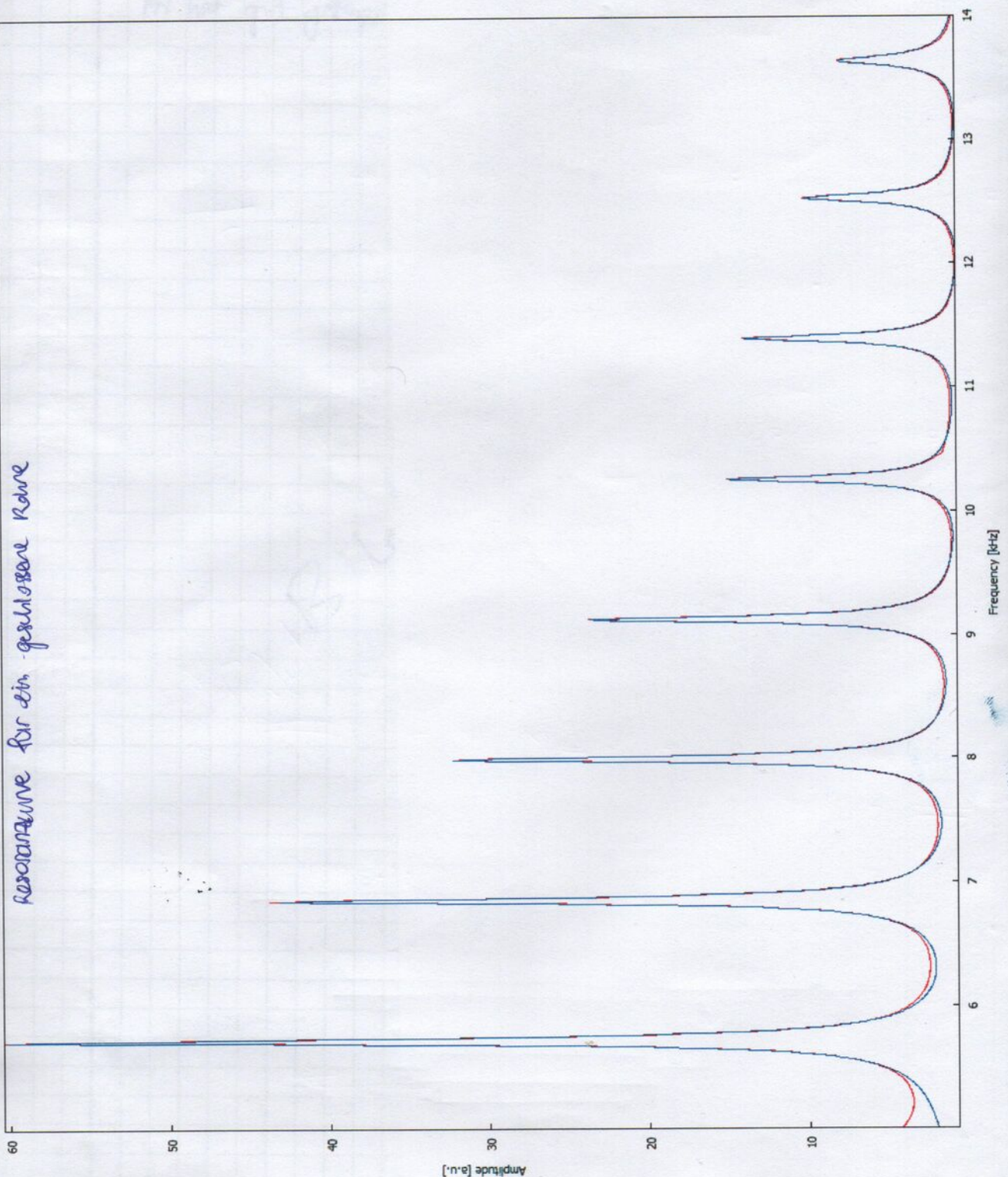
Beobachtung: Resonanzkurve hinteren Kanals



Fit hat gut geklappt:

min: 5005,0 Hz

max: 14000,0 Hz

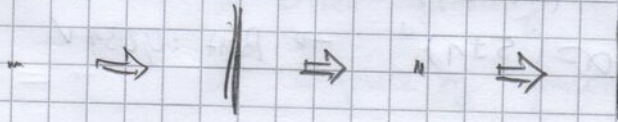


Teilversuch 2a

Kanal I: Input
II: Mikrophon.

Beobachtung: Linie in X-Y-Modus, wenn Resonanzfrequenz.

$$\alpha = 180^\circ$$



Resonanzfrequenzen aus Cursorauslesung vom Oszilloskop ablesen



\Rightarrow Frequenz.

$$f = 2,29 \text{ kHz}$$

$$\Delta f (\pm 0,10 \text{ kHz})$$

Antennener: 85

$$(1) = 3,66 \text{ kHz}$$

$$(2) = 4,98 \text{ kHz}$$

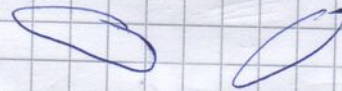
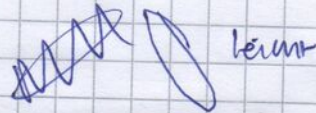
$$(3) = 6,13 \text{ kHz}$$

$$= 7,38 \text{ kHz}$$

(1) Mittels digitaler Signalgenerator: 3,6630 kHz \rightarrow Geräusch?

Messreihe in QAL.ods

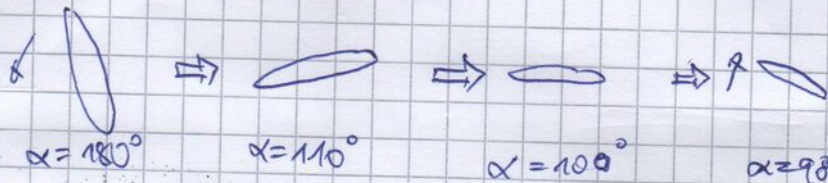
$$\alpha = 180^\circ$$



Amplitude Messg ($\pm 0,002 \text{ V}$)

Beobachtung: die Spannungsmessung nimmt mit der Zeit langsam ab
 \rightarrow Werte bis stabilisiert

Beobachtung: Rauschen im Signal



$$\alpha = 180^\circ$$

$$\alpha = 110^\circ$$

$$\alpha = 100^\circ$$

$$\alpha = 98^\circ$$



$$\alpha = 60^\circ$$

$$\text{Nullstelle: } \alpha = (99 \pm 1)^\circ$$

$$(2) f = 4,960 \text{ kHz}$$

$$\text{bei } \alpha = 30^\circ$$

\Rightarrow

$$\text{Nullstelle} = \alpha = (24 \pm 1)^\circ$$

(3) $f = 6,1900 \text{ kHz}$

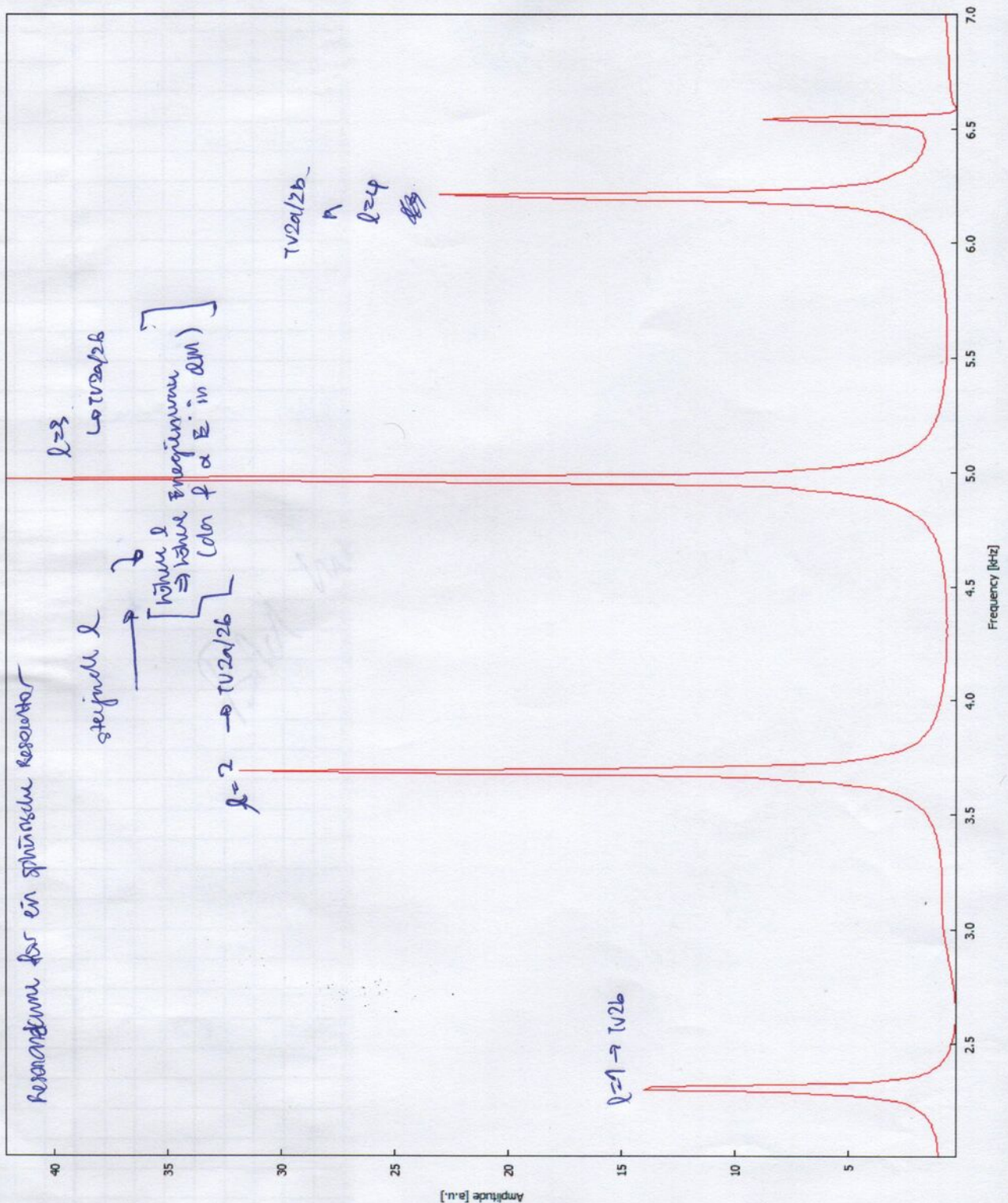
Nullstelle $\alpha = (72 \pm 1)^\circ \rightarrow \text{Rest: } 0,028 \text{ V}$

$\alpha = (141 \pm 1)^\circ$

$\alpha = (5 \pm 1)^\circ \rightarrow \text{Rest: } 0,031 \text{ V}$

Teilversuch 2b

(a) $2 \text{ kHz} \rightarrow 7 \text{ kHz}$ $\begin{matrix} \text{step} & = & 10 \text{ Hz} \\ \text{imp/step} & = & 50 \text{ ms} \end{matrix}$



($\alpha = 180^\circ$)
 (b) 2,1 kHz \rightarrow 2,5 kHz

Step 1 Hz
 Time/Step: 50 ms

$$f_{\text{peak}} = 2292,943 \text{ Hz}$$

\hookrightarrow Measure Wave Rx : Step size 10°

\hookrightarrow Auswahl: \times Luffed Regenscheib

\checkmark Complete by Symmetry



• Rotieren und dann messen

$$\Rightarrow l=1, m=0$$

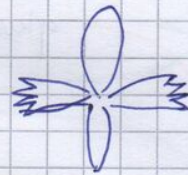
(c) ($\alpha = 180^\circ$)

3,2 kHz \rightarrow 4,2 kHz

Step size 1 Hz
 Time/Step: 50 ms

$$f_{\text{peak}} = 3677,344 \text{ Hz}$$

gleiche Auswahl



$$\Rightarrow l=2, m=0$$

(d) ($\alpha = 180^\circ$)

4,5 kHz \rightarrow 5,5 kHz

Step size 1 Hz
 Time/Step: 50 ms

gleiche Auswahl

Beobachtung: 2 kleinere Peaks

$$f_{\text{peak}} = 4,957497 \text{ kHz}$$

$$\Rightarrow l=3, m=0$$



Bitte siehe später

Teilversuch 3: Bestimmung der m-Quanten

Wir verwenden die Messungen (b), (c), (d) von TV2.

2,1 kHz \rightarrow 5,5 kHz ($\alpha = 180^\circ$)

Step: 10 Hz, Time/Step: 50 ms

Beide Ringe



Beobachtung: 2 Peaks im Spektrum II (mit Rungen) für jede Peak im Spektrum I

Die 2 Peaks ~~sind~~ liegen alle links von Haupt Peak

Peaks geschritten \rightarrow 2,0 kHz \rightarrow 5,5 kHz

2
 Analogie nicht
 so gut.

10

(a) 1,9 kHz - 2,2 kHz

Step: 1 Hz

Inc/Step: 50 ms

$f_{\text{peak}} = 2081,929 \text{ Hz}$

✓ initial beginning

✓ Compute by Symmetry



(1. Messung → ~~mit~~ initial beginning nicht deckt)



2. Messung: Aber immer noch



⇒ $l=1, m=0$

(b)

2175 Hz → 2400 Hz

Step: 1 Hz

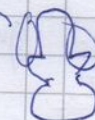
Inc/Step: 50 ms

$f_{\text{peak}} = 2,250030 \text{ kHz}$

gute Auswahl



interessant



⇒ $l=1, m=1$

(c)

3400 Hz → 3600 Hz

gute Auswahl

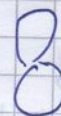
$f_{\text{peak}} = 3445,285 \text{ Hz}$

kleine Plot

Beobachtung: 2 Peaks im Bereich



⇒ $l=2, m=1$



~~hier~~ Jetzt ist $\alpha \approx \psi$ ⇒ Wirschausen von oben

Azimuthal plot: ~~reellteil~~

2 kleine Peaks

Im YLMplot: Stimmen mit Theorie überein

Im Experiment: ϕ symmetrie gebrochen

ψ symmetrie erhalten

m-Quantenzahl

\Rightarrow ~~z~~ = z-Komponente der B-moment

⇒ wir sehen kein Phase

⇒ ~~hier kann~~ nur $|m|$ kann gemessen werden.

⇒ kann nicht zwischen $+1$ und -1 unterscheiden

(d) $f_{\text{peak}} = 3463,753$

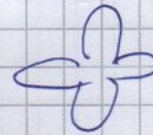
keine genau l und m zugewiesen werden

↳ wie sp-hybridisation ??



(e) $3,5 \text{ kHz} \rightarrow 3,75 \text{ kHz}$

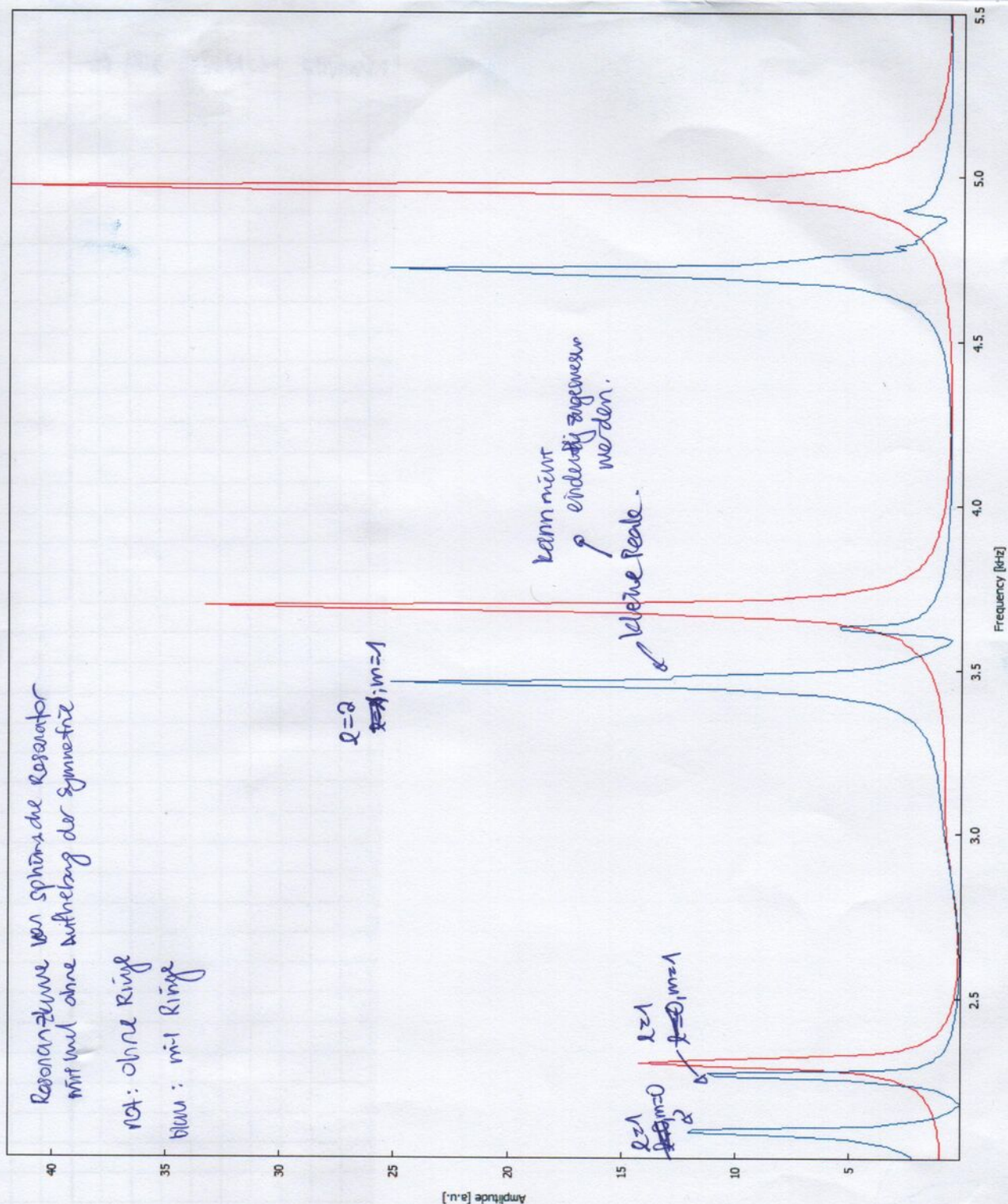
$\hookrightarrow f_{\text{peak}} = 3608,384 \text{ kHz}$



Beobachtung: nicht wirklich symmetrisch?

$\Rightarrow l=2, m=2$

\Rightarrow Alle Resultate stimmen mit PlotLM.exe überein



LMU München
Physikalische Praktika

Versuch:

GAL

Datum:

24.08.2021

Betreuer:

[Signature]