

Zur Beachtung: Bitte geben Sie Ihren Namen/Ihre Matrikelnummer und Ihre Übungsgruppe auf dem von Ihnen bearbeiteten Blättern an.

Übungsblatt 7 zur EPR Vorlesung WS17/18

Rückgabe spätestens am 12.12.17 in der Vorlesung oder in den jeweiligen Übungsgruppen

1. Aufgabe (40%)

Unter nicht sättigenden Bedingungen wird die homogene Linienverbreiterung einer Lorentzlinie beschrieben durch:

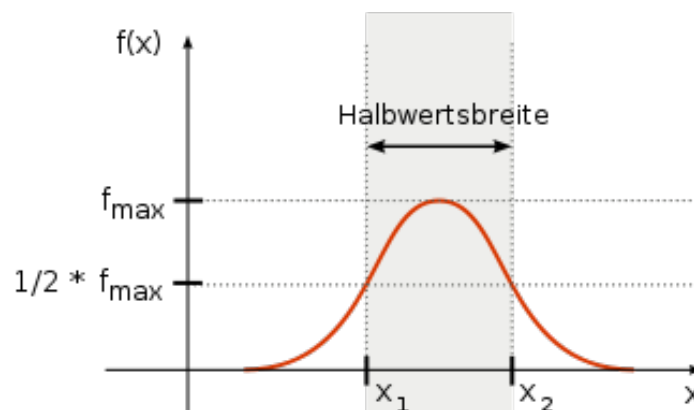
$$\Delta\omega_{\frac{1}{2}} = \frac{2}{T_2} \text{ in Winkelfrequenzen}$$

Wobei $\Delta\omega_{\frac{1}{2}}$ die Halbwertsbreite der Lorentzlinie ist und T_2 die transversale Relaxationszeit.

Leiten Sie diesen Ausdruck aus der Magnetisierung M_y her, welchen Sie als Lösung für den stationären nicht gesättigten Fall in der Vorlesung kennengelernt haben.

$$M_y^{\infty} = M_0 \frac{\omega_1 T_2}{1 + \Omega_0^2 T_2^2 + \omega_1^2 T_1 T_2}$$

Tipp: Überlegen Sie sich dazu wie groß die Magnetisierung maximal werden kann und wo die Absorptionslinie zentriert ist. Die folgende Abbildung soll als Hilfe dienen. Hinweis: unter nicht-sättigenden Bedingungen gilt $\omega_1 \ll T_1^{-1}, T_2^{-1}$.



Veranschaulichung der Halbwertsbreite (<https://de.wikipedia.org/wiki/Halbwertsbreite>)

2. Aufgabe (30%)

- a) Berechnen Sie die Separation in Tesla zwischen zwei Linien mit den jeweiligen g-Werten $g = 2.000148$ und $g = 2.002319$ bei einer Mikrowellenfrequenz von 3.4 GHz (S-Band) und einer Mikrowellenfrequenz von 9.5 GHz (X-Band).
- b) Berücksichtigen Sie nun, dass beide Resonanzlinien (Absorptionslinie) durch die homogene Linienverbreiterung verbreitert sind. Berechnen Sie $\Delta\omega_{\frac{1}{2}}$ und daraus die Linienverbreiterung im Spektrum (in Tesla) mit $T_2 = 57$ ns.
- c) Bei welcher der in a) genannten Frequenzen erwarten Sie eine bessere Auflösung und dadurch eine höhere Genauigkeit? Begründen Sie ihre Antwort **kurz**.

3. Aufgabe (30%)

- a) Berechnen Sie bei welcher Mikrowellen-(Rabi-)Frequenz ω_1 bei resonanter Einstrahlung sich im stationären Gleichgewicht die Ausgangsmagnetisierung halbiert hat. Die Relaxationszeiten in ihrem System sind $T_1 = 182$ ns und $T_2 = 63$ ns.
- b) Der Resonator erzeugt aus der Mikrowellenleistung ein stehendes magnetisches Mikrowellenfeld mit der maximalen Auslenkung B_1 am Ort der Probe. Jeder Resonator hat dabei eine andere Effizienz, welche mit dem Konversionsfaktor C beschrieben wird.

$$B_1[\text{G}] = C \cdot \sqrt{P[\text{W}]}$$

Berechnen Sie die Mikrowellenleistung, welche nötig ist, um den Zustand in a) zu erreichen, wenn Ihr Resonator einen Umwandlungsfaktor von $C = 2.5 \frac{\text{G}}{\sqrt{\text{W}}}$ hat. Nutzen Sie für die Umrechnung den g-Wert des freien Elektrons.