

Zum Verständnis der Linienverbreiterung durch resonante Absorption in der Quelle bzw. im Absorber:

Ein Vergleich der Bewegungsgleichung (6) des frei schwingenden Elektrons mit Gl. (12) in § 28c für eine erzwungene Schwingung des gleichen Elektrons lehrt den engen Zusammenhang der hier entwickelten Theorie der Lichterzeugung mit der anomalen Dispersion. Die Absorption des Lichtes, die wir in Gl. (19) von § 28c berechnet haben, folgt daher auch einer genau analog zu Gl. (17) aufgebauten Formel, nämlich

$$\mu = \frac{\pi n e^2 f \gamma}{m c} \frac{1}{(\omega - \omega_0)^2 + (\gamma/2)^2} \quad (18)$$

Dabei ist n die Anzahl der Atome im cm^3 und f die Oszillatorstärke. Diese Analogie kann man zu einem sinnreichen Experiment ausnutzen, mit dessen Hilfe man Einsicht in die Linienform gewinnen kann.

Eine Lichtquelle — z.B. die Flamme eines Bunsenbrenners, in die etwas Kochsalz gestäubt wird — möge die Na D -Linien emittieren. Dies Licht soll sodann nach Ausblendung eines Raumwinkels Ω und Parallelrichtung in einer Kollimatorlinse als breites Parallelbündel durch ein Gefäß hindurch geleitet werden, in dem sich Natriumdampf befindet. Dann wird eine charakteristische Absorption des Lichtes eintreten; die Intensität hinter einer Schicht der Dicke x im Spektralbezirk zwischen ω und $\omega + d\omega$ wird nach Gl. (17)

$$dI = \frac{N \omega_0^4 p_0^2 \Omega}{24 \pi^2 c^3} \frac{d\omega}{(\omega - \omega_0)^2 + (\gamma/2)^2} e^{-\mu(\omega)x}; \quad (19)$$

dabei wird der stark frequenzabhängige Absorptionskoeffizient $\mu(\omega)$ durch Gl. (18) beschrieben. Führen wir die Abkürzungen

$$\frac{N \omega_0^4 p_0^2 \Omega}{12 \pi^2 c^3 \gamma} = C; \quad \frac{4 \pi e^2 f}{m \gamma c} n x = a; \quad \frac{\omega - \omega_0}{\frac{1}{2} \gamma} = s \quad (20)$$

ein, rechnen wir also die Frequenz von der Stelle ω_0 aus in Vielfachen von $\frac{1}{2} \gamma$ (Variable s) und die Schichtdicke in geeigneten Einheiten (Variable a), so geht (19) in den handlicheren Ausdruck

$$\frac{dI}{ds} = \frac{C}{1+s^2} e^{-\frac{a}{1+s^2}} \quad (19')$$

über. Diese Formel beschreibt die Spektralverteilung der Linie nach Durchgang durch eine absorbierende Schicht, deren Dicke proportional zu a ist, und die aus den

gleichen Atomen besteht wie die das Licht erzeugende Quelle. Das Ergebnis ist für verschiedene Werte in Fig. 66 aufgezzeichnet. Man sieht deutlich, wie zunächst die Linienmitte, für welche μ ein Maximum besitzt, durch Absorption geschwächt wird und dann erst nach und nach die Linienflügel entsprechend dem dort viel kleineren μ

beeinflusst werden. Hinter einer dicken Schicht ($a \approx 2$) kommt es daher zu einer *Selbstumkehr der Spektrallinie*: An der Stelle $\omega = \omega_0$ bildet sich ein ausgesprochenes Intensitätsminimum aus.

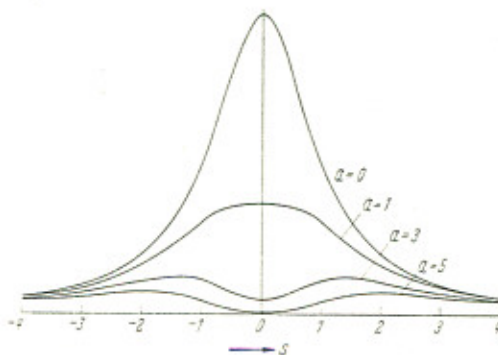


Fig. 66. Selbstumkehr einer Spektrallinie. a mißt die Dicke der absorbierenden Schicht, s die Abweichung der Frequenz von der Linienmitte