

3. Übungsblatt zur Vorlesung SMKS-1 (WS 25/26)

Seidel/Kühnemuth

Abgabe bis Sonntag 9.11.2025, 24:00 Uhr

Besprechung: Dienstag, 11.11.2025

Wiederholungsfragen

- 3.1) Beschreiben Sie den Ramaneffekt. Welche molekularen Prozesse können dadurch beeinflusst werden.
- 3.2) Welche Einheit hat die Oszillatorenstärke und warum?
- 3.3) Welche Effekte können die Breite eines elektronischen Übergangs beeinflussen?
- 3.4) Wie ist der Zusammenhang zwischen Dämpfung und Linienbreite?
- 3.5) Wie entstehen Schwebungen?

Aufgabe 12

Der optische Tisch in unserem Laserlabor hat eine Eigenfrequenz von 2 Hz. Die Dämpfungskonstante beträgt 2 s^{-1} . Welchen Wert nimmt die Übertragungsfunktion bei einer Frequenz von 50 Hz an?

Aufgabe 13: Oszillatorstärke

Die Absorptionsbande eines Farbstoffes habe ein Maximum bei 420 nm und eine Breite von 70 nm (FWHM). Die Form kann mit einer Gauß-Funktion angenähert werden. Der Absorptionskoeffizient ε betrage am Maximum $21000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Berechnen Sie die Oszillatorstärke f , das Übergangsdipolmoment μ_{if} und die strahlende Ratenkonstante k_r des Übergangs, der diese Bande verursacht. Der Ausdruck für die strahlende Ratenkonstante k_r lautet:

$$k_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2}{\hbar/2\pi} \cdot \left(\frac{\omega_{\max}}{c}\right)^3 \cdot |\mu_{if}|^2$$

Aufgabe 14: Fourier-Spektroskopie

In dieser Aufgabe sollen Sie die Gleichungen herleiten, mit deren Hilfe man das Michelson-Interferometer für einfallendes Licht einer einzigen Frequenz erklären kann.

a) Zeigen Sie, dass der Ausdruck

$$A(t) = \frac{A_0}{\sqrt{2}} (1 + e^{i\delta(t)}) e^{i(ky_D - \omega t)} \quad \text{die Summe zweier Wellen der Form}$$

$A(t) = \frac{A_0}{\sqrt{2}} e^{i(kx - \omega t)}$ ist und eine der beiden Wellen am Ort y_D um $\delta(t)$ phasenverschoben ist.

b) Zeigen Sie mit Hilfe der Definition $I(t) = A(t)A^*(t)$, dass

$$I(t) = \frac{I_0}{2} (1 + \cos \delta(t)).$$

c) Drücken Sie $\delta(t)$ durch die Wegdifferenz $\Delta d(t)$ aus und erläutern Sie, dass

$$I(t) = \frac{I_0}{2} \left(1 + \cos \frac{2\pi \Delta d(t)}{\lambda} \right).$$

d) Schreiben Sie $\Delta d(t)$ als Funktion der Geschwindigkeit v des Spiegels und zeigen Sie, dass

$$I(t) = \frac{I_0}{2} \left(1 + \cos \frac{2v}{c} \omega t \right).$$

Aufgabe 15: Einstein-Koeffizienten (I)

Berechnen Sie das Verhältnis A/B der Einsteinkoeffizienten der spontanen und der induzierten Emission relativ zu seinem Wert für Röntgenstrahlen der Wellenlänge 70.8 pm für folgende Frequenzen:

- a) sichtbares Licht der Wellenlänge 500 nm,
- b) Infrarotstrahlung der Wellenzahl 3000 cm^{-1} ,
- c) Mikrowellenstrahlung der Wellenlänge 3 cm und
- d) Radiowellen mit einer Frequenz von 500 MHz.

Hinweis: $\frac{A}{B} = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3}$

Bitte kommentieren Sie abschließend aus dem berechneten Verhalten die Konsequenzen für die Lebensdauern der angeregten Zustände.