

15. Überlichtgeschwindigkeit?

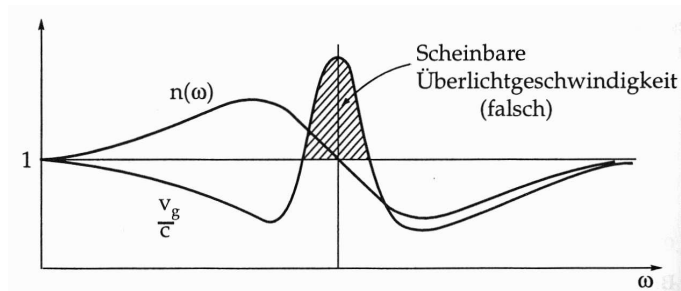
In der Vorlesung wurde das Wellenpaket:

$$\Psi(x, t) = \int_{k_0 - \Delta k}^{k_0 + \Delta k} a(k) \cos[kx - \omega(k)t] dk \approx 2a(k_0) \Delta k \frac{\sin \Delta k(x - \frac{d\omega}{dk}t)}{\Delta k(x - \frac{d\omega}{dk}t)} \cos(k_0 x - \omega_0 t)$$

diskutiert und daraus die Gruppengeschwindigkeit abgeleitet $v_{gr} = \frac{d\omega}{dk}$.

- a) Zeigen Sie, dass für ein dispersives Medium der Zusammenhang mit dem Brechungsindex gegeben ist durch: $v_{gr} = \frac{c}{n(\omega) + \omega \frac{dn}{d\omega}}$

- b) Damit erhält man im Bereich anomaler Dispersion scheinbar eine Gruppengeschwindigkeit, die größer als die Lichtgeschwindigkeit ist. Wo liegt das Problem?



(5 Punkte)

16. Jones-Vektoren und Jones-Matrizen

Der Formalismus der Jones-Vektoren benutzt linear und zirkular polarisierte Zustände als Basis-Zustände, um verschiedene Polarisationszustände des Lichts darzustellen. Horizontal und vertikal polarisierte Zustände werden durch die Vektoren $E_x = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ $E_y = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, zirkular

polarisierte Zustände durch $E_l = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix}$ $E_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ -i \end{pmatrix}$ dargestellt.

Zwischen unterschiedlichen Polarisationszuständen vermitteln die so genannten Jones-Matrizen, die entsprechende optische Elemente repräsentieren.

- a) Zeigen Sie, dass die beiden linearen (zirkularen) Zustände orthogonal sind, d.h. $E_x E_y^* = 0$, $(E_l E_r^* = 0)$.
- b) Wie sieht ein Zustand aus, der eine um 45° gedrehte lineare Polarisation hat?
- c) Die Matrix, die einem $\lambda/4$ -Plättchen entspricht, lautet in diesem Formalismus $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}$.
 Zeigen Sie, dass diese Matrix unter 45° linear polarisiertes Licht in zirkular polarisiertes Licht verwandelt.
- d) Geben Sie mit Hilfe von c) die Matrix für ein $\lambda/2$ -Plättchen an.

Bitte wenden!

e) Wie lautet die Matrix, die eine Drehung der linearen Polarisationsrichtung um einen Winkel α beschreibt?

f) Ein horizontaler Linearpolarisator (d.h. in x-Richtung) hat die Form $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$. Zeigen Sie

unter Benutzung von e), dass die Intensität von horizontal polarisiertem Licht, das um einen Winkel α gedreht wird, nach dem Durchgang durch den horizontalen Linearpolarisator um den Faktor $\cos^2\alpha$ geschwächt wird (Gesetz von Malus).

(7 Punkte)

17. Berechnung der Faraday-Drehung

Machen Sie sich einmal klar, von welcher Größenordnung Faraday-Drehungen sind. Berechnen Sie die Faraday-Drehungen für

a) 1 m Wasser im Erdmagnetfeld

b) 5 mm EuO bei einem Feld von 1 Tesla

Werte für die Verdet-Konstanten sind $V_{\text{Wasser}} = 0,01309$ (arcmin/(cm Tesla) und $V_{\text{EuO}} = -10$ arcmin/(cm Gauss).

(2 Punkte)