

Übungsblatt 4 zur Quantenelektronik I

Bereitgestellt: 9.04.07

Abgabe: 16.04.07

Rückgabe: 24.04.07

Aufgabe 1 Dispersion im Wellenlängenbereich

Im Kapitel 2 des Vorlesungsskripts wurde auf Seite 28 gezeigt, wie die Gruppenlaufzeit

$T_g := \frac{d\phi}{d\omega}$ im Wellenlängenbereich mit Hilfe von $n(\lambda)$ ausgedrückt werden kann:

$$T_g = \frac{nL_d}{c} \left(1 - \frac{n'}{n} \lambda \right) \text{ mit der Länge des dispersiven Mediums } L_d \text{ und } n' := \frac{dn}{d\lambda}.$$

a) Leiten Sie analoge Beziehungen für die zweite und dritte Dispersionsordnung, definiert durch $\frac{d^2\phi}{d\omega^2}$ und $\frac{d^3\phi}{d\omega^3}$ her (d.h. es werden äquivalente Ausdrücke gesucht, die nur noch von der Wellenlänge abhängen).

b) Bei optischen Fasern ist die Definition $D_\lambda := -\frac{1}{L_d} \frac{dT_g}{d\lambda}$ mit der eigenwilligen Einheit

$\left[\frac{\text{ps}}{\text{km} \cdot \text{nm}} \right]$ für die 2. Dispersionsordnung gebräuchlich. Mit Formel (73) im Skript wurde

ein einfacher Ausdruck für die Berechnung der dispersiven Pulsverbreiterung eines

Gausspulses in der Näherung starker Pulsverbreiterung hergeleitet: $\tau_p(L_d) \approx \frac{d^2\phi}{d\omega^2} \Delta\omega_p$.

Leiten Sie die entsprechende Beziehung im Wellenlängenbereich unter der Verwendung des Dispersionskoeffizienten D_λ her. Besprechen Sie an Hand des Resultats, wieso die für D_λ gebräuchlichen Einheiten in der faseroptischen Kommunikation durchaus zweckmässig sind.

Aufgabe 2 Doppelpulse

Geben Sie die komplexe Amplitude $\tilde{A}(\omega)$ an für die Kombination (Summe) zweier Gausspulse gleicher Energie, Dauer und Zentralfrequenz ω_0 , welche ihre Maxima bei $t = t_1$ bzw.

$t = t_2$ haben: $A(t) = A_0 \left\{ \exp\left(-\Gamma(t - t_1)^2 + i\varphi_1\right) + \exp\left(-\Gamma(t - t_2)^2 + i\varphi_2\right) \right\}$. Verwenden Sie hier-

für die Ergebnisse aus Kapitel 2.5.4 des Skripts und die Regel, dass eine Verschiebung im Zeitbereich einer Multiplikation mit einem bestimmten Faktor im Frequenzbereich entspricht.

Wie sieht das zugehörige Intensitätsspektrum ($|\tilde{A}(\omega)|^2$) aus?

Aufgabe 3 Transmission durch eine Glasoberfläche

Ein Lichtstrahl fällt mit einem Einfallswinkel von 70° gegenüber der Senkrechten aus Luft auf eine waagrecht liegende Glasplatte ($n = 1.5$). Die Schwingungsebene des elektrischen Feldvektors bilde einen Winkel $\phi = 30^\circ$ mit der Einfallsebene. Die komplexe Amplitude des einfallenden Feldes setzen wir auf 1.

- a) Skizzieren Sie die geometrische Situation (Richtung der Strahlausbreitung und Polarisation des einfallenden Strahls).
- b) Wie gross sind die Amplituden der s- und der p-polarisierten Komponenten des einfallenden elektrischen Feldes?
- c) Wie gross sind die Feldamplituden und die Phasensprünge für die s- und p-polarisierten Komponenten des transmittierten Lichts?
- d) Welche Richtung hat die Polarisation des transmittierten Strahls?
- e) Wie liesse sich eine Glasoberfläche verwenden, um aus einem unpolarisierten Strahl einen polarisierten Strahl zu erzeugen? Welchen Anteil der Leistung des einfallenden Strahls würde man im polarisierten Strahl erhalten?