

Übungsblatt 4 zur Quantenelektronik

Bereitgestellt: 10.03.08

Abgabe: 17.03.08

Rückgabe: 01.04.08

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

$\left[\frac{ps}{km \cdot nm} \right]$ 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 hierfür 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?