

1 Aufgabe 7.5

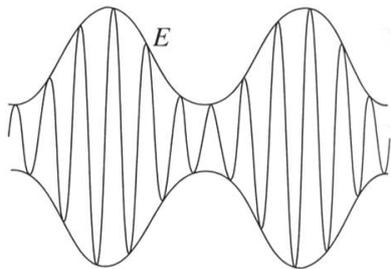
- a) Wie viele Wellenlängen von $\lambda = 500$ nm kommen auf einen 1 m langen Lichtstrahl im Vakuum
 b) Wie viele Wellenlängen sind es, wenn eine 5 cm dicke Glasplatte ($n = 1.5$) in den Weg gebracht wird?
 c) Bestimmen Sie den optischen Wegunterschied zwischen den beiden Fällen
 d) Verifizieren Sie, dass Δ/λ_0 der Differenz zwischen den Lösungen zu (a) und (b) entspricht.

2 Aufgabe 7.18

Abbildung zeigt eine Trägerwelle der Frequenz ω_c , die durch eine Sinuswelle der Frequenz ω_m amplitudenmoduliert wird:

$$E = E_0(1 + a \cos \omega_m t) \cos \omega_c t$$

Zeigen Sie, dass dies äquivalent zur Überlagerung dreier Wellen der Frequenzen ω_c , $\omega_c + \omega_m$ und $\omega_c - \omega_m$ ist. Sind mehrere Modulationsfrequenzen vorhanden, so schreiben wir E als Fourierreihe und summieren über alle ω_m -Werte. Die Glieder $\omega_c + \omega_m$ sind das obere Seitenband, die Glieder $\omega_c - \omega_m$ das untere Seitenband. Welche Bandbreite würden Sie benötigen, um den gesamten hörbaren Bereich zu übertragen.



3 Aufgabe 7.24

Zeigen Sie, dass die Gruppengeschwindigkeit als

$$v_g = \frac{c}{n + \omega(dn/d\omega)}$$

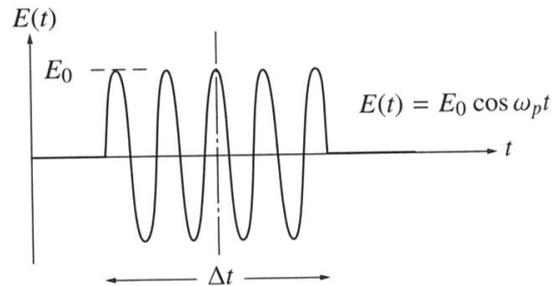
geschrieben werden kann.

4 Aufgabe 7.28

Gegeben sei eine Welle, die sich in einer periodischen Struktur mit $\omega(k) = 2\omega_0 \sin(kl/2)$ ausbreitet. Bestimmen Sie Phase und Gruppengeschwindigkeit. Schreiben Sie Erstere als sinc-Funktion auf.

5 Aufgabe 7.38

Schreiben Sie einen Ausdruck für die Transformierte $A(\omega)$ des harmonischen Impulses in Abbildung auf. Prüfen Sie nach, dass *sinc* u 50 Prozent (oder 0.5) oder mehr für Werte von u ist, die in etwa kleiner als $\pi/2$ sind. Zeigen Sie unter Beachtung dessen, dass $\Delta\nu\Delta t \approx 1$ ist, wobei $\Delta\nu$ die Bandbreite der Transformierten bei der Hälfte ihrer Amplitude ist. Prüfen Sie außerdem nach, dass bei der Hälfte der maximalen Bestrahlungsstärke $\Delta\nu\Delta t \approx 1$ ist. (Wir wollen damit eine gewisse Vorstellung von der Art der Näherungen erhalten, die in der Diskussion verwendet werden)



6 Aufgabe 7.43

Stellen Sie sich vor, wir zerhacken einen kontinuierlichen Laserstrahl (monochromatisch bei $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$) unter Verwendung irgendeines Verschlusses in Pulse von 0.1 ns Dauer. Berechnen Sie die resultierende Linienbreite $\Delta\lambda$, Bandbreite und Kohärenzlänge. Bestimmen Sie die Bandbreite und Linienbreite, die sich ergäbe, wenn wir den Strahl mit 10^{15} Hz zerhackten.

Quelle: E. Eicht, Optik, 5. Auflage (Oldenburg, München, 2009).