1 Aufgabe 1.2

Numerische Berechnung von nichtlinearen optischen Größen.Ein Laser-Strahl der Frequenz ω transportiert eine Leistung von $1W$ und ist auf einen Spalt mit dem Durchmesser 30 μm gerichtet , welcher sich in einem Kristall mit dem Brechnungsindex $n = 2$ und in zweiter Ordnung der Suszeptibilität $\chi^{(2)} = 4 \times 10^{-11}$ m/V befindet.Berechne die Amplitude $P(2\omega)$ der Komponenten der nichtlinearen Polarisation bei der Frequenz 2ω.Berechne nun die Amplitude des Dipolmoments pro Atom $\mu(2\omega)$, welches mit der Frequenz 2ω oszilliert.Vergleiche das Ergebnis mit dem Wert eines Dipols in atomarer Größenordnung, also $e \cdot a_0$, wobei a_0 der Bohrradius ist, und mit der linearen Antwortfunktion des Atoms, also der Komponente $\mu(\omega)$ des Dipolmoments, die mit der Frequenz ω schwingt.Im nächsten Abschnitt werden wir sehen,das unter den oben genannten Bedingungen, fast die komplette einfallende Energie in Frequenzverdopplung übergeht für einen $1cm$ langen Kristall.
[Lösung: $P(2\omega) = 4.7 \times 10^{-11} C/m^3$. Treffe die Annahme, dass $N = 10^{28}$ Atome/m^3 , $\mu(2\omega) = 4.7 \times 10^{-39}$ Cm $= 5.56 \times 10^{-10} ea_0$, wobei $ea_0 = 8.510^{-30}$ Cm. Vergleiche dies mit $P(\omega) = 9.7 \times 10^{-6} C/m^3$ und $\mu(\omega) = 9.7 \times 10^{-34}$ Cm $= 1.1410^{-4} ea_0$, was zeigt, dass $\mu(2\omega)/\mu(\omega) = 4.9 \times 10^{-6}$.]

2 Aufgabe 1.5

Vergleich der zentralsymmetrischen und nicht-zentralsymmetrischen Modelle. Für den nicht-zentralsymmetrischen unharmonischen Oszillator gilt Comparison of the centrosymmetric and noncentrosymmetric models. For the noncentrosymmetric anharmonic oscillator described by Equation:

$$\ddot{\tilde{x}} + 2\gamma\dot{\tilde{x}} + \omega_0^2\tilde{x} + a\tilde{x}^2 = -e\tilde{E}(t)/m$$

Leite einen Außdruck in dritter Näherung für die Verschiebung $\tilde{x}^{(3)}$ und für die Suszeptibilität $\chi^{(3)}$ $(\omega_q, \omega_m, \omega_n, \omega_p)$ her. Vergleiche diese mit mit

$$\chi^{(3)}_{ijkl}(\omega_q, \omega_m, \omega_n, \omega_p) = \frac{Nbe^4[\delta_{ij}\delta_{kl} + \delta_{ik}\delta jl + \delta_{il}\delta_{jk}]}{3\epsilon_0 m^3 D(\omega_q)D(\omega_m)D(\omega_n)D(\omega_p)}$$

für ein rein zentralsymmetrisches Medium. Beachte, dass für ein nicht-zentralsymmetrisches Medium beide oben genannten Effekte auftreten können. Berechne die Größe dieser Effekte und bestimme welcher größer ist.

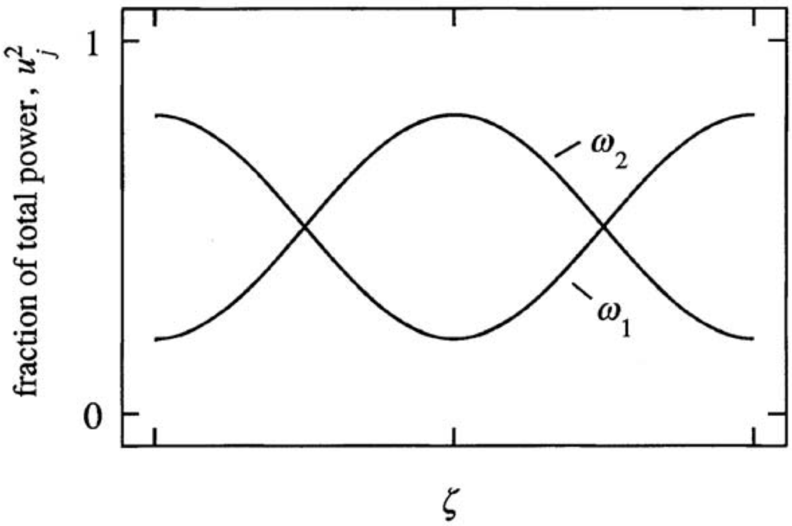
3 Aufgabe 2.1

Frequenzerhöhung[Infrared upconversion].Um Infrarotstrahlung zu erkennen, muss man die Infrarotstrahlung in den sichtbaren Bereich überführen. Dies geschieht mit der Summenfrequenzerzeugung. Angenommen Infrarotstrahlen der Frequenz ω_1 werden überlagern mit einem Lichtstrahl der Frequenz ω_2 um ein Signal mit der Frequenz $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ zu bilden. Leite einen Ausdruck her, der Quanteneffizienz für den Übergang von Infrarot-Photonen zu sichtbaren Photonen beschreibt, wobei dieser von der Länge L, dem nichtlinearen Koeffizienten des Kristalls d_{eff} und dem Phasenunterschied Δk abhängen soll Berechne die Quanteneffizienz für Infrarotstrahlung der Wellenlänge 10 μm, wobei ein $1cm$ langer Kristall verwendet wird und ein

Laser mit einer Wellenlänge von 0.65 μm und einer Leistung von $1W$. Man gehe von gleicher Phase aus.
[Antwort.: $\eta_Q = 2\%$.]

4 Aufgabe 2.6

Frequenzverdopplung .Löse die gekoppelte Amplitudengleichung für den Fall der Frequenzverdopplung mit den Anfangsbedingungen $A_2 = 0$ aber A_1beliebig bei $z = 0$. Nehme an, dass Δk beliebig ist.Skizziere, wie sich $|A(2\omega)|^2$ für verschiedene Werte von z und Δk ändert und notiere dies wie in der untenstehenden Skizze.



Referenz

Nonlinear Optics (Third edition) von **Robert W. Boyd**