

wird am 07.06.2019 besprochen

Aufgabe 12: Phasenanpassung für Frequenzverdopplung in einem BBO Kristall

In einachsigen doppelbrechenden Kristallen (charakterisiert durch die sogenannte optische Achse) können sich aus Gründen der Kristallsymmetrie nur sogenannte ordentliche (ordinary) und außerordentliche (extraordinary) Strahlen ausbreiten. Diese sind senkrecht zueinander polarisiert und die zugehörigen Brechungsindizes werden mit n_o und n_e bezeichnet.

Bei der Frequenzverdopplung im einachsigen doppelbrechenden Kristall BBO erzeugt ein intensiver Lichtpuls der Wellenlänge λ frequenzverdoppeltes Licht der Wellenlänge $\lambda/2$. Die Polarisation des frequenzverdoppelten Lichts wird dabei um 90° relativ zu der Polarisation der Fundamentalwelle gedreht. Der Prozess ist am effektivsten, wenn einfallende und frequenzverdoppelte Welle mit demselben Brechungsindex durch den Kristall laufen (Phasenanpassung).

- a) Die Dispersion des BBO Kristalls ist gegeben durch (λ in μm)

$$n_o^2 = 2,7405 + \frac{0,0184}{\lambda^2 - 0,0179} - 0,0155 \cdot \lambda^2$$

$$n_e^2 = 2,3730 + \frac{0,0128}{\lambda^2 - 0,0156} - 0,0044 \cdot \lambda^2$$

Tragen Sie n_o und n_e gegen λ auf (200 nm – 800 nm). Gibt es in diesem Bereich eine Wellenlänge, bei der die Phasenanpassung erfüllt ist.

- b) Man erreicht auch bei anderen Wellenlängen Phasenanpassung durch Verkippen des Kristalls, da der außerordentliche Strahl einen Brechungsindex $n_e(\theta)$ hat, der vom Winkel θ zwischen k-Vektor des Lichtpulses und optischer Achse des Kristalls abhängt.

$$\frac{1}{n_e^2(\theta)} = \frac{\cos^2(\theta)}{n_o^2} + \frac{\sin^2(\theta)}{n_e^2}$$

Für welchen Kristallwinkel θ erreicht man Phasenanpassung für $\lambda = 800$ nm?

Aufgabe 13: Pockels-Effekt

Beim elektro-optischen Pockels-Effekt wird in einem Kristall (z.B. KD*P) der Dicke d durch Anlegen eines E-Felds Doppelbrechung induziert. Der so erzeugte Phasenunterschied zwischen einer ordentlichen und außerordentlichen Lichtwelle im Kristall ist dann gegeben durch $\Delta\varphi = 2\pi \cdot n_o^3 \cdot r_{63} \cdot E \cdot d/\lambda$.

- a) Welche Spannung muss man an einen KD*P Kristall ($n_o = 1,52$; $r_{63} = 23,3 \text{ pm/V}$) anlegen, um bei der Transmission eines Lichtstrahls ($\lambda = 546,1 \text{ nm}$) einen Phasenunterschied von $\Delta\varphi = \pi$ zu erzeugen?
(Bemerkung: Dieser Phasenunterschied bewirkt eine Drehung der Polarisation um 90°)
- b) Wie könnte man eine solche Pockelszelle als elektro-optischen Schalter verwenden?