

# MATHEMATICA

## ECUACIONES DIFERENCIALES

### EJERCICIO. Generación de segundo armónico

Resolver numéricamente las ecuaciones paramétricas acopladas para la generación de segundo armónico con ondas planas monocromáticas:

$$\frac{d}{dz} E_{\omega}(z) = i \frac{\omega}{n_{\omega} c} \chi^{(2)} E_{2\omega}(z) (E_{\omega}(z))^* \text{Exp}[i (k_{2\omega} - 2 k_{\omega}) z]$$

$$\frac{d}{dz} E_{2\omega}(z) = i \frac{\omega}{n_{2\omega} c} \chi^{(2)} E_{\omega}(z) E_{\omega}(z) \text{Exp}[-i (k_{2\omega} - 2 k_{\omega}) z]$$

Donde  $E_{\omega}$  y  $E_{2\omega}$  son los campos fundamental (incidente) y segundo armónico generado respectivamente,  $\chi^{(2)}$  la susceptibilidad no lineal de segundo orden del material, y  $n_{\omega}$  y  $n_{2\omega}$  los índices de refracción para ambas frecuencias.

Toma los parámetros:  $\lambda=0.8 \mu\text{m}$ ,  $c=0.3 \mu\text{m/fs}$ ,  $n_{\omega}=1.5$ ,  $n_{2\omega}=1.502$ ,  $\chi^{(2)}=0.002$ ,  $E_{\omega}(0)=1$ ,  $E_{2\omega}(0)=0$ , y una longitud del cristal de 2mm

- Asigna las soluciones  $E_{\omega}$  y  $E_{2\omega}$  a funciones. Representa en el mismo gráfico la **intensidad** de la onda fundamental (en rojo) y del segundo armónico (en azul), en el primer milímetro del cristal. Representa en otro gráfico la eficiencia de conversión ( $I_{2\omega}(z) / I_{\omega}(z=0)$ ). Compara los resultados con una situación en la que haya ajuste de fase perfecto ( $n_{\omega}=n_{2\omega}$ ).
- Estudia el efecto de las condiciones iniciales del campo de segundo armónico  $E_{2\omega}(0)$  en el proceso de generación de segundo armónico con ajuste de fase perfecto. Para ello, genera una lista con ternas de valores  $\{ z, I_{2\omega}(0), I_{2\omega}(z) \}$ , donde  $z$  es la distancia de propagación (de 0 a 1 mm) y  $I_{2\omega}(0)$  es la intensidad inicial del haz de segundo armónico. Deja fijo  $E_{\omega}(0)=1$  y cambia las condiciones iniciales del segundo armónico desde  $E_{2\omega}(0)=0$  hasta  $E_{2\omega}(0)=1$  (elige tú el incremento). Representalo en un gráfico de densidad
- Modifica las ecuaciones de a) para introducir absorción lineal del campo de segundo armónico (término  $-\gamma_{2\omega} E_{2\omega}(z)$ ) pero que siga habiendo transparencia para el campo fundamental. Toma por ejemplo  $\gamma_{2\omega}=0.001$ . Representalo gráficamente.



Comenta brevemente los resultados