Formelsammlung Photonik

Wellenlänge

$$\lambda = \frac{c_0}{f\,n} = \frac{\lambda_0}{n} \quad [m]$$

Wellenzahl

$$\nu = \frac{1}{\lambda_0}$$

Feldwellenwiderstand

$$Z_F = \frac{|E|}{|H|} = \sqrt{\frac{\mu_0\,\mu_r}{\epsilon_0\,\epsilon_r}}$$

$$= Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \qquad [\Omega]$$

Im Medium

$$Z_F = \frac{Z_0}{n}$$

Poynting-Vektor

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

$$|\vec{S}| = \frac{1}{2}|\vec{E}|\,|\vec{H}|$$

$$= \frac{|\vec{E}|^2}{2\,Z_F} = I \quad [\frac{W}{m^2}]$$

Leistung

$$P = A\,|\vec{S}| \quad [W]$$

Photonenenergie

$$W_{Phot} = h\,f = h\,\frac{c_0}{\lambda_0} \quad [J]$$

Photonenflussdichte

$$\Phi_{Phot} = \frac{N_{Phot}}{dt\,dA}$$

$$= \frac{I}{W_{Phot}} \quad [\frac{1}{m^2\,s}]$$

Photonenfluss

$$F_{Phot} = \frac{N_{Phot}}{dt} = \Phi_{Phot}\,A \quad [\frac{1}{s}]$$

Snelluissches Brechungsgesetz

$$n_1\,\sin(\alpha_1) = n_2\sin(\alpha_2)$$

n_1 einfallender, n_2 transmittierter Strahl

Fresnelsches Brechungsgesetz

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

Senkrechte Polarisation

$$R_s(\alpha, n)$$

$$= \left[\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2(\alpha)} - \cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2(\alpha)} + cos\alpha}\right]^2$$

$$T_s(\alpha, n) = 1 - R_s(\alpha, n)$$

Parallele Polarisation

$$R_p(\alpha, n)$$

$$= \left[\frac{n\cos(\alpha) - \sqrt{1 - (\frac{\sin(\alpha)}{n})^2}}{n\cos(\alpha) + \sqrt{1 - (\frac{\sin(\alpha)}{n})^2}}\right]^2$$

$$T_p(\alpha, n) = 1 - R_p(\alpha, n)$$

Senkrechter Einfall

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2 = \left(\frac{1 - n}{1 + n}\right)^2$$

Totalreflexion

nur bei dicht $\rightarrow$ duenn

$$\alpha_T = \sin^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$$

Brewster-Winkel

Refl. par. Komp. wird 0, beide Richtungen,

90 Grad zw. Refl. u. Trans.

$$\alpha_B = \tan^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$$

Jones-Vektoren

$$\vec{J} = \frac{1}{\sqrt{|\hat{E}|_x^2 + |\hat{E}_y^2|}}\begin{pmatrix}\hat{E}_x \\ \hat{E}_y\end{pmatrix}$$

$$\vec{J}_{h,\alpha} = \begin{pmatrix}\cos(\alpha) \\ \sin(\alpha)\end{pmatrix}$$

α Winkel z. x-Achse

Vertikaler Linearpolarisator

$$J_v = \begin{pmatrix}0 & 0 \\ 0 & 1\end{pmatrix}$$

Horizontaler Linearpolarisator

$$J_v = \begin{pmatrix}1 & 0 \\ 0 & 0\end{pmatrix}$$

$$\vec{J}_{nachher} = J_x \cdot \vec{J}_{vorher}$$

Normierte Leistung

$$P \sim |\vec{J}|^2$$

AR-Spiegel

Beschichtungsmaterial

$$n_{AR} = \sqrt{n_1 n_2}$$

Dicke

$$d_{AR} = \frac{\lambda_{AR}}{4} = \frac{\lambda_0}{4 n_{AR}}$$

Vibrationsenergie

$$W_{vib} = h f_{vib}(\nu + \frac{1}{2}) \quad [J, eV]$$

$\nu = 0, 1, 2...$, aequidistant

Rotationsenergie

$$W_{rot} = BJ(J+1) \quad [J, eV]$$

$J = 0, 1, 2...$, nicht aequidistant

B: Molekuelspez. Konst.

Besetzungsdichte

$$N_\nu = \frac{Anzahl\mu S}{Volumen} \quad [\frac{1}{cm^3}]$$

Gesamtbesetzungsdichte

$$N_g = \sum_\nu N_n u$$

Boltzmann-Verteilung

$$\frac{N_\nu}{N_\mu} = e^{-(\frac{W_\nu - W_\mu}{kT})}$$

Absolutwerte

Mit $W_1 = 0$

$$N_\nu = N_g \frac{e^{-(\frac{W_\nu}{kT})}}{\sum_{i=1}^{\infty} e^{-(\frac{W_i}{kT})}}$$

$$= N_g \frac{e^{-(\frac{W_\nu}{kT})}}{Q(T)} \quad [\frac{1}{cm^3}]$$

Zustandssumme

$$Q(T) = \sum_{i=1}^{\infty} e^{-(\frac{W_i}{kT})}$$

Quantenwirkungsgrad

$$\nu_q = \frac{W_{LaserPhot}}{W_{PumpPhot}}$$

Leistungskleinsignalverstaerkung

$$g_{KS} = \sigma(N_2 - N_1) \quad [\frac{1}{m}]$$

Wechselwirkungsquerschnitt

$$\sigma = \frac{\lambda_L^2}{8\pi\tau_2}\gamma(f)$$

$\gamma(f)$: Linienprofilfkt. Form d. Verbreiterung geg.