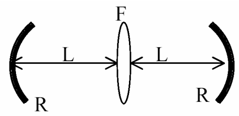
044339 אלקטרואופטיקה 1, דף נוסחאות

מטריצות מעבר:

קו ישר:	עדשה:	מעבר דיאלקטרי:	מעבר דיאלקטי כדורי:	מראה כדורית:	:d1→lens→d2
$\begin{pmatrix}1 & d\\ 0 & 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1 & 0\\ -1/f & 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & n_1/n_2\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1 & 0\\ \frac{n_2-n_1}{n_2R} & n_1/n_2\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1 & 0\\ -2/R & 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1-\frac{d_2}{f} & d_1+d_2-\frac{d_1d_2}{f}\\ -\frac{1}{f} & 1-\frac{d_1}{f}\end{pmatrix}$

תנאי יציבות:



כללית: $\left|\frac{A+D}{2}\right|<1$ $\quad 0<\left(1-\frac{L}{R}\right)\left(1-\frac{L}{2F}\right)<1$

מהוד סימטרי: $\left(1-\frac{L}{R}\right)<1$

מהוד לא סימטרי: $0\le\left(1-\frac{L}{R_1}\right)\left(1-\frac{L}{R_2}\right)\le 1$

קוהרנטיות:

פונקצית קוהרנטיות זמנית: $\Gamma(\tau)=\left\langle U(t+\tau),U^*(t)\right\rangle,\quad \gamma(\tau)=\Gamma(\tau)/\Gamma(0)$

קוהרנטיות מרחבית: $\Gamma(\vec{r}_1,\vec{r}_2)=\left\langle U(\vec{r}_1),U^*(\vec{r}_2)\right\rangle$

מהוד FP :

$$F.S.R=\Delta\nu=\frac{c_0}{2n_2L\cos\theta}\qquad F\triangleq\frac{\Delta\nu}{\Delta\nu_{1/2}}=\frac{\pi\sqrt{R}}{1-R}\ ,\ \Delta\nu_{1/2}=\frac{c}{2nLF}\qquad \delta=\frac{2\pi nl\cos\theta}{\lambda}$$

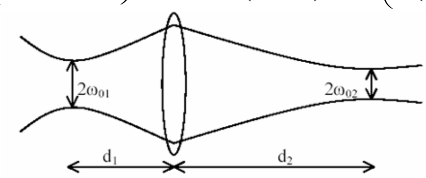
מעבר לזה יש יותר מדי לכתוב, תסתכל בתרגול.

אלומות גאוסיות:

חוק ABCD: (מותן: $\mathrm{Re}(q)=0$)

$$q_{out}=\frac{Aq_{in}+B}{Cq_{in}+D}\qquad q=z+iz_0,\quad z_0=\frac{\pi\omega_0^2 n}{\lambda}\qquad I=I_0\left(\frac{\omega_0}{\omega(z)}\right)^2\exp\left(2\left(\frac{r}{\omega(z)}\right)^2\right)\qquad \omega^2(z)=\omega_0^2\left(1+\left(\frac{z}{z_0}\right)^2\right)$$

$$\omega_0=\sqrt{\frac{z_0\lambda}{\pi n}}\qquad R(z)=z\left(1+\left(\frac{z_0}{z}\right)^2\right)\qquad \eta(z)=\arctan\left(\frac{z}{z_0}\right)$$



מידוק אלומה גאוסית: (מותן בעדשה)

$$l=\frac{f}{1+\left(f/z_{01}\right)^2}\qquad \frac{\omega_{after}}{\omega_{before}}=\frac{f}{\sqrt{z_{01}^2+f^2}}$$

עבור המקרה הזה:

$$d_2=\frac{d_1\left(\frac{d_1}{f}-1\right)+\frac{z_{01}^2}{f}}{\left(\frac{d_1}{f}-1\right)^2+\frac{z_{01}^2}{f^2}}\qquad \frac{\omega_{after}}{\omega_{before}}=\frac{f}{\sqrt{z_{01}^2+\left(f-d_1\right)^2}}$$

מהודים:

מהוד מראות סימטרי: $z_0^2=0.25\cdot(2R-l)l$

אופן אורכי (longitudinal): $\nu_p=cp/2L,\quad p\in\mathbb{Z}$, אופנים רוחביים, תסתכל בתרגול.

מעבר לזה אין לי כוח להעתיק, יש בתרגול.

תווך מגביר:

$$w_{ij}=\frac{\lambda_{ij}^2 I_\nu g(\nu)}{8\pi n^2 h\nu_{ij}t_{ij}}$$

לורנציאן: $g(\nu)=\frac{\Delta\nu}{2\pi\left[(\nu-\nu_0)^2+(\Delta\nu/2)^2\right]}$

הגבר אקספוננציאלי: $\gamma(\nu)=\frac{(N_2-N_1)c^2g(\nu)}{8\pi n^2\nu^2 t_{spont}}$

עוצמה: $I_\nu(z)=I_\nu(0)e^{\gamma(\nu)z}$

שקיפות: $\gamma(\nu)=0\quad N_1=N_2,$ היפוך אוכלוסין במצב שיש רק שאיבה: ΔN^0

$$\gamma_0(\nu)=\frac{\Delta N_0\lambda^2 g(\nu)}{8\pi n^2 t_{spont}}\qquad \gamma(\nu)=\frac{\gamma_0(\nu)}{1+I_\nu/I_s(\nu)}\qquad I_s(\nu)=\frac{8\pi n^2 h\nu}{\left(t_2/t_{spont}\right)\lambda^2 g(\nu)}$$

במערכות יעילות: $t_2\simeq t_{spont}$

הספקים במהודים: P_e = emmitted power, P_s = spontaneous power, P_0 = output power ,l=length ,L=loss

$$P_e = P_s\left(\frac{R}{R_t}-1\right)=\left(\frac{g_0}{L}-1\right)=\left(\frac{\gamma_0}{\gamma_{th}}-1\right), g_0=\gamma_0 l\ , L=\gamma_{th} l\ , L_i=\alpha l\ , L=T+L_i\ , \gamma_{th}=\alpha-\frac{1}{l}\ln r_1 r_2$$

$$P_{o,opt}=I_s A\left(\sqrt{g_0}-\sqrt{L_i}\right)^2, T_{opt}=-L_i+\sqrt{g_0 L_i}$$

מודולציה אלקטרואופטית:

המטריצה הגדולה:

$$\begin{pmatrix} x & y & z \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1/n_x^2+r_{11}E_x+r_{12}E_y+r_{13}E_z & r_{61}E_x+r_{62}E_y+r_{63}E_z & r_{51}E_x+r_{52}E_y+r_{53}E_z \\ r_{61}E_x+r_{62}E_y+r_{63}E_z & 1/n_y^2+r_{21}E_x+r_{22}E_y+r_{23}E_z & r_{41}E_x+r_{42}E_y+r_{43}E_z \\ r_{51}E_x+r_{52}E_y+r_{53}E_z & r_{41}E_x+r_{42}E_y+r_{43}E_z & 1/n_z^2+r_{31}E_x+r_{32}E_y+r_{33}E_z \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}=1$$

פיגור אלקטרואופטי:

מציאת מקדמי שבירה: $\frac{1}{n_{new}^2}=\frac{1}{n_{old}^2}+\delta^2 \Rightarrow n_{new}=n_{old}-\frac{n_{old}^3\delta}{2}$, כאשר: $n_{new}\approx n_{old}$

הפרש פאזה: $\Gamma=\phi_{x'}-\phi_{y'}=z\frac{\omega}{c}\left(n_{x'(new)}-n_{y'(new)}\right)=z\frac{2\pi}{\lambda}\Delta n$

מקטבים: α=זווית הפְּלָטָה, Γ, הפרש פאזה, בהנחה שאין אובדן עוצמה במקטב הראשון.

פלטת $\lambda/2$: בין זוג מקטבים אידאלים מקבילים: $I_{out}=I_{in}\cos^2 2\alpha$

פלטת $\lambda/4$: בין זוג מקטבים אידאלים מקבילים: $I_{out}=I_{in}(1-1/2\sin^2 2\alpha)=I_{in}(\cos^4\alpha+\sin^4\alpha)$

בכלל: מקטבים ניצבים: $I_{out}=4I_{in}\cos^2\alpha\sin^2\alpha\sin^2\frac{\Gamma}{2}\ , E_{out}=E_{in}\cos\alpha\sin\alpha\left(1-e^{i\Gamma}\right)$

מקטבים מקבילים: $I_{out}=I_{in}\left(\cos^4\alpha+2\cos^2\alpha\sin^2\alpha\cos\Gamma+\sin^4\alpha\right)\ , E_{out}=E_{in}\left(\cos^2\alpha+e^{i\Gamma}\sin^2\alpha\right)$

הנחה: אור בלתי מקוטב העובר דרך מקטב - העוצמה יורדת ל-1/2.