Užití matic.

Lenka Přibylová

6. srpna 2010

Obsah

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} \qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$$

$$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} \qquad D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$$

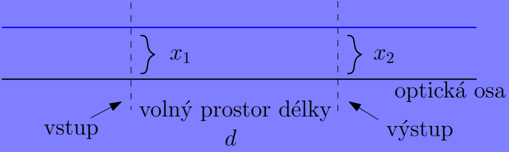
Označením *výraz*$|_{y_1=0}$ rozumíme, že výraz počítáme pro $y_1 = 0$.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1,$ $\qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$

Paprsek je rovnoběžný s optickou osou, protože, $y_1 = \operatorname{tg}\varphi = 0$, jeho vzdálenost x_1 od optické osy na vstupu se na výstupu nezmění.



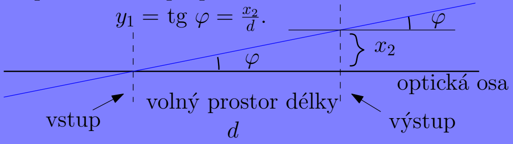
Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

$$
\begin{aligned}
x_2 &= Ax_1 + By_1 \\
y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde}
\end{aligned}
$$

$A = \frac{x_2}{x_1}|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}| = 1,$ $\qquad$ $B = \frac{x_2}{y_1}|_{x_1=0} = d,$

$C = \frac{y_2}{\;}|_{\;=0}$ $\qquad$ $D = \frac{y_2}{\;}|_{\;=0}$

Na vstupu leží paprsek na optické ose $(x_1 = 0)$
a pro úhel vstupu platí
$y_1 = \operatorname{tg}\varphi = \frac{x_2}{d}.$



Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1, \qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = d,$$

$$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = 0, \qquad D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$$

Paprsek je rovnoběžný s optickou osou, protože $y_1 = 0$, jeho úhel se na výstupu nemění, tj. $y_2 = 0$.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1, \qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = d,$$

$$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = 0, \qquad D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = \frac{y_1}{y_1} = 1.$$

Tangens úhlu vstupu y_1 se na výstupu nemění, tj. $y_2 = y_1$.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + d y_1 \\ y_2 &= y_1 \end{aligned}$$

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d.

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + dy_1 \\ y_2 &= y_1 \end{aligned}$$

a přenosová matice je

$$\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0}$ $\qquad$ $B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$

$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0}$ $\qquad$ $D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$

Označením *výraz*$|_{y_1=0}$ rozumíme, že výraz počítáme pro $y_1 = 0$.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$A = \frac{x_2}{x_1}|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}| = 1,$ $\qquad B = \frac{x_2}{y_1}|_{x_1=0}$

$C = \frac{y_2}{x_1}|_{y_1=0}$ $\qquad D = \frac{y_2}{y_1}|_{x_1=0}$

Předpokládáme, že jde o tenkou čočku, tj. vstup x_1 a výstup x_2 je stejný.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1,$ $\quad$ $B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = 0,$

$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0}$ $\quad$ $D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$

Pro vstup $x_1 = 0$ je výstup $x_2 = 0$.

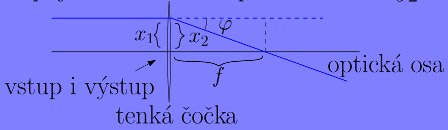
Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1, \qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = 0,$$

$$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{-\frac{x_1}{f}}{x_1} = -\frac{1}{f}, \qquad D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0}$$

Paprsek vstupuje rovnoběžně s optickou osou a $y_2 = \operatorname{tg}\varphi = \frac{-x_1}{f}$,



Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

$$\begin{aligned} x_2 &= Ax_1 + By_1 \\ y_2 &= Cx_1 + Dy_1, \quad \text{kde} \end{aligned}$$

$$A = \frac{x_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{x_1}{x_1}\Big| = 1, \qquad B = \frac{x_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = 0,$$

$$C = \frac{y_2}{x_1}\Big|_{y_1=0} = \frac{-\frac{x_1}{f}}{x_1} = -\frac{1}{f}, \qquad D = \frac{y_2}{y_1}\Big|_{x_1=0} = \frac{y_1}{y_1} = 1.$$

Úhel na výstupu y_2 je v případě vstupu v místě optické osy $x_1 = 0$ nulový.

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 \\ y_2 &= -\frac{1}{f}x_1 + y_1 \end{aligned}$$

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f.

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 \\ y_2 &= -\frac{1}{f}x_1 + y_1 \end{aligned}$$

a přenosová matice je

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ a přenosová matice druhé tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Výstup z prvního optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Výstup z prvního optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix},$$

výstup z druhého optického prvku (úseku prostoru) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

Výstup z prvního optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix},$$

výstup z druhého optického prvku (úseku prostoru) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

a výstup z třetího optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

a výstup z třetího optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

a výstup z třetího optického prvku (tenké čočky) je dán zobrazovací rovnicí

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}.$$

Přenosová matice je tedy dána součinem matic

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -\frac{1}{3} & \frac{29}{30} \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -\frac{1}{3} & \frac{29}{30} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -\frac{1}{3} & \frac{29}{30} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} =$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 3$ m.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -\frac{1}{3} & \frac{29}{30} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -\frac{1}{3} & \frac{29}{30} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} \frac{19}{20} & \frac{1}{10} \\ -\frac{49}{60} & \frac{29}{30} \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice dalšího úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d_1 = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d_2 = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice dalšího úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ a přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -2 & \frac{4}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{3}{4} & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

Násobíme první dvě matice a poslední dvě matice, násobení jednotkovou maticí výsledek nemění.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.5$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.1$ m a konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{10} \\ -2 & \frac{4}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{3}{4} & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{7}{10} & \frac{2}{5} \\ -\frac{7}{5} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}.$$

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$$

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix}$,

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix}$,

tj. přenosová matice čočky je dána součinem $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix}$, tj. přenosová matice čočky je dána součinem $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} + \frac{1-n}{R_1} & 1 \end{pmatrix}$$

Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix}$, tj. přenosová matice čočky je dána součinem $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} + \frac{1-n}{R_1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix}.$$

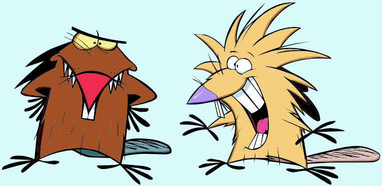
Odvoďte přenosovou matici tenké čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Tenká čočka je složená ze dvou povrchů, vzdálenost mezi nimi zanedbáváme. Přenosová refrakční matice vstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix}$, tj. přenosová matice čočky je dána součinem $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} + \frac{1-n}{R_1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix}$. To odpovídá vztahu pro mohutnost tenké čočky jako součtu mohutností jednotlivých povrchů $D = D_1 + D_2 = \frac{n-1}{R_1} + \frac{1-n}{R_2} = (n-1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) = \frac{1}{f}$.

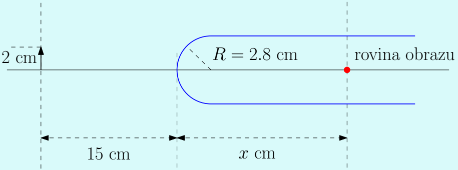
Odvoďte přenosovou matici obecné čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2 a vrcholové tloušťce d, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

Odvoďte přenosovou matici obecné čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2 a vrcholové tloušťce d, která je z materiálu o indexu lomu n, umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

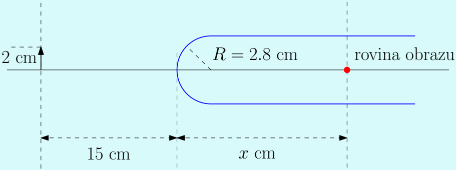
Nepředpokládejte, že řešení domácí úlohy najdete zde.



Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

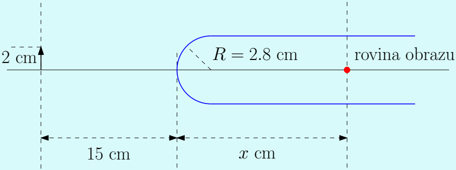


Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



Systém je složen z volného prostoru s přenosovou maticí $\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

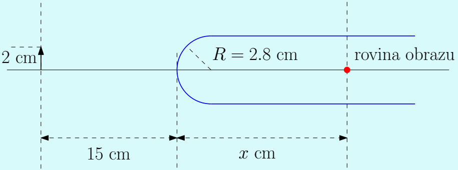


Systém je složen z volného prostoru s přenosovou maticí $\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

sférického povrchu s přenosovou refrakční maticí

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix}$$

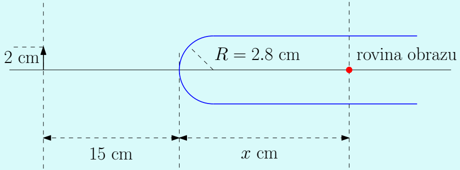
Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



Systém je složen z volného prostoru s přenosovou maticí $\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, sférického povrchu s přenosovou refrakční maticí

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{-0.56}{2.8 \cdot 1.56} & \frac{1}{1.56} \end{pmatrix}$$

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



Systém je složen z volného prostoru s přenosovou maticí $\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, sférického povrchu s přenosovou refrakční maticí

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{-0.56}{2.8 \cdot 1.56} & \frac{1}{1.56} \end{pmatrix}$$

a volného prostoru od vrcholu tyče k obrazu v neznámé vzdálenosti x.

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n} \end{pmatrix}.$$

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n} \end{pmatrix}.$$

Protože víme, že vstupní a výstupní roviny optického systému jsou konjugované, musí být pravý horní člen přenosové matice nulový, tj. musí platit $d + x\left(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}\right) = 0.$

Pravý horní člen matice je skalárním součinem prvního řádku první matice a druhého sloupce druhé matice. Je-li nulový, pak $\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ C & D \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}$, tj. $x_2 = Ax_1$ nezávisí na úhlech vstupu a výstupu.

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n} \end{pmatrix}.$$

Protože víme, že vstupní a výstupní roviny optického systému jsou konjugované, musí být pravý horní člen přenosové matice nulový, tj. musí platit $d + x(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}) = 0$. Odtud

$$x = \frac{-d}{\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}} = \frac{-d}{\frac{d(1-n)+R}{Rn}} = \frac{-dRn}{d(1-n)+R} = \frac{-15\cdot 2.8\cdot 1.56}{15\cdot(-0.56)+2.8} = 11.7\text{ cm}.$$

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n} \end{pmatrix}.$$

Protože víme, že vstupní a výstupní roviny optického systému jsou konjugované, musí být pravý horní člen přenosové matice nulový, tj. musí platit $d + x(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}) = 0$. Odtud

$$x = \frac{-d}{\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}} = \frac{-d}{\frac{d(1-n)+R}{Rn}} = \frac{-dRn}{d(1-n)+R} = \frac{-15\cdot 2.8\cdot 1.56}{15\cdot(-0.56)+2.8} = 11.7\text{ cm}.$$

Pro výstup platí

$$x_2 = Ax_1 = (1 + x\frac{1-n}{Rn})x_1 = (1 + 11.7\frac{-0.56}{2.8\cdot 1.56}) \cdot 2 = -1\text{ cm},$$

Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.

Přenosovou matici systému proto můžeme napsat jako součin

$$\begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & d \\ \frac{1-n}{Rn} & \frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n} \end{pmatrix}.$$

Protože víme, že vstupní a výstupní roviny optického systému jsou konjugované, musí být pravý horní člen přenosové matice nulový, tj. musí platit $d + x(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}) = 0$. Odtud

$$x = \frac{-d}{\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}} = \frac{-d}{\frac{d(1-n)+R}{Rn}} = \frac{-dRn}{d(1-n)+R} = \frac{-15 \cdot 2.8 \cdot 1.56}{15 \cdot (-0.56) + 2.8} = 11.7 \text{ cm.}$$

Pro výstup platí

$$x_2 = Ax_1 = (1 + x\frac{1-n}{Rn})x_1 = (1 + 11.7\frac{-0.56}{2.8 \cdot 1.56}) \cdot 2 = -1 \text{ cm},$$

obraz ve vzdálenosti 11.7 cm má tedy velikost 1 cm a je převrácený.

KONEC