

Užití matic.

Lenka Přibylová

17. listopadu 2010

Obsah

Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici.	3
Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici.	11
Napište přenosovou matici mikroskopu.	19
Napište přenosovou matici Newtonova dalekohledu.	32
Odvoďte přenosovou matici tenké čočky.	43
Odvoďte přenosovou matici obecné čočky.	50
Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.	52

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 .

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

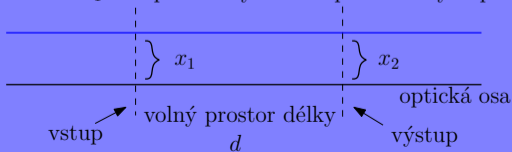
Označením $výraz|_{y_1=0}$ rozumíme, že výraz počítáme pro $y_1 = 0$.

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

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

$$\begin{aligned}A &= \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right|_{x_1=0} = 1, & B &= \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} \\C &= \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} & D &= \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}\end{aligned}$$

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.

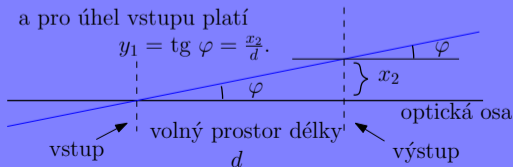


Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro úsek volného prostoru o délce d .

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

$$\begin{aligned}A &= \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1, & B &= \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = d, \\C &= \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} & D &= \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}\end{aligned}$$

Na vstupu leží paprsek na optické ose ($x_1 = 0$)
a pro úhel vstupu platí



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

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

$$\begin{aligned}A &= \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1, & B &= \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = d, \\C &= \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = 0, & D &= \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}\end{aligned}$$

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 .

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1,$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = d,$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = 0,$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = \frac{y_1}{y_1} = 1.$$

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

$$x_2 = x_1 + dy_1$$

$$y_2 = y_1$$

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

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$x_2 = x_1 + dy_1$$

$$y_2 = y_1$$

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 .

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

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 .

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1,$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

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 .

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1,$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = 0,$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0}$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

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

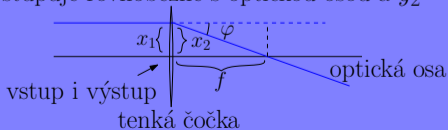
Napište zobrazovací rovnice a přenosovou matici pro tenkou čočku o ohniskové vzdálenosti f .

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

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

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \frac{-x_1}{x_1} = -\frac{1}{f}, \quad D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0}$$

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



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

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

$$A = \left. \frac{x_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \left. \frac{x_1}{x_1} \right| = 1,$$

$$B = \left. \frac{x_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = 0,$$

$$C = \left. \frac{y_2}{x_1} \right|_{y_1=0} = \frac{-x_1}{x_1} = -\frac{1}{f},$$

$$D = \left. \frac{y_2}{y_1} \right|_{x_1=0} = \frac{y_1}{y_1} = 1.$$

Úhel na výstupu y_2 je v případě vstupu v místě optické osy $x_1 = 0$ totožný s úhlem vstupu (symetrie).

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

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$x_2 = x_1$$

$$y_2 = -\frac{1}{f}x_1 + y_1$$

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

Zobrazovací rovnice jsou tedy

$$x_2 = x_1$$

$$y_2 = -\frac{1}{f}x_1 + y_1$$

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 $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

Jedná se o mikroskop s tubusovou vzdáleností $\Delta = 200$ mm.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

Jedná se o mikroskop s tubusovou vzdáleností $\Delta = 200$ mm.

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

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

Jedná se o mikroskop s tubusovou vzdáleností $\Delta = 200$ mm.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

Jedná se o mikroskop s tubusovou vzdáleností $\Delta = 200$ mm.

Přenosová matice první tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ a přenosová matice druhé tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix}$.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

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

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

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

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

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

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

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

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

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

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \end{pmatrix},$$

tj.

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix}.$$

Přenosová matice je tedy dána součinem matic

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ -\frac{1}{5} & -\frac{21}{5} \end{pmatrix},$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ -\frac{1}{5} & -\frac{21}{5} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ -\frac{1}{5} & -\frac{21}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 1$ cm, úseku volného prostoru o délce $d = 26$ cm a další tenké čočky s ohniskovou vzdáleností $f_2 = 5$ cm.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ -\frac{1}{5} & -\frac{21}{5} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{5} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 26 \\ -\frac{1}{5} & -\frac{21}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} -25 & 26 \\ 4 & -\frac{21}{5} \end{pmatrix}.$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na

dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová

matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na

dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová

matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice

rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na

dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová

matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice

rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice dalšího úseku volného

prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Jedná se o Newtonův dalekohled.

Abychom nemuseli počítat s desetinnými čísly, převedeme jednotky na

dm. Přenosová matice úseku volného prostoru je pak $\begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

přenosová matice zakřiveného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix}$, přenosová

matice úseku volného prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice

rovinného zrcadla je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, přenosová matice dalšího úseku volného

prostoru je $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ a přenosová matice tenké čočky je $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix}$.

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Násobení jednotkovou maticí výsledek nemění. Volný prostor délky 8 dm a 3 dm oddělný rovinným zrcadlem je vlastně totožný volným prostorem délky 11 dm.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ -10 & -109 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ -\frac{1}{10} & 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Napište přenosovou matici pro optický systém složený z úseku volného prostoru o délce $d = 1$ m, konkávního zakřiveného zrcadla s poloměrem křivosti $R = 2$ m, úseku volného prostoru o délce $d = 0.8$ m, rovinného zrcadla, úseku volného prostoru o délce $d = 0.3$ m a tenké čočky o ohniskové vzdálenosti $f_1 = 0.1$ m.

Přenosová matice optického systému je proto dána součinem

$$\begin{aligned}
 & \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -10 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 11 \\ -10 & -109 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ -\frac{1}{10} & 0 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} -\frac{1}{10} & 10 \\ \frac{9}{10} & -100 \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \text{ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix},$$

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

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \text{ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix},$$

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

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \text{ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix},$$

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

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1-n}{R_1 n} & \frac{1}{n} \end{pmatrix} \text{ a refrakční matice výstupní zakřivené plochy je } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} & n \end{pmatrix},$$

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

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n-1}{R_2} + \frac{1-n}{R_1} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix}. \text{ To odpovídá vztahu pro mohutnost}$$

tenké čočky jako součtu mohutností jednotlivých povrchů

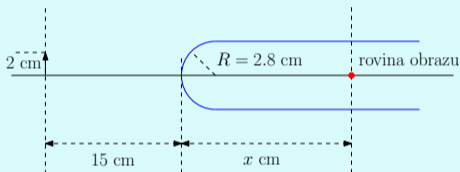
$$D = D_1 + D_2 = \frac{n-1}{R_1} + \frac{1-n}{R_2} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{f}.$$

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.

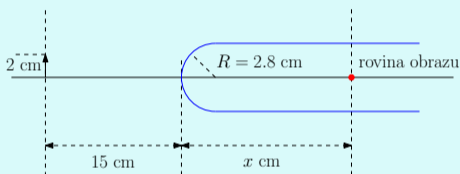
Odvoďte přenosovou matici obecné čočky o poloměrech křivosti vstupu R_1 a výstupu R_2 a vrcholové tloušťce d , která je z materiálu o indexu lomu n , umístěná ve vzduchu. Určete její ohniskovou vzdálenost a mohutnost.

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.

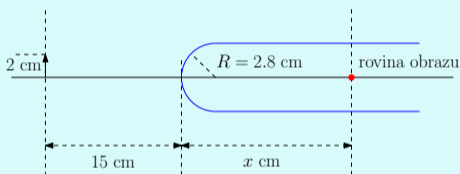


Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



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

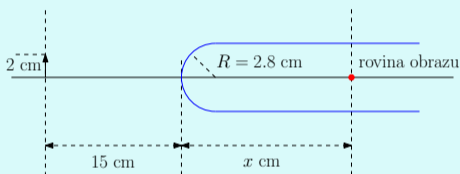
Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



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

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

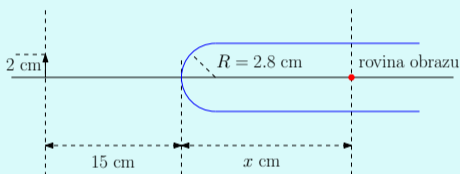
Plastová tyč s indexem lomu $n = 1.56$ je ukončena sférickým povrchem o poloměru $R = 2.8$ cm. Objekt vysoký 2 cm je umístěn ve vzdálenosti $d = 15$ cm od tyče. Zjistěte umístění a velikost obrazu v tyči.



System 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.



System 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.

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 $d + x\left(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}\right) = 0$. 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 $d + x\left(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}\right) = 0$. 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

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

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 $d + x\left(\frac{d(1-n)}{Rn} + \frac{1}{n}\right) = 0$. 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

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

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

KONEC