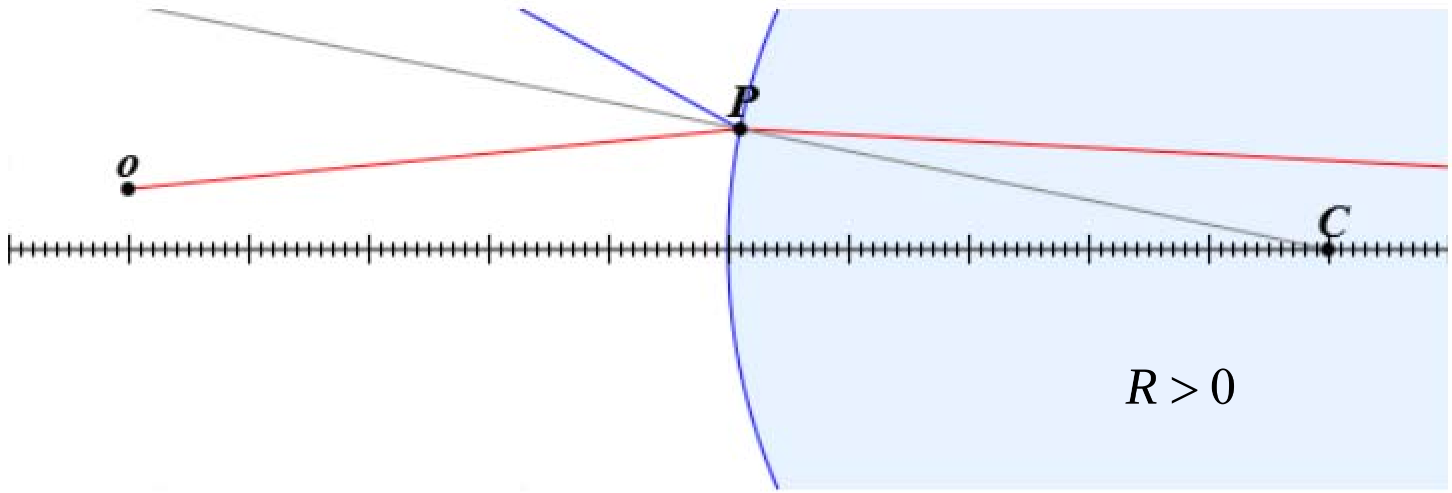
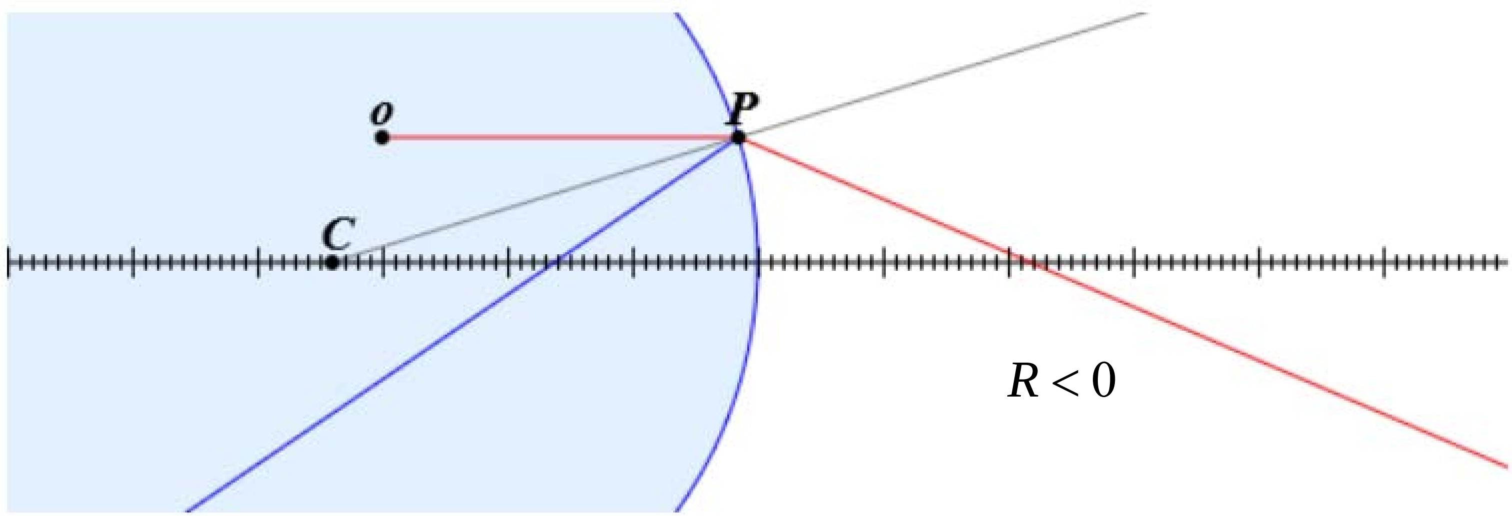
26. Optik

25. Jan. 2019

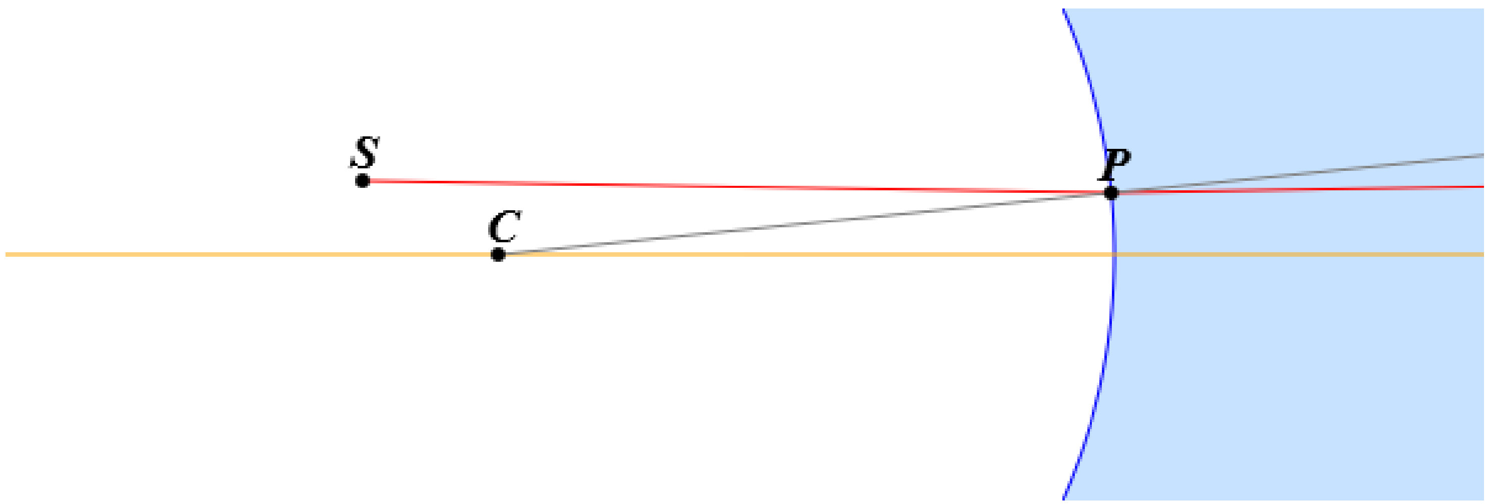
Brechung an einer gekrümmten Grenzfläche





Brechung an einer konkaven Grenzfläche

Eine konkave Grenzfläche sei durch einen Kreis mit dem Radius $R = 5$ cm und dem Mittelpunkt C an $(x_c = 0, y_c = 0)$ gegeben. Ein an der Position S $(x_0 =$ -1.1, $y_0 =$ 0.60) cm emittierter Lichtstrahl trifft auf diese Fläche am Punkt P in der Höhe $y_p =$ 0.50 cm. Der Brechungsindex ist $n_1 = 1$ links und $n_2 =$ 1.4 rechts der Grenzfläche. Wie groß ist der Winkel, welcher von der Normalen auf die Grenzfläche am Punkt P (die C und P verbindende graue Linie) und dem gebrochenen Strahl eingeschlossen wird?



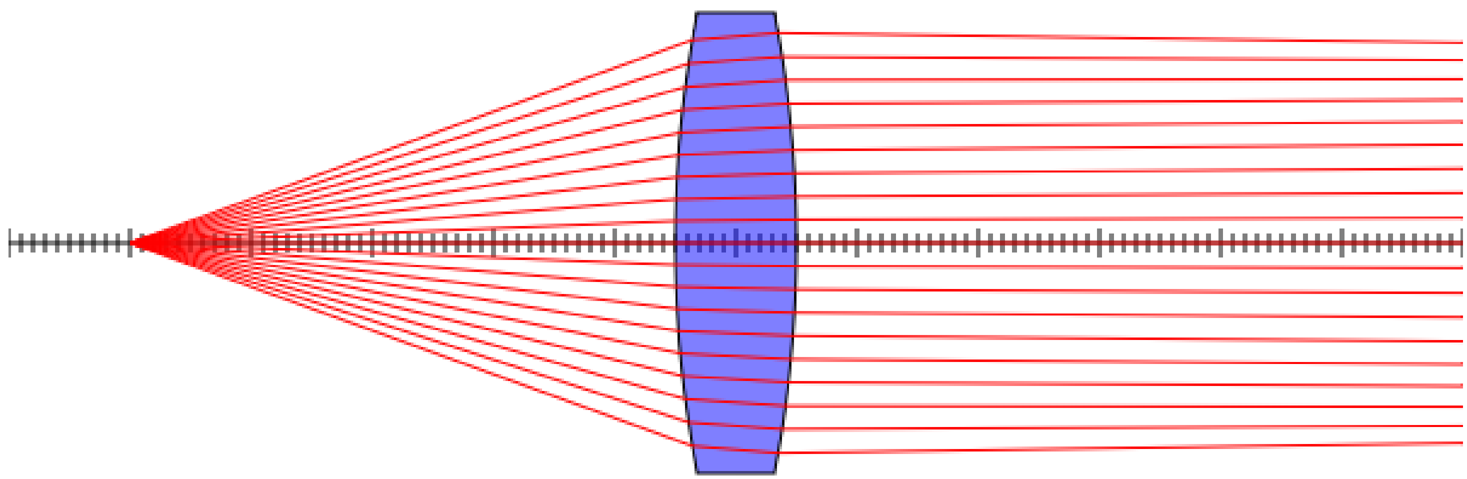
Lösung

Dicke Linsen

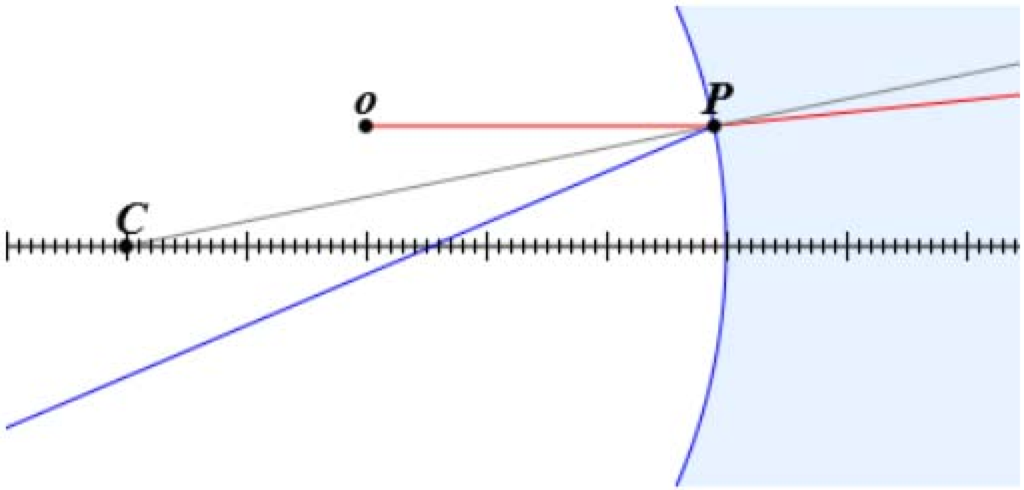
$R_1 =$	10	[cm]	
$R_2 =$	-10	[cm]	
$d =$	1	[cm]	
$x_o =$	-5	[cm]	
$y_o =$	0	[cm]	

	Rot	Grün	Blau
$n_{\text{Umg}} =$	1	1	1
$n_{\text{Linse}} =$	2	2.5	3

show: ☑ Rot ☐ Grün ☐ Blau plot



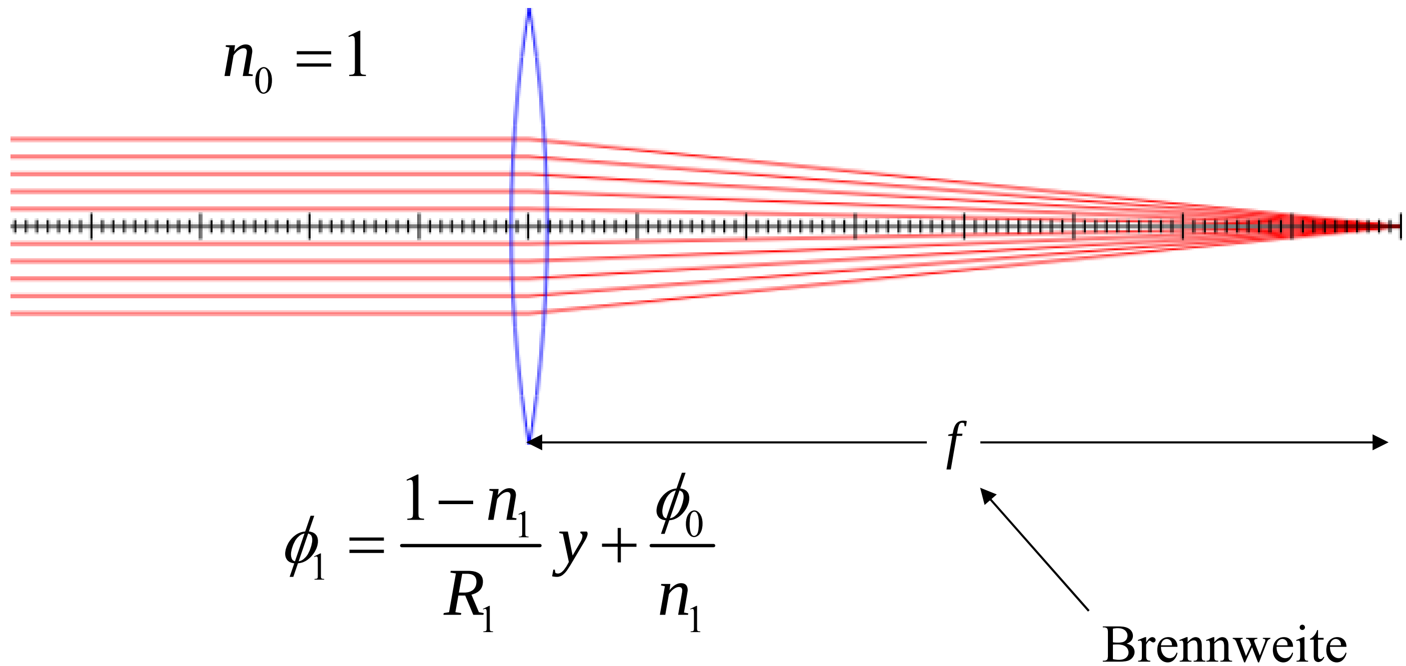
Brechung



Methode 1: mit Vektoren $$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

Methode 2: kleinen Winkeln zur optischen Achse $$\phi_{i+1} = \frac{n_1 - n_2}{n_2 R} y_i + \frac{n_1}{n_2}\phi_i$$

dünne Linsen (kleinen Winkeln)



$$\phi_1 = \frac{1-n_1}{R_1} y + \frac{\phi_0}{n_1}$$

$$\phi_2 = \frac{n_1 - 1}{R_2} y + n_1 \left(\frac{1-n_1}{R_1} y + \frac{\phi_0}{n_1} \right)$$

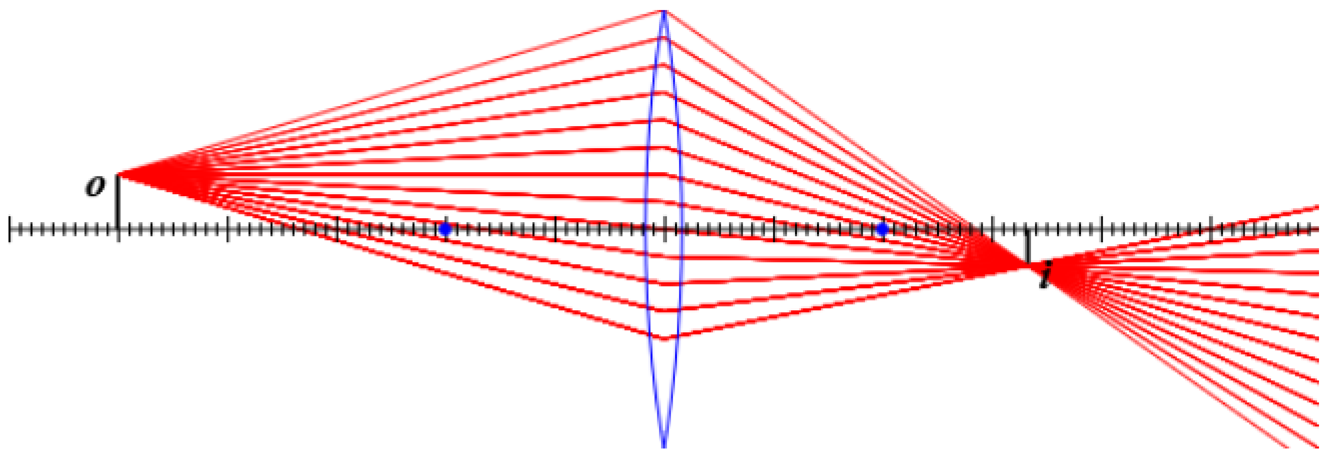
$$\boxed{\phi_{i+1} = -\frac{y_i}{f} + \phi_i}$$

$$\frac{1}{f} = (n_1 - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Abbildungsgleichung für dünne Linsen

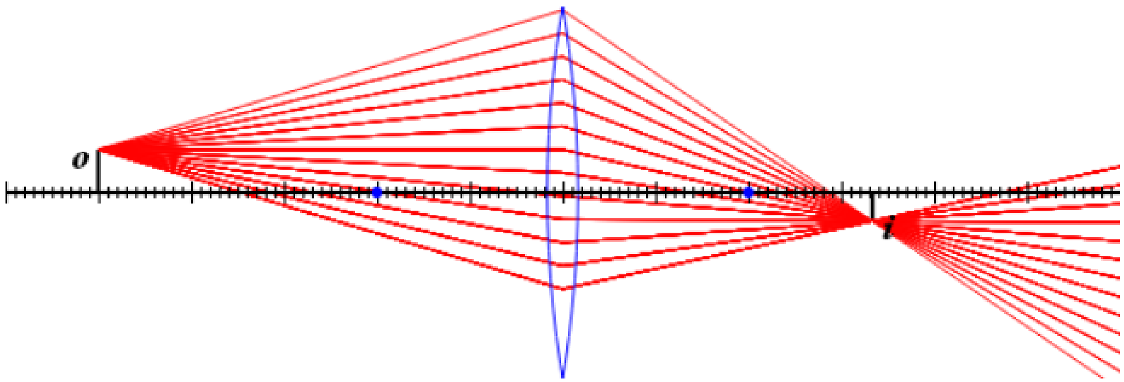
$f =$	2	[cm]			
$x_o =$	-5	[cm]			
$y_o =$	0.5	[cm]			
$x_i =$	3.33333	[cm]	$D =$	50.0000	[m^{-1}]
$y_i =$	-0.333333	[cm]	$m =$	-0.666667	

plot



$$-\frac{1}{x_o}+\frac{1}{x_i}=\frac{1}{f}$$

Abbildungsgleichung für dünne Linsen



$$x_i = \frac{f x_o}{f + x_o}$$

$$y_i = y_o \left(\frac{f}{f + x_o} \right)$$

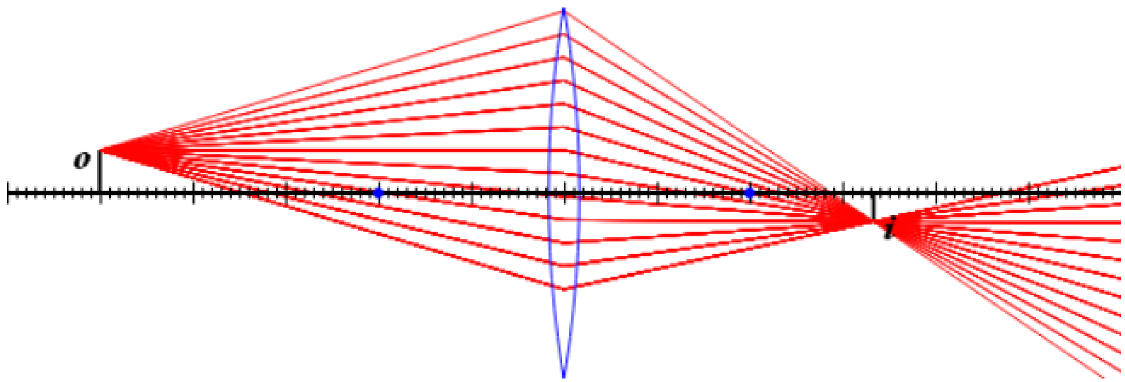
$$\boxed{\frac{1}{x_i} - \frac{1}{x_o} = \frac{1}{f}}$$

$$\boxed{m = \frac{y_i}{y_o} = \left(\frac{f}{f + x_o} \right)}$$

dünne Linsen

Sammellinse

$f > 0$



Zerstreuungslinse

$f < 0$