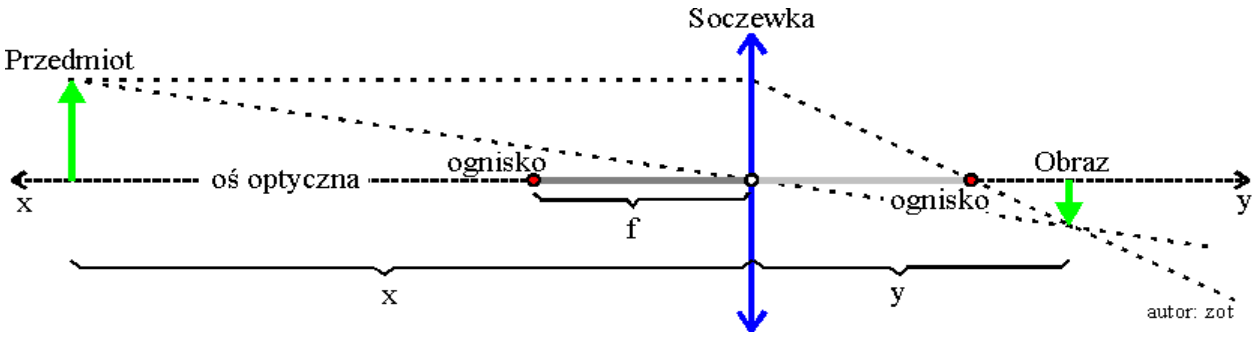
Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „S O C Z E W K I”

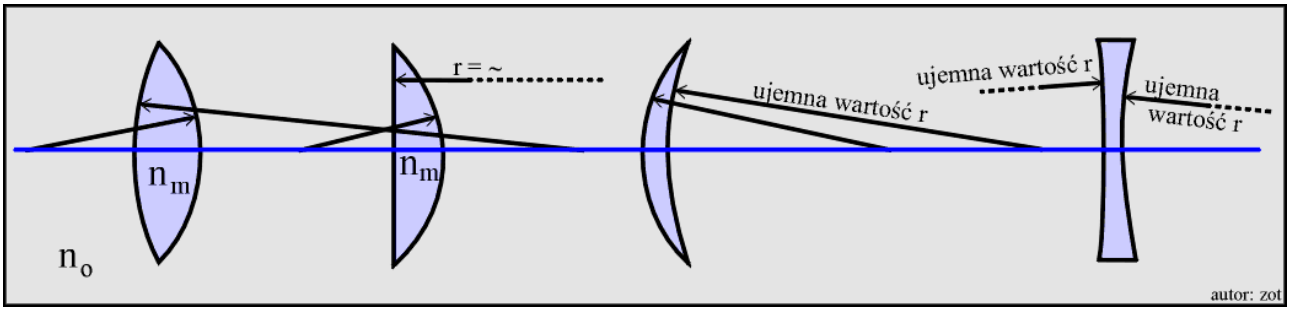
Konstrukcja obrazu rzeczywistego–odwróconego–pomniejszonego tworzonego przez soczewkę skupiającą:



Równanie soczewkowe Gaussa dla soczewek cienkich ma postać:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{x}+\frac{1}{y}$$

Wartość ogniskowej zależy od kształtu soczewki, współczynnika załamania materiału soczewki n_m i współczynnika załamania otoczenia n_o, w jakim znajduje się soczewka.



$$\frac{1}{f}=\left(\frac{n_m}{n_o}-1\right)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

Ujemna wartość ogniskowej oznacza, że soczewka jest rozpraszająca. Jeżeli f > 0, wówczas:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\Rightarrow y=\frac{f\,x}{x-f}$$

Ujemna wartość y oznacza, że obraz jest pozorny. W przypadku gdy f < 0 (soczewka rozpraszająca) obraz jest zawsze pozorny oraz zawsze pomniejszony, niezależnie od umiejscowienia przedmiotu (czyli niezależnie od wartości *x*).

Pytania do przygotowania:

„S O C Z E W K I”

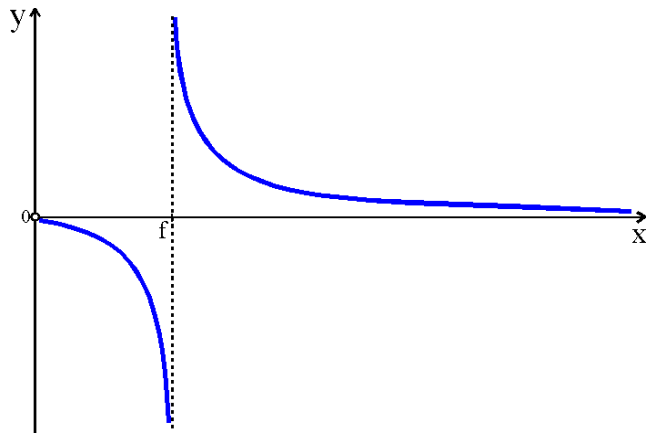
1. Wyjaśnij zjawisko załamania światła.
2. Podaj definicję współczynnika załamania światła.
3. Podaj definicje ogniska, ogniskowej, głównej osi optycznej.
4. Równanie soczewki cienkiej.
5. Narysuj powstawanie obrazów otrzymanych za pomocą soczewek cienkich dla różnych położeń przedmiotu względem soczewki cienkiej.
6. Omów wady soczewek (aberracja sferyczna i chromatyczna, astygmatyzm).
7. Scharakteryzuj obrazy tworzone przez soczewki skupiające (dodatnie) i rozpraszające (ujemne).
8. Podaj definicję soczewki.
9. Promień krzywizny soczewki.
10. Rodzaje soczewek.
11. Omów geometryczne warunki tworzenia obrazów: rzeczywistego i pozornego (urojonego) dla soczewek skupiających i rozpraszających.
12. Bieg promieni przez soczewki.
13. Graficzna metoda konstrukcji obrazów w soczewce - podaj minimalną i maksymalną ilość promieni, które można poprowadzić konstruując obraz badanego przedmiotu.
14. Zdefiniuj zdolność skupiającą soczewki i podaj jej wymiar i jednostkę.
15. Omów zadanie soczewki w oku ludzkim, wady wzroku (krótkowzroczność i dalekowzroczność) oraz ich korekcje za pomocą soczewek w okularach.

Szablon metodyczny

„S O C Z E W K I”

Student 1: Wyznaczanie ogniskowej soczewki cienkiej.
Student 2: Sprawdzanie równania soczewkowego.

Baza teoretyczna



Równanie soczewkowe

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\Rightarrow y=\frac{fx}{x-f}$$

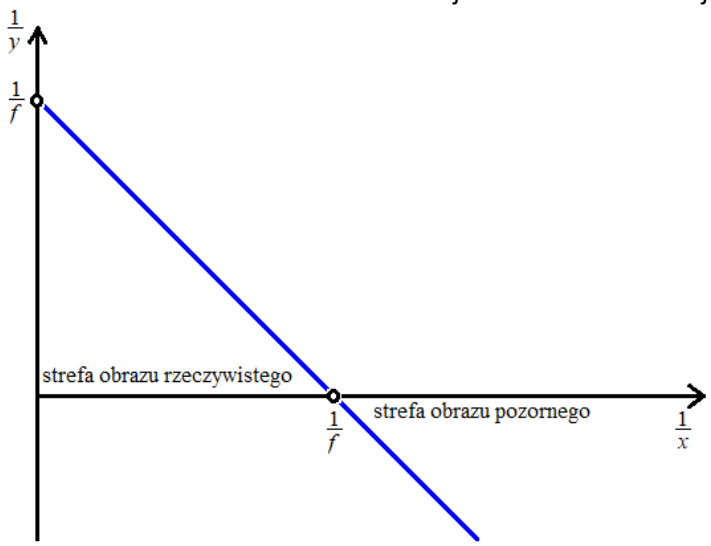
może być zapisane w postaci:

$$\underbrace{\frac{1}{y}}_{Y}=\underbrace{-1}_{a}\cdot\underbrace{\frac{1}{x}}_{X}+\underbrace{\frac{1}{f}}_{b},$$

i przedstawione na wykresie jako funkcja liniowa

$$Y = a\cdot X + b$$

Ogniskową soczewki można odczytać z wykresu na dwa sposoby:
- jako odwrotność współczynnika wysokości b,
- jako odwrotność miejsca zerowego X_0.



Zatem, aby **wyznaczyć ogniskową** soczewki należy: - wykonać pomiary zależności odległości ostrego obrazu *y* od soczewki w funkcji odległości przedmiotu *x* od soczewki, - sporządzić wykres zależności: $\frac{1}{y}$ od $\frac{1}{x}$, - przedłużyć prostą najlepszego dopasowania do przecięcia z jedną z osi układu współrzędnych - odczytać na nim wartość ogniskowej jako odwrotność współczynnika wysokości wykresu lub jako odwrotność miejsca zerowego.	Zatem, aby **sprawdzić** równanie soczewkowe należy: - wykonać pomiary zależności odległości ostrego obrazu *y* od soczewki w funkcji odległości przedmiotu *x* od soczewki, - sporządzić wykres zależności: $\frac{1}{y}$ od $\frac{1}{x}$, - zanalizować jego liniowość.

Wskazówki do sprawozdania – wyznaczanie

„S O C Z E W K I”

Student 1: Wyznaczanie ogniskowej soczewki cienkiej.

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	[cm]										
y	[cm]										

Δx = ...

Δy = ...

III.2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 7)

$$\frac{1}{x}=\ldots$$

$$\frac{1}{y}=\ldots$$

$$\Delta\frac{1}{x}=\left|\frac{1}{x}-\frac{1}{x+\Delta x}\right|=\ldots$$

$$\Delta\frac{1}{y}=\left|\frac{1}{y}-\frac{1}{y+\Delta y}\right|=\ldots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{1}{x}$	[...]										
$\frac{1}{y}$	[...]										
$\Delta\frac{1}{x}$	[...]										
$\Delta\frac{1}{y}$	[...]										

III.4. Wykres

+ obliczenie f = 1/b (odwrotność współczynnika wysokości dla prostej „najlepszego dopasowania”)

lub f = $1/X_0$ (odwrotność miejsca zerowego dla prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie f’ = 1/b’ (odwrotność współczynnika wysokości dla prostej odchylonej)

lub f’ = $1/X_0$’ (odwrotność miejsca zerowego dla prostej odchylonej)

+ obliczenie dokładności metody $\Delta f = |f - f'|$

IV. Podsumowanie

Wyznaczona wartość … wynosi ...

Dokładność metody: ...

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

Wskazówki do sprawozdania – sprawdzanie

„S O C Z E W K I”

Student 2: Sprawdzanie równania soczewkowego.

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	[cm]										
y	[cm]										

Δx = ...

Δy = ...

III.2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się do pomiaru nr 3)

$$\frac{1}{x}=\ldots$$

$$\frac{1}{y}=\ldots$$

$$\Delta\frac{1}{x}=\left|\frac{1}{x}-\frac{1}{x+\Delta x}\right|=\ldots$$

$$\Delta\frac{1}{y}=\left|\frac{1}{y}-\frac{1}{y+\Delta y}\right|=\ldots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{1}{x}$	[...]										
$\frac{1}{y}$	[...]										
$\Delta\frac{1}{x}$	[...]										
$\Delta\frac{1}{y}$	[...]										

III.4. Wykres

IV. Podsumowanie

Ponieważ na wykresie … można poprowadzić prostą przechodzącą przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od …

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z ….

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.