

## Interferencja światła – pierścienie Newtona

### Cel zadania:

Celem zadania jest wyznaczenie promienia krzywizny soczewki oraz współczynnika załamania wody.

### Dostępne przyrządy:

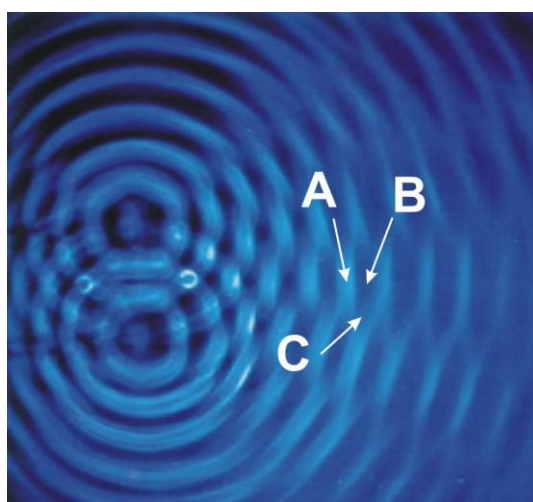
- Soczewka płasko-wypukła o nieznanym promieniu krzywizny
- Płaski podkład szklany
- Lampa sodowa
- Mikroskop do wyznaczania położenia
- Stolik przesuwany, wyposażony w precyzyjne śruby mikrometryczne
- Woda

### Wstęp:

Światło jest niezwykle ciekawym przykładem dualizmu korpuskularno-falowego. Choć sformułowanie to brzmi zawile, oznacza jedynie, że w zależności od metody pomiaru, jaką będziemy stosować, światło będzie zachowywać się jak fale bądź jak cząsteczki – fotony.

I tak pierścienie Newtona są przykładem falowej natury światła, czyli takiej, w której zachowanie światła jest analogiczne do rozchodzenia się fal po powierzchni wody.

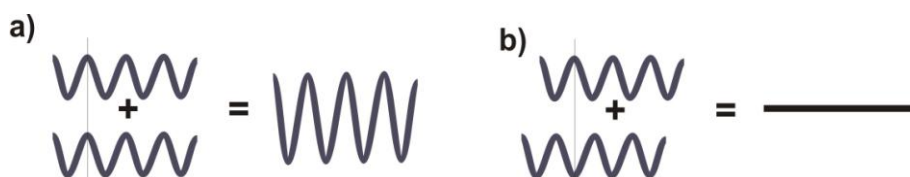
Gdy włożymy do wody dwa patyki, rozstawione w pewnej odległości od siebie i będziemy nimi jednocześnie drgać, na wodzie będą powstawały fale, pochodzące z dwóch źródeł (Rys. 1.). Poruszająca się fala po wodzie jest naprzemiennie: raz górką, raz zagłębieniem w stosunku do niezaburzonej powierzchni wody. Jeżeli fale spotkają się ze sobą, to mogą się wzmacnić (dodać), tworząc wyższą górkę lub głębszy dołek (Rys. 1. –A oraz –B), albo mogą się wygasić, gdy spotkają się ze sobą górką z dołkiem (Rys. 1 –C). Zjawisko dodawania się fal nazywamy interferencją, przy czym gdy fale dodają się do siebie (czyli są w fazie), to mówimy o interferencji konstruktywnej, a gdy fale się znoszą (są w przeciwfazie), to mówimy o interferencji destruktywnej.



Rys. 1. Interferencja fal na wodzie pochodzących z dwóch źródeł.

Analogicznie jest ze światłem, które również może przejawiać falową naturę, a tym samym interferować ze sobą, czyli w pewnych miejscach wygaszać się, a w pewnych miejscach wzmacniać. Schematycznie interferencja została przedstawiona na Rys. 2. Warto wiedzieć że

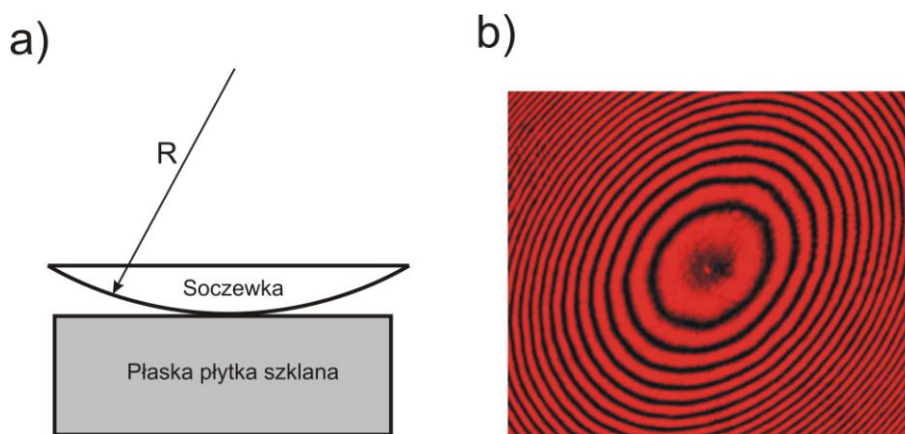
długość fali, czyli odległość między maksimami bądź minimami dla fali światła jest bardzo mała, i tak dla fali światła o kolorze zielonym wnosi zaledwie  $500\text{nm}=0.5\mu\text{m}$ , czyli około 200 razy mniej niż średnica włosa.



Rys. 2. Schematyczny obraz interferencji fal: a) interferencja konstruktywna (fale są w fazie i się dodają) oraz b) interferencja destruktywna (fale są w przeciwfazie, znoszą się).

Ze względu na bardzo małą długość fali światła, dzięki interferencji możliwe są pomiary bardzo niewielkich odległości.

Jeżeli na płaską płytkę szklaną, położymy płasko-wypukłą soczewkę (tzn. jedna powierzchnia jest płaska, a druga wypukła) tak, że wypukła strona będzie leżała na płytce szklanej, to odległość między powierzchniami szklanymi będzie się zmieniała wraz z odległością od punktu styku tak, jak na Rys. 3.a). Jeżeli teraz oświetlimy z góry soczewkę światłem o określonej barwie (tj. falą o zadanej długości), to możemy zaobserwować naprzemiennie okręgi jasnych i ciemnych pól. Takie okręgi po raz pierwszy zauważył Newton (dlatego noszą nazwę pierścieni Newtona), a poprawnie zostały opisane przez Hooke'a w 1664 roku.



Rys. 3. a) Ustawienie soczewki na płaskiej powierzchni, b) pierścienie Newtona obserwowane w czerwonym świetle.

W przypadku pierścieni Newtona interferują ze sobą dwie fale: fala odbita od wypukłej powierzchni soczewki z falą odbitą od płaskiego podkładu szklanego. Ze względu na różną odległość między tymi powierzchniami (zwiększającą się wraz z oddalaniem się od punktu styku) możemy zaobserwować naprzemiennie interferencję konstruktywną - jasne prążki oraz destruktywną - ciemne prążki.

Wzór opisujący promienie kolejnych jasnych prążków ma postać:

$$R_k = \sqrt{\frac{\left(k - \frac{1}{2}\right) \cdot R \cdot \lambda}{n}}$$

gdzie:  $R_k$  - oznacza promień k-tego jasnego pierścienia,  $R$  - promień soczewki,  $\lambda$  - długość fali światła,  $n$  - współczynnik załamania ośrodka pomiędzy soczewką a płytką szklaną.

### Część pierwsza:

Pierwsza część doświadczenia polega na wyznaczeniu promienia krzywizny soczewki, położonej na płaskiej płytce szklanej. Układ jest oświetlany żółtą lampą sodową, o długości fali światła – 589.3  $\mu\text{m}$ . Warstwę pomiędzy soczewką a płytką szklaną stanowi powietrze. Należy przyjąć, że współczynnik załamania dla powietrza wynosi  $n_p=1$ .

Należy zmierzyć wartości promieni kolejnych jasnych prążków (mierząc ich średnicę i dzieląc przez 2). Do wyznaczenia średnicy posłużymy się stolikiem przesuwным, na którym znajduje się soczewka z płytką, oraz mikroskopem z okulem do dokładnego wyznaczenia pozycji.

Wyniki zebrać w tabeli:

k	$D_k$	$R_k$	$R_k^2$	$(k-1/2) \cdot \lambda$	R
1					
2					

Policzyć wartość średnią promienia krzywizny soczewki.

### Część druga.

W tej części celem jest wyznaczenie współczynnika załamania wody. W tym celu, pomiędzy płytkę szklaną a soczewkę dajemy kroplę wody. Mierzmy ponownie promienie kolejnych jasnych prążków, analogicznie jak w pierwszej części doświadczenia, a następnie obliczamy współczynnik załamania wody, mając promień krzywizny soczewki wyznaczony w pierwszej części doświadczenia.

Wyniki przedstawiam w tabeli:

k	$D_k$	$R_k$	$R_k^2$	$(k-1/2) \cdot \lambda \cdot R$	n
1					
2					

Jeżeli wystarczy czasu można dodatkowo sprawdzić promień krzywizny soczewki w płaszczyźnie prostopadłej do poprzednio wykonanych pomiarów, tj. sprawdzić czy powierzchnia soczewki jest sferyczna czy astygmatyczna.

Przedyskutować, co jest głównym źródłem błędów w obu pomiarach, oraz zaproponować metodę alternatywną.