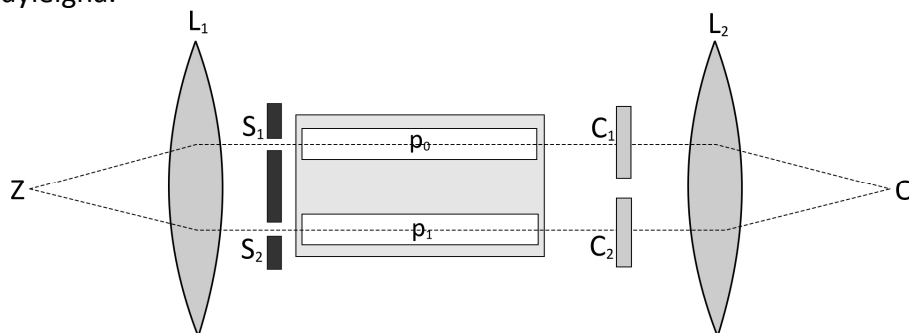


# WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA ŚWIATŁA W POWIETRZU METODĄ INTERFEROMETRU RAYLEIGHA

## STANOWISKO POMIAROWE

Interferometr Rayleigha (zwany również refraktometrem interferencyjnym lub szczelinowym) służy do wyznaczania współczynnika załamania światła w gazie (lub w cieczy) w zależności od ciśnienia lub zawartości domieszek innych gazów lub cieczy. Na rys. 1 i 2 przedstawiono schemat budowy interferometru Rayleigha.



Rys. 1. Wnętrze interferometru - widok z góry

Wychodząca z żarówki (Z) wiązka światła przechodzi przez soczewkę kolimatora ( $L_1$ ) i padając na układ dwóch równoległych szczelin ( $S_1$  i  $S_2$ ) ulega dyfrakcji. Szczeliny są wtórnymi źródłami równoległych wiązek światła spójnego. Wiązki te mogą ze sobą interferować. Na drodze wiązek umieszczone są dwie kuwety z badanym gazem w taki sposób, że przesłaniają one górną część szczelin (rys. 2A). Jedna z kuwet zawiera gaz pod ciśnieniem atmosferycznym  $p_0$ , a druga pod ciśnieniem  $p_1$ , zmienionym względem atmosferycznego. Górna część wiązek przechodzi przez kuwety z gazem, płytki kompensacyjne ( $C_1$ ,  $C_2$ ), soczewkę ( $L_2$ ) i tworzy w okularze O górny obraz interferencyjny. Ciśnienie w kuwecie zmienia się przy pomocy pompy.

Z kolei dwie wiązki pochodzące z dolnej części szczelin nie przechodzą przez kuwety i interferują ze sobą tworząc dolny obraz interferencyjny. Ze względu na różnicę ciśnień  $\Delta p = p_0 - p_1$ , a co za tym idzie różnicę współczynników załamania  $\Delta n = n_0 - n_1$  gazów znajdujących się w kuwetach, górny układ prążków interferencyjnych jest przesunięty względem dolnego. Zmieniając ustawienie płytki kompensacyjnej ( $C_1$ ), która połączona jest ze śrubą mikrometryczną, można górny układ prążków tak przesunąć, aby stanowiły one przedłużenie odpowiadającym im prążkom z dolnego układu (rys. 2B). Dla źródła światła białego zerowe (centralne) prążki obu układów są achromatyczne, zaś prążki po lewej i prawej stronie są zabarwione - ułatwia to wspomniane wyżej ustawianie prążków.

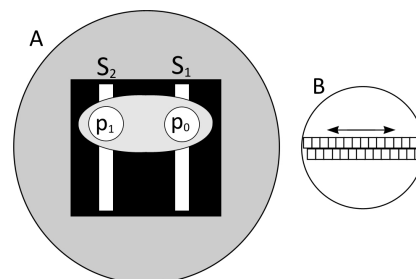
Mierząc wielkość przesunięcia górnego prążka zerowego, względem zerowego prążka dolnego układu prążków, można wyznaczyć wartości różnic współczynnika załamania światła  $\Delta n$  odpowiadające różnicom ciśnień gazu  $\Delta p$ . Dopasowanie prążków obu układów górnego i dolnego przeprowadza się poprzez obrót śruby mikrometrycznej o określoną ilość działek  $x$ . Z pomiarów uzyskuje się liniową zależność:

$$x = a\Delta p. \quad (1)$$

Zmiana współczynnika załamania  $\Delta n$  jest równa względnej zmianie drogi optycznej wiązki światła:

$$\Delta n = \frac{\Delta L}{L} \quad (2)$$

gdzie  $L = 0.5\text{m}$  jest drogą geometryczną wiązki światła. Zmiana drogi optycznej  $\Delta L$  powoduje zmianę rzędu widma, którą obserwuje się w postaci przesunięcia układu prążków górnych względem dolnych (prążków odniesienia). Miarą tego przesunięcia jest ilość działek ( $x$ ) odczytanych na skali śruby mikrometrycznej po jej obrocie



Rys. 2. Wnętrze interferometru - widok z przodu (A), obraz w okularze (B)

$$\Delta L = Cx, \quad (3)$$

gdzie

$$C = 2 \times 10^{-8} \text{ m/działkę}$$

jest stałą układu pomiarowego, pozwalającą przeliczyć działki skali śruby mikrometrycznej na zmianę drogi optycznej jakiej doznaje wiązka światła. Łącząc wzory (1), (2) i (3) otrzymuje się

$$\Delta n = \frac{Ca}{L} \Delta p. \quad (4)$$

Można wykazać, że

$$\Delta n = \frac{\alpha}{2kT} \Delta p, \quad (5)$$

gdzie:  $\alpha$  - współczynnik polaryzowalności cząsteczek gazu (określający zdolność do zmiany rozkładu ładunku w cząsteczce tego gazu pod wpływem pola elektrycznego) o wymiarze  $\text{m}^3$ ,

$k$  - stała Boltzmanna,

$T$  - temperatura w skali Kelwina.

## POMIARY

1. Z barometru wskazówkowego odczytać wartość ciśnienia powietrza.
2. Przed przystąpieniem do pomiarów zapoznać się z działaniem pompki. Przekładając wężyk na jeden lub drugi wylot pompki wytworzyć nadciśnienie lub podciśnienie.
3. W celu trzymania takiego samego ciśnienia w obu kuwetach zdjąć wężyk z pompki, a następnie po włączeniu źródła światła obserwować górny i dolny układ prążków interferencyjnych kręcąc jednocześnie śrubą mikrometryczną. Zgrać oba układy prążków i zanotować zerowe położenie na skali śruby mikrometrycznej.  
*↳ Za jednostkę przyjmij najmniejszą podziałkę skali (pełny obrót śruby odpowiada 100 podziałkom).*
4. Założyć wężyk na jeden z wylotów pompki i po wykonaniu jednego obrotu kołem pompki odczytać zmianę ciśnienia za pomocą manometru wodnego. Przesunąć odpowiednio układ górnych prążków względem dolnych i odczytać położenie śruby mikrometrycznej.  
*↳ Z manometru należy odczytywać wysokość słupa cieczy osobno w prawej i lewej rurce.*  
*↳ Zwrócić uwagę na fakt, że nowe ciśnienie ustala się powoli w związku z ogrzewaniem lub ochładzaniem się powietrza w kuwecie w wyniku procesu zbliżonego do adiabatycznej przemiany gazu.*
5. Wykonać kilkanaście pomiarów dla różnych ciśnień. Wykorzystać cały zakres manometru wodnego nie wypychając wody z u-rurki.
6. Powtórzyć pomiary dla przeciwnych zmian ciśnienia tzn. dla podciśnienia lub nadciśnienia.

## OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Przeliczyć różnice wysokości słupa wody w manometrze na hPa.
2. Sporządzić wykres zależności działek skali śruby mikrometrycznej od zmian ciśnienia w kuwecie  
 $x = f(\Delta p)$ .
3. Wyznaczyć współczynniki kierunkowe otrzymanej prostej, stosując metodę regresji liniowej.
4. Przyjmując, że współczynnik załamania światła w próżni wynosi 1, na podstawie wzoru (4) można napisać

$$n = 1 + \frac{Ca}{L} p_0,$$

gdzie  $p_0$  oznacza ciśnienie powietrza w kuwecie równe atmosferycznemu. Znając współczynnik kierunkowy prostej, stałą  $C$ , długość kuwety  $l$  oraz ciśnienie atmosferyczne powietrza, wyznaczyć współczynnik załamania  $n$  światła w powietrzu.

5. Z porównania wzorów (4) i (5) wynika, że średnia polaryzowalność  $\alpha$  cząsteczek powietrza związana jest z wielkościami  $a$ ,  $C$  i  $L$  w następujący sposób

$$\alpha = \frac{2Ca}{L} kT.$$

Wykorzystując powyższy związek obliczyć polaryzowalność  $\alpha$  cząsteczek powietrza.