

## Ćwiczenie nr 64

### Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej przy użyciu spektrometru

#### 1 Wstęp teoretyczny

##### Siatka dyfrakcyjna, dyfrakcja i interferencja

Siatka dyfrakcyjna to układ składający się z szeregu szczelin umieszczonych w równych odległościach od siebie na nieprzezroczystym ekranie. W praktyce, siatkę taką otrzymuje się często poprzez porysowanie płaskorównoległej płytki szklanej równoległymi kreskami przy użyciu diamentu. Nieprzezroczyste rysy pełnią rolę zasłon, a przezroczyste przestrzenie między nimi działają jak szczeliny. Odległość między środkami sąsiednich szczelin nazywana jest **stałą siatki** i oznaczana jako  $d$  (Dryński, 1976).

Gdy na siatkę pada prostopadłe wiązka promieni równoległych, zgodnie z zasadą Huygensa, każda szczelina staje się źródłem nowych drgań, które rozchodzą się we wszystkich kierunkach. Zjawisko to, polegające na uginaniu prostoliniowego biegu promieni, nazywane jest **dyfrakcją** (Dryński, 1976).

Promienie ugięte na różnych szczelinach są promieniami spójnymi, co oznacza, że mogą się ze sobą nakładać, czyli **interferować**. W zależności od kierunku (kąta ugięcia  $\varphi$ ), promienie te będą się wzajemnie wzmacniać lub wygaszać (Dryński, 1976).

##### Warunek wzmocnienia

Do wzmocnienia promieni ugiętych (interferencji konstruktywnej) dochodzi w tych kierunkach, dla których różnica dróg geometrycznych promieni wychodzących z sąsiednich szczelin jest równa całkowitej wielokrotności długości fali światła padającego ( $\lambda$ ). Warunek ten, zwany równaniem siatki dyfrakcyjnej, ma postać (Dryński, 1976):

$$n\lambda = d \sin \varphi$$

gdzie:

- $n = 1, 2, 3, \dots$  – rząd widma (kolejny numer wzmocnienia),
- $\lambda$  – długość fali światła,
- $d$  – stała siatki dyfrakcyjnej,
- $\varphi$  – kąt ugięcia promieni, pod którym obserwuje się wzmocnienie.

## Sieć krystaliczna jako siatka dyfrakcyjna

Promieniowanie rentgenowskie (promienie X) ma długość fali (rzędu 0,1 nm) porównywalną z odległościami między atomami w ciałach stałych. Z tego powodu regularna, trójwymiarowa struktura atomów w kryształach, zwana siecią krystaliczną, może działać dla promieni X jak trójwymiarowa siatka dyfrakcyjna. Gdy promienie X padają na kryształ, ulegają ugięciu (odbiciu) na kolejnych równoległych płaszczyznach atomowych. Dochodzi do interferencji konstruktywnej (wzmocnienia) tylko pod określonymi kątami, zgodnie z warunkiem znanym jako **prawo Bragga** (Ling et al., 2018):

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

gdzie  $n$  to rząd widma (liczba całkowita),  $\lambda$  to długość fali promieniowania X,  $d$  to odległość między sąsiednimi płaszczyznami sieci krystalicznej, a  $\theta$  to kąt padania promieni mierzony względem płaszczyzny kryształu (Ling et al., 2018).

## Zasada pomiaru spektrometrem

Spektrometr jest przyrządem pozwalającym na uzyskanie dokładniejszych wyników pomiarów kątów ugięcia  $\varphi$  niż metody uproszczone. Pomiar polega na ustawieniu siatki dyfrakcyjnej na stoliku spektrometru, prostopadle do osi kolimatora (Dryński, 1976).

Za pomocą lunety spektrometru, wyposażonej w noniusze, odczytuje się położenia katowe dla prążków interferencyjnych (linii widmowych) danego rzędu  $n$ . Aby wyznaczyć średni kąt ugięcia, notuje się pozycje noniuszów  $a_1$  i  $a_2$  dla prążka po jednej stronie obrazu nieugiętego (centralnego) oraz  $b_1$  i  $b_2$  dla symetrycznego prążka tego samego rzędu po drugiej stronie. Średni kąt ugięcia  $\varphi$  oblicza się ze wzoru (Dryński, 1976):

$$\varphi = \frac{a_1 - b_1 + a_2 - b_2}{2}$$

Mierząc kąt ugięcia  $\varphi$  dla światła o znanej długości fali  $\lambda$  (np. z lasera), można na podstawie równania siatki wyznaczyć jej stałą  $d$  (Dryński, 1976):

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \varphi}$$

## Literatura

- Dryński, T. (1976). *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 5 edition.
- Ling, S. J., Sanny, J., and Moebs, W. (2018). *Fizyka dla szkół wyższych, Tom 3*. OpenStax. Dostęp: 13.10.2025.