

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 równoległyimi 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 prostopadle 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 φ), promienie te będą się wzajemnie wzmacniać lub wygaszać (Dryński, 1976).

Warunek wzmacnienia

Do wzmacnienia 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 (λ). 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 wzmacnienia),
- λ – długość fali światła,
- d – stała siatki dyfrakcyjnej,
- φ – kąt ugięcia promieni, pod którym obserwuje się wzmacnienie.

Sieć krystaliczna jako siatka dyfrakcyjna

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

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

gdzie n to rząd widma (liczba całkowita), λ to długość fali promieniowania X, d to odległość między sąsiednimi płaszczyznami sieci krystalicznej, a θ 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 φ niż metody uproszczone. Pomiar polega na ustawnieniu siatki dyfrakcyjnej na stoliku spektrometru, prostopadle do osi kolimatora (Dryński, 1976).

Za pomocą lunety spektrometru, wyposażonej w noniusze, odczytuje się położenia kątowe 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 φ oblicza się ze wzoru (Dryński, 1976):

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

Mierząc kąt ugięcia φ dla światła o znanej długości fali λ (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.