

## Ćwiczenie 64

### Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej za pomocą spektrometru

#### 1 Przebieg doświadczenia

##### 1.1 Przyrządy pomiarowe

- Obrotowa skala stolika spektrometru, wyposażona w noniusz. Działka minimalna  $\delta\theta = 1'$

##### 1.2 Wyniki pomiarów

W tabeli przedstawiono wyniki pomiarów położenia  $\theta$  [°] prążków, a także ich wartości po odjęciu położenia prążka zerowego  $\theta - \theta_0$  [°], wartości funkcji  $\sin(\theta - \theta_0)$ , i wreszcie  $d = \frac{m\lambda}{|\sin(\theta - \theta_0)|}$ . Każda z wymienionych wielkości ujęta została w dwie kolumny, w każdej lewej kolumnie znajdują się dane dotyczące szeregu lewych prążków dyfrakcyjnych, w prawej – dotyczące szeregu prawych prążków. Ostatnia kolumna zawiera średnie  $\bar{d}$ . Położenie prążka rzędu 0  $\theta_0 = -1^\circ 59'$ . Zaparafowana oryginalna tabela pomiarów – załączona.

$m$	$\theta$		$\theta - \theta_0$		$\sin(\theta - \theta_0)$		$d$ [nm]		$\bar{d}$ [nm]
1	0°37'	-4°30'	2°36'	-2°31'	0,0454	-0,0439	12984	13414	13199
2	3°10'	-7° 3'	5° 9'	-5° 4'	0,0898	-0,0883	13123	13339	13231
3	5°45'	-9°39'	7°44'	-7°40'	0,1346	-0,1334	13131	13245	13188
4	8°14'	-12°12'	10°13'	-10°13'	0,1774	-0,1774	13283	13283	13283
5	10°47'	-14°49'	12°46'	-12°50'	0,2210	-0,2221	13327	13259	13293
6	13°25'	-17°25'	15°24'	-15°26'	0,2656	-0,2661	13308	13280	13294
7	16° 4'	-20° 2'	18° 3'	-18° 3'	0,3099	-0,3099	13307	13307	13307
8	18°49'	-22°47'	20°48'	-20°48'	0,3551	-0,3551	13269	13269	13269
9	21°31'	-25°32'	23°30'	-23°33'	0,3988	-0,3996	13294	13267	13281

Tabela 1: Pomiary doświadczalne i wyliczenia

##### 1.3 Wyniki doświadczenia

Stała siatki  $d = 13,260(13)\mu\text{m}$ , liczba rys w milimetrze:  $n = 75,4$ .

## 2 Opis doświadczenia

### 2.1 Opis teoretyczny

W związku z falową naturą światła obserwujemy zjawiska takie, jak *interferencja* i *dyfrakcja* światła. Pierwsze z nich oznacza nakładanie się fal drgającym w danym miejscu, wyróżniamy dwa szczególne typy interferencji: *konstruktywną*, w której fale interferujące są zgodne w fazie, i składają się na falę o podwójnej amplitudzie, oraz *destruktywną*, w której mamy do czynienia z przeciwnymi fazami i znoszeniem się drgań składowych.

Dyfrakcja to zjawisko ugięcia się fal w pobliżu przeszkód. Wynika ona z *zasady Huygensa*, która mówi, iż każdy punkt ośrodka, do którego dotarło czoło fali, traktować można jako źródło fali kulistej. Jeśli czoło fali pada na przesłonę z małą szczeliną, za szczeliną mamy do czynienia z falą kulistą. Jeśli na przesłonie umieścimy dwie lub więcej szczelin, znajdzie interferencja kilku fal kulistych. Przesłonę z dużą ilością równoodległych, gęsto położonych szczelin, nazywamy *siatką dyfrakcyjną*, zaś *stałą siatki* nazywamy podstawową wielkość charakteryzującą ją – odległość  $d$  między szczelinami. W praktyce siatki dyfrakcyjne są plastikowymi, szklanymi lub kryształowymi płytkami, na które naniesiono z jednej strony dużą liczbę równoodległych rys.

Jeśli oświetlimy siatkę spójną wiązką światła o długości  $\lambda$ , to maksima interferencyjne pojawią się w miejscach, gdzie różnica *dróg świetlnych* będzie całkowitą wielokrotnością  $\lambda$ . Ponieważ w tym przypadku różnica dróg świetlnych wynosi  $d \sin \theta$ , gdzie  $\theta$  to kąt obserwacji siatki, warunek na maksimum interferencyjne – czyli *prążek dyfrakcyjny* ma postać

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{d}, \quad (1)$$

gdzie liczba naturalna  $m$  oznacza rząd prążka. Łatwo zauważyć, że będziemy mieć jeden prążek rzędu 0 oraz pary prążków wyższych rzędów, rozmieszczone symetrycznie wokół prążka 0. Intensywność prążków maleje wraz z ich rzędem.

### 2.2 Opis układu doświadczalnego

Układ doświadczalny stanowi spektrometr siatkowy, czyli przyrząd składający się z siatki dyfrakcyjnej o badanej stałej umieszczonej na stoliku, wokół którego obracana jest lunetka obserwacyjna. Na siatkę rzucane jest światło lampy sodowej o  $\lambda = 589\text{nm}$ , przepuszczone przez kolimator. Skala stolika wyposażona jest w noniusz kątowy, umożliwiający zwiększenie dokładności pomiaru z  $30'$  do  $1'$  (minuty kątovej).

Ustawiono lunetkę obserwacyjną tak, by jej nacięcie pokrywało się z najsilniejszym, zerowym prążkiem, i zanotowano  $\theta_0$ . W podobny sposób zmierzono położenie  $\theta$  prążków rzędu  $1 \div 9$  najpierw dla  $\theta < \theta_0$ , potem dla  $\theta > \theta_0$ .

## 3 Obliczenia

### 3.1 Opracowanie wyników

W tabeli 1 zamieszczono wartości  $d$  wyliczone dla każdego prążka oraz  $\bar{d}$  uśrednione dla każdej pary prążków. Średnia tych wartości daje wynik doświadczenia, czyli stałą siatki

o wartości

$$d = 13,260\mu\text{m}. \quad (2)$$

Ilość rys siatki w milimetrze wynosi

$$n = \frac{1\text{mm}}{d} = 75,4. \quad (3)$$

### 3.2 Rachunek błędów

Niepewność wartości  $d$  wyliczono metodą ONP typu A i otrzymano wynik

$$u(d) = 0,013\mu\text{m}. \quad (4)$$

## 4 Wnioski

Zgodność pomiarów była bardzo dobra – dla niektórych par prążków wartości  $\theta - \theta_0$  były wręcz równe co do minuty. Względna niepewność ostatecznej otrzymanej wartości nie przekraczała nawet 0,1%. Otrzymana liczba rys mówi nam, że badana siatka jest przyrządem średniej klasy – liczba nacięć wynosi zazwyczaj od kilkunastu do kilku tysięcy na milimetr. Należy zauważyć, że jakość pomiarów pogarszały zabrudzenia siatki (odciski palców) oraz pewna niepożądana ruchomość lunetki obserwacyjnej w jej montażu. Często nastęczały też wątpliwości odczyty noniusza, umieszczonego w przyrządzie w sposób nie ułatwiający jego obserwacji.