

Laboratorium z fizyki

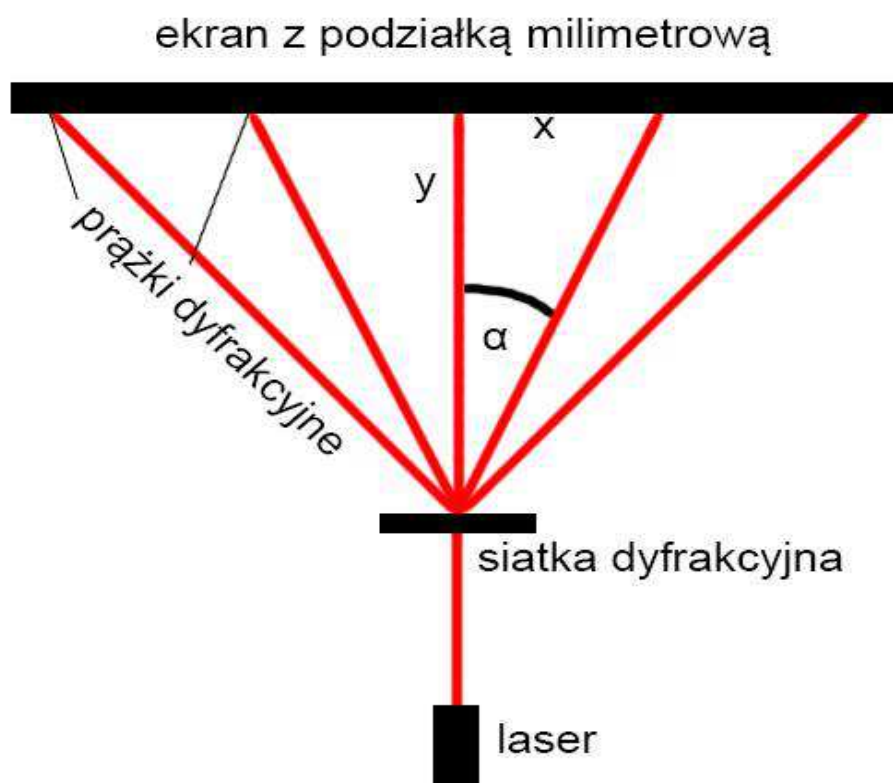
**Ćw. nr. 46 Wyznaczanie stałej siatki
dyfrakcyjnej.**

Wymagania do ćwiczenia:

1) Równanie fali i definicje występujących w nim wielkości.

Fale powstają w wyniku wychylenia fragmentu ośrodka sprężystego z normalnego położenia, równowagi, co w następstwie powoduje drgania fragmentu wokół tego położenia. Dzięki sprężystym właściwościom ośrodka drgania te są przekazywane kolejno coraz dalszym częściom jego ośrodka i w ten sposób powstaje zaburzenie inaczej mówiąc ruch falowy. Do rozchodzenia się fal mechanicznych niezbędny jest ośrodek materialny natomiast do przenoszenia fal elektromagnetycznych taki ośrodek nie jest potrzebny, własności ośrodka decydują o prędkości rozchodzenia się fal w nim. Wzór na długość fali to:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{k}$$



2) Charakterystyczne cechy promieniowania laserowego.

Promieniowanie laserowe, inaczej niż promieniowanie jonizujące, nie występuje w przyrodzie – wytwarzane jest przez specjalne urządzenia, lasery. Znajduje ono szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, jednak korzystanie z niego wymaga specjalnych środków bezpieczeństwa – nieprawidłowe eksploatowanie urządzeń może mieć fatalne konsekwencje dla zdrowia. Promieniowanie laserowe wyróżnia się szeregiem właściwości, dzięki którym wykorzystywane jest w różnych

branżach, np. w medycynie (m.in. do diagnostyki, terapii schorzeń, w chirurgii), poligrafii, telekomunikacji (m.in. do transmisji światłowodowej), przemyśle rozrywkowym (różne efekty wizualne), w budownictwie i geodezji (m.in. do laserowego cięcia i spawania metali, obróbki metali, w urządzeniach takich jak poziomice laserowe czy generatory linii). Lasery znajdują zastosowanie w technologiach wojskowych, ale ułatwiają również życie codzienne. Zjawisko promieniowania laserowego znajdziemy m.in. w odtwarzaczach CD czy optycznych myszach komputerowych.

Promieniowanie laserowe – cechy:

1. Monochromatyczność – promieniowanie laserowe jest jednej barwy. Oznacza to, że długość fali promieniowania laserowego jest stała, jej odchylenia są bardzo małe.
2. Spójność (koherentność) – fale światła laserowego oznaczają się taką samą fazą fal zarówno w przestrzeni jak i czasową.
3. Równoległość (kolimacja) – wiązka lasera ma małą rozbieżność kątową. Oznacza to, że po przebyciu np. 5 km tylko minimalnie się rozszerzy.
4. Intensywność – ponieważ całą moc promieniowania zawarta jest w małej wiązce światła laserowego.

3) Opis analityczny zjawiska dyfrakcji i interferencji fal na dwóch otworach.

Dyfrakcja jest zjawiskiem polegającym na uginaniu się fali, przechodzącej w pobliżu szczeliny, niewielkiej w porównaniu z długością tej fali. Zjawiska dyfrakcji występują dla każdego typu ruchu falowego, począwszy od optyki a skończywszy na rozpraszaniu cząstek elementarnych. Zgodnie z zasadą Huygensa, każdy punkt przestrzeni, do którego dociera fala płaska staje się źródłem elementarnej fali kulistej. Fale te za przeszkodą interferują ze sobą i powstaje nowe czoło fali. Interferencję można zdefiniować jako sposób, w jaki oddziałują ze sobą dwa lub więcej ciągów falowe. Interferencję najlepiej zaobserwować w eksperymencie z dwiema szczelinami. Fale świetlne przechodząc przez szczeliny interferują ze sobą, czyli nakładają się. Na ekranie powstaje charakterystyczny obraz interferencyjny czyli układ jasnych i ciemnych prążków. Warunkiem uzyskania dobrze określonych prążków interferencyjnych jest spójność fal świetlnych - muszą mieć określoną, stałą w czasie różnicę faz. Zjawisko interferencji wykorzystuje się m.in. w interferometrach, do pomiaru długości fal lub własności ośrodków, w których się rozchodzą.

Jeżeli nakładające się fale wychodzą ze skończonej liczby spójnych źródeł promieniowania to mówi się o interferencji. Natomiast, jeśli nakładające się fale

otrzymuje się przez podział fali na nieskończenie małe, spójne źródła to zjawisko to nazywa się dyfrakcją.

4) Siatka dyfrakcyjna - układ prążków.

Siatka dyfrakcyjna jest przyrządem optycznym, który stanowi układ bardzo wielu, bardzo wąskich, równoległych do siebie i równych szczelin. W praktyce siatka dyfrakcyjna jest przezroczystą płytką, na której są gęsto ponacinane rysy, których liczba może dochodzić nawet do kilku tysięcy na 1 mm. Światło padając na siatkę ulega na każdej ze szczelin zjawisku dyfrakcji, co w konsekwencji powoduje konstruktywne i destruktywne nakładanie się ugiętych wcześniej fal. Analiza położenia jasnych i ciemnych prążków dyfrakcyjnych umożliwia dość proste wyznaczenie długości fali, padającej na siatkę, bowiem tzw. równanie siatki dyfrakcyjnej ma postać:

$$d \sin \alpha = n \lambda$$

gdzie: d – stała siatki dyfrakcyjnej (odległość pomiędzy sąsiednimi szczelinami), α – kąt pod jakim obserwowany jest jasny prążek dyfrakcyjny, n – numer rzędu widma, λ – długość fali.

Siatki dyfrakcyjne znajdują szerokie zastosowanie w spektroskopii. Służą one przede wszystkim do otrzymywania widm optycznych, bowiem jak wynika z równania siatki dyfrakcyjnej, kąt ugięcia fali silnie zależy od jej długości. Światło białe, które jest mieszaniną fal o długościach od około 350nm do 780nm, po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną rozszczepia się na składowe.

Tabela:

λ	f	Δf	k	x_k	Δx_k
[nm]	[cm]	[cm]	-	[cm]	[cm]
0,1	13,4	0,1	1	2,9	0,1
			-1	2,9	
			2	6	
			-2	6	
	16,7		1	3,5	0,1
			-1	3,5	
			2	7,1	
			-2	7,1	

Niepewności pomiarowe

$$u(f) = \frac{\Delta f}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} = 0,058[cm]$$

$$u(x_k) = \frac{\Delta x_k}{\sqrt{3}} = \frac{0,1}{\sqrt{3}} = 0,058[cm]$$

Wnioski:

Celem ćwiczenia było wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej za pomocą wiązki światła monochromatycznego wyemitowanej z lasera oraz odpowiedniego układu optycznego użytego w ćwiczeniu. Wiązka padająca na siatkę dyfrakcyjną po przejściu przez nią ulega ugięciu, fale powstałe w wyniku takiego ugięcia interferują tworząc widoczne na ekranie prążki. Niedokładności w pomiarach wynikają z błędów sprzętu lub prowadzącego to doświadczenie.