

**Ćw. 71 Dyfrakcja światła na szczelinie pojedynczej i podwójnej**  
**Wstęp teoretyczny**  
**Zbigniew Królikowski, Rafał Grabiański**

1.

Inne rodzaje światła takie jak np. światło dzienne są częściowo spójne tzn. fale w dwóch punktach obserwacji będą miały stałą różnicę fazę tylko wtedy gdy punkty te są bardzo blisko siebie. Nie jest ponadto monochromatyczne.

Wiązka laserowa jest złożona ze światła spójnego, monochromatycznego (o bardzo wąskim spektrum), jest o znikomej rozbieżności i może być emitowane na obszarze porównywalnym z długością fali świetlnej. Tutaj przez spójność rozumiemy, że fale po przejściu przez szczeliny będą częścią tej samej fali świetlnej, różnica faz pozostaje stała w czasie. Te różnice wynikają z tego, że atomy laser emitują światło w sposób skoordynowany.

2. Dyfrakcja na pojedynczej szczelinie

Rozpatrując pojedynczą szczelinę o skończonej szerokości  $a$ , w celu obliczenia natężenia promieniowania obserwowanego pod kątem  $\theta$  należy podzielić szczelinę na dużą liczbę odcinków i obliczyć sumę dużej liczby fal cząstkowych pochodzących od każdej "części" szczeliny.

Przy założeniu małych rozmiarów kątowych obrazu dyfrakcyjnego ( $x \ll L$ ) rozkład natężenia światła wyraża się wzorem:

$$I(x) = I_0 \left( \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \quad \text{gdzie} \quad \alpha = \frac{(\pi a)}{\lambda} \sin \theta \approx \frac{\pi a x}{\lambda L}$$

Poprzez badanie funkcji można wyprowadzić:

$$x_{\min} = (m) \frac{\lambda L}{a} \quad \text{Minima natężenia światła odpowiadające minimom funkcji}$$

$$x_{\max} = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda L}{a} \quad \text{Maksima boczne odpowiadające maksimum} \quad \sin \alpha \quad (\text{w dobrym przybliżeniu})$$

$m = \pm 1, 2, 3 \dots$  określają numery minimów oraz numery kolejnych prążków

Stosunki wartości natężenia światła w maksimach bocznych do natężenia maksimum głównego wynoszą:

$$\frac{I(x_{\max})}{I_0} = \frac{1}{\pi^2 \left(m + \frac{1}{2}\right)^2}$$

3. Sposób na wyznaczanie szerokości szczeliny w oparciu o znany obraz dyfrakcyjny.

Szerkość można wyznaczyć na bazie zależności  $x_{max} = (m + \frac{1}{2}) \frac{\lambda L}{a}$

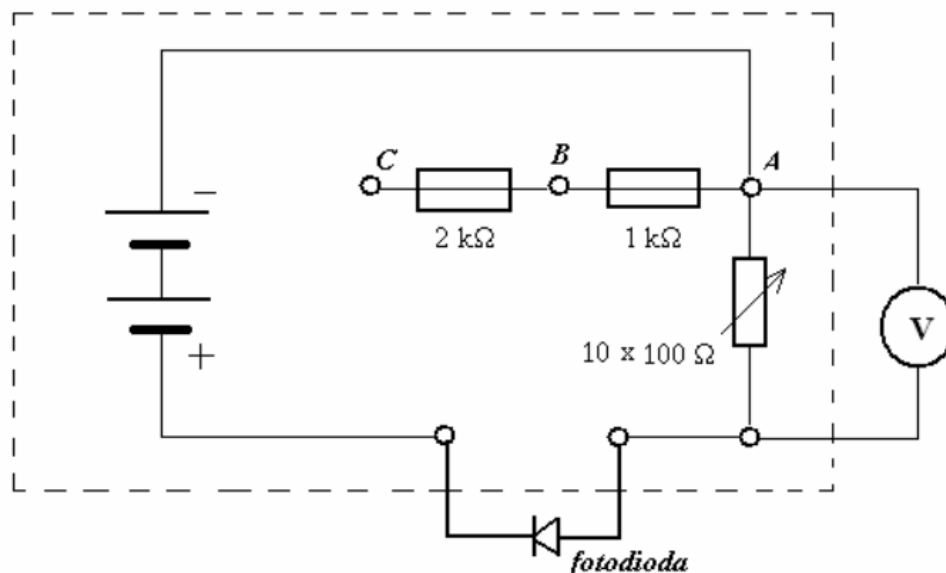
4. Wyjaśnij dlaczego w celu wyznaczenia szerokości szczeliny w omawianym ćwiczeniu odległość szczelina - ekran powinna wynosić przynajmniej 70 cm.

By móc obliczyć  $\sin \theta$  z zależności  $\sin \theta = \frac{x}{L}$

5. Jakiej szerokości maksimum dyfrakcyjne otrzymamy dla szczeliny o szerokości  $d = 0,1 \text{ mm}$ , długości fali światła laserowego  $\lambda = 600 \text{ nm}$  i odległości ekran szczelina  $L = 90 \text{ cm}$ ?

Po skorzystaniu z zależności:  $x_{min} = (m) \frac{\lambda L}{a}$ , otrzymujemy  $\Delta x = 5.4 \text{ mm}$ .

6. Przedstaw schemat elektryczny układu do pomiaru natężenia światła.



W skład obwodu wchodzi: fotodioda, woltomierz cyfrowy, bateria zasilająca, opornik dekadowy, dodatkowe oporniki

7. Oszacuj stosunek natężenia światła mierzonego w pierwszym maksimum bocznym  $I(x_{max})$  do natężenia światła w maksimum głównym  $I_o$ .

$$\frac{I(x_{max})}{I_o} = \frac{1}{\pi^2 \left(\frac{3}{2}\right)^2}$$

