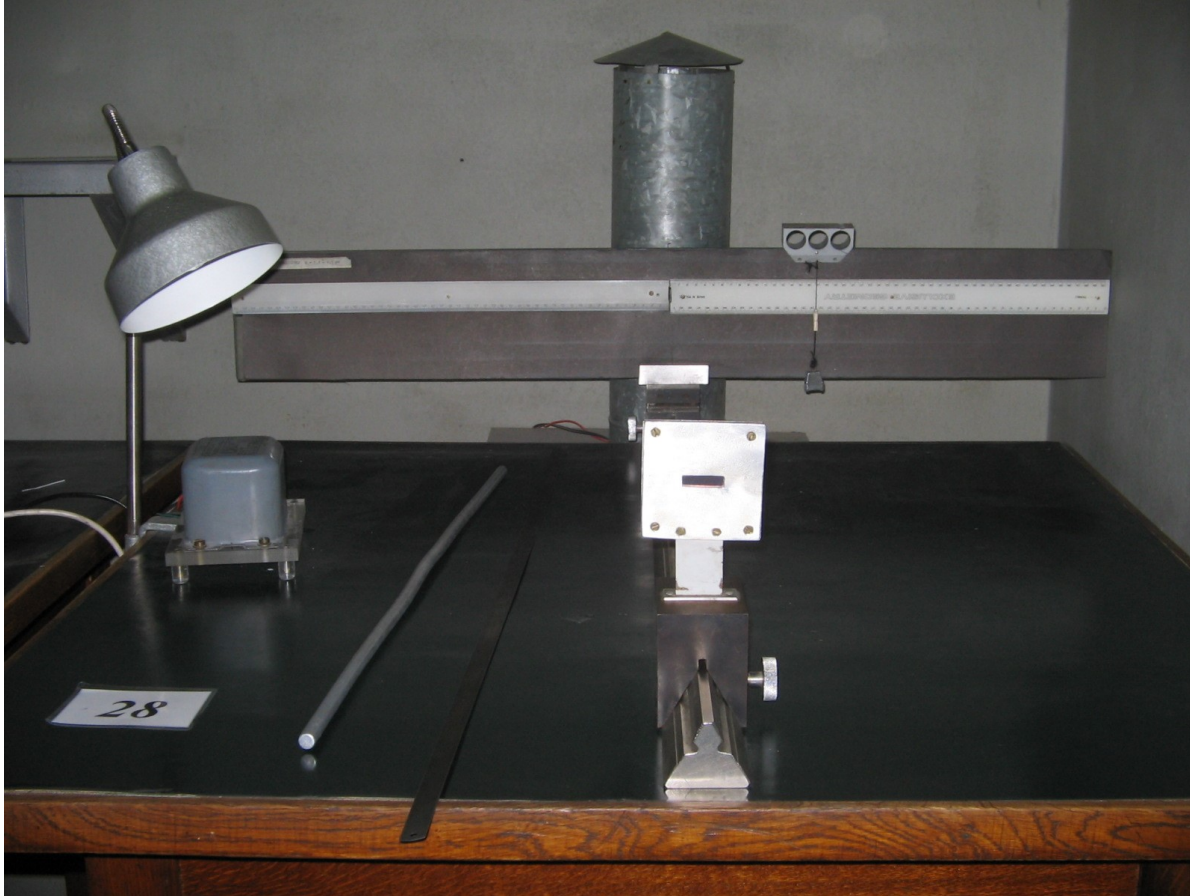


WYZNACZANIE DŁUGOŚCI FALI ŚWIETLNEJ ZA POMOCĄ SIATKI DYFRAKCYJNEJ



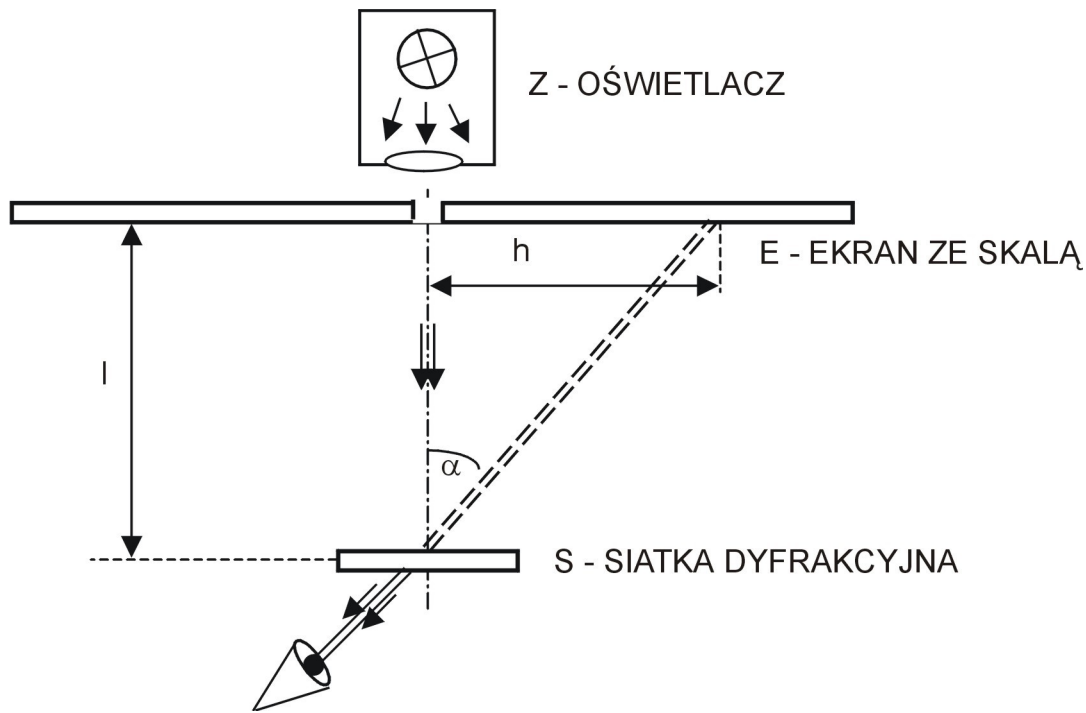
Opis teoretyczny do ćwiczenia

zamieszczony jest na stronie www.wtc.wat.edu.pl w dziale
DYDAKTYKA – FIZYKA – ĆWICZENIA LABORATORYJNE.

Opis układu pomiarowego

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie kilku długości fali światła występujących w liniowym widmie światła, którego źródłem jest lampa rtęciowa. Zazwyczaj w tym celu wykorzystuje się spektrometr z siatką dyfrakcyjną, w którym na ekranie obserwuje się obrazy rzeczywiste widm dyfrakcyjnych skupione za pomocą soczewki. Sposób ten można uprościć umieszczając na miejscu soczewki oko obserwatora (rys. 1). Soczewka oczna utworzy na siatkówce obrazy promieni ugiętych i obserwator ujrzy na przedłużeniu wiązek ugiętych pozorne obrazy źródła światła rozmieszczone w płaszczyźnie źródła. Taka metoda pomiaru została zastosowana w ćwiczeniu.

Źródłem światła Z dającym widmo liniowe (lampa rtęciowa) jest oświetlana wąską (~ 1 mm) prostokątna szczelina w ekranie E . Wiązka promieni po przejściu przez szczelinę w ekranie pada na siatkę dyfrakcyjną. Promienie ugięte na siatce dyfrakcyjnej wchodzi do umieszczonego za siatką oka ludzkiego. Na przedłużeniu wiązek promieni ugiętych wchodzących do oka, obserwator widzi na tle ekranu pozorny obraz interferencyjny źródła światła utworzony przez siatkę dyfrakcyjną (szereg prążków barwnych z prawej i lewej strony szczeliny).



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do ćwiczenia z siatką dyfrakcyjną.

Przeprowadzenie pomiarów

1. Włączyć źródło światła - lampę rtęciową, umieszczoną z tyłu ekranu, za pomocą przełącznika mieszczącego się w obudowie układu zasilającego lampę.
2. Sprawdzić wizualnie, czy płaszczyzna siatki dyfrakcyjnej jest równoległa do płaszczyzny ekranu. W razie konieczności należy odpowiednio skorygować ustawienie siatki.
3. Oko umieścić tuż za siatką dyfrakcyjną i przesuwając uchwyt z siatką dyfrakcyjną wzdłuż ławy optycznej, ustawić ją w takiej odległości od ekranu, aby na tle skali ekranu mieściły się dwa widzialne rzędy obserwowanego widma.
4. Obserwując wybrany prążek z prawej strony szczeliny, w widmie pierwszego rzędu, przesunąć oświetloną nitkę z ciężarkiem do pokrycia się z tym prążkiem. Za pomocą skali milimetrowej umieszczonej na ekranie odczytać odległość nitki od szczeliny (h_{1p}). Pomiary powtórzyć wielokrotnie.
5. Powtórzyć czynności według punktu 4 dla symetrycznego prążka pierwszego rzędu (o tej samej barwie) znajdującego się po lewej stronie szczeliny. Za pomocą skali milimetrowej umieszczonej na ekranie odczytać odległość nitki od szczeliny (h_{1l}).
6. Powtórzyć czynności według punktów 4 – 5 dla tego samego prążka (tej samej barwy) dla drugiego rzędu widma. W ten sposób zostaną wyznaczone odległości h_{2p} i h_{2l} .
7. Powtórzyć czynności według punktów 4 – 6 dla prążków o innej barwie (długości fali). Oszacować niepewność pomiaru.
8. Zmierzyć odległość l siatki dyfrakcyjnej od ekranu. Oszacować niepewność maksymalną pomiaru Δl .
9. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli.

Opracowanie wyników pomiarów

1. Wyznaczyć wartości średnie arytmetyczne pomiarów położenia $\bar{h}_{1p} = \frac{\sum(h_{1p})}{N}$, $\bar{h}_{1l} = \frac{\sum(h_{1l})}{N}$, $\bar{h}_{2p} = \frac{\sum(h_{2p})}{n}$, $\bar{h}_{2l} = \frac{\sum(h_{2l})}{n}$, $\bar{h}_1 = 0,5(\bar{h}_{1p} + \bar{h}_{1l})$, $\bar{h}_2 = 0,5(\bar{h}_{2p} + \bar{h}_{2l})$ dla wszystkich barw. Wyciągnąć wnioski na temat wad ustawienia układu badawczego.

2. Wyznaczyć sinusy kątów ugięcia pierwszego i drugiego rzędu widma dla obydwu wybranych barw:

$$\sin \alpha_1 = \frac{h_1}{\sqrt{h_1^2 + l^2}}, \quad \sin \alpha_2 = \frac{h_2}{\sqrt{h_2^2 + l^2}}$$

3. Obliczyć długość fali dla obu wybranych barw :

$$\lambda_1 = \frac{d}{1} \cdot \sin \alpha_1, \quad \lambda_2 = \frac{d}{2} \cdot \sin \alpha_2, \quad \lambda_s = 0,5(\lambda_2 + \lambda_1)$$

4. Korzystając z zależności $u(\bar{h}_r) = \sigma_{\bar{u}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2N} (\bar{h}_{r1} - \bar{h}_r)^2}{(2N-1) \cdot 2N}}$ obliczyć niepewność standardową dla pierwszego i drugiego rzędu ugięcia dla obydwu barw. Indeks r oznacza rząd 1 albo rząd 2, indeks i oznacza kolejne pomiary danej barwy bez rozróżnienia na stronę lewą lub prawą (w sumie 2 N pomiarów).

5. Na podstawie wzoru $u(l) = \frac{dl}{\sqrt{3}}$ obliczyć niepewność standardową odległości od ekranu.

6. Dla każdej barwy i dla każdego rzędu ugięcia w oparciu o prawo przenoszenia niepewności, przyjmując, że stała siatki d nie jest obciążona błędem, obliczyć niepewności złożone względne długości fali λ ze wzoru:

$$u_{e,r}(\lambda) = \frac{l^2}{h_1^2 + l^2} \sqrt{\left[\frac{u(\bar{h}_r)}{\bar{h}_r}\right]^2 + \left[\frac{u(l)}{l}\right]^2}. \text{ Która z niepewności pomiarowych wnosi największy wkład do niepewności złożonej?}$$

7. Dla każdej barwy i dla każdego rzędu ugięcia obliczyć niepewności złożone bezwzględne $u_e(\lambda) = \lambda \cdot u_{e,r}(\lambda)$. Dla każdej barwy wyznaczyć średnie niepewności złożone bezwzględne z wyników uzyskanych dla pierwszego i drugiego rzędu ugięcia: $u_e(\lambda_s) = \frac{1}{2} \sqrt{u_e^2(\lambda_1) + u_e^2(\lambda_2)}$.

8. Wyznaczyć zgodnie z zależnością $U(\lambda) = k \cdot u_e(\lambda)$ niepewność rozszerzoną przyjmując do obliczeń współczynnik rozszerzenia $k = 2$. Sprawdzić relację przedziału $(\lambda \pm U(\lambda))$ z wartością tabelaryczną i wyciągnąć wnioski.

9. Uzyskane wyniki obliczeń wpisać do tabeli według wzoru (1).

W podsumowaniu: zestawić wyniki w Tab.1, przeanalizować uzyskane rezultaty, wyciągnąć wnioski.

Stwierdzić czy cel ćwiczenia:

- wyznaczenie długości fali świetlnej;
- określenie rzędu którego pomiar jest obciążony mniejszą niepewnością,

został osiągnięty.

Tabela 1. Wyznaczone długości fali świetlnej

barwa $\lambda_{\text{teoretyczny}}$ [nm]	rzęd	λ [nm]		$u_{\text{gr}}(\lambda)$		$u_e(\lambda)$ [nm]		$U_e(\lambda)$ [nm]	
czerwona	1								
	2								
zielona	1								
	2								

Grupa, zespół w składzie.....

3.1 Wartości teoretyczne wielkości wyznaczanych lub określanych:

3.2 Należy potwierdzić na stanowisku wartości parametrów i ich niepewności: stała siatki dyfrakcyjnej $d = 5,2 \pm 0,1 \mu\text{m}$

3.3 Pomiary i uwagi do ich wykonania:

Pomiary dla prążka koloru czerwonego			Pomiary dla prążka koloru zielonego		
Rząd	Lewa strona, $h_{l1}[\text{cm}]$	Prawa strona, $h_{p1}[\text{cm}]$	Rząd	Lewa strona, $h_{l1}[\text{cm}]$	Prawa strona, $h_{p1}[\text{cm}]$
1			1		
2	Lewa strona, $h_{l2}[\text{cm}]$	Prawa strona, $h_{p2}[\text{cm}]$	2	Lewa strona, $h_{l2}[\text{cm}]$	Prawa strona, $h_{p2}[\text{cm}]$

Niepewność pomiaru odległości prążków..... ,

Odległość od siatki do ekranu niepewność pomiaru odległości tej odległości

3.4 Data i podpis osoby prowadzącej