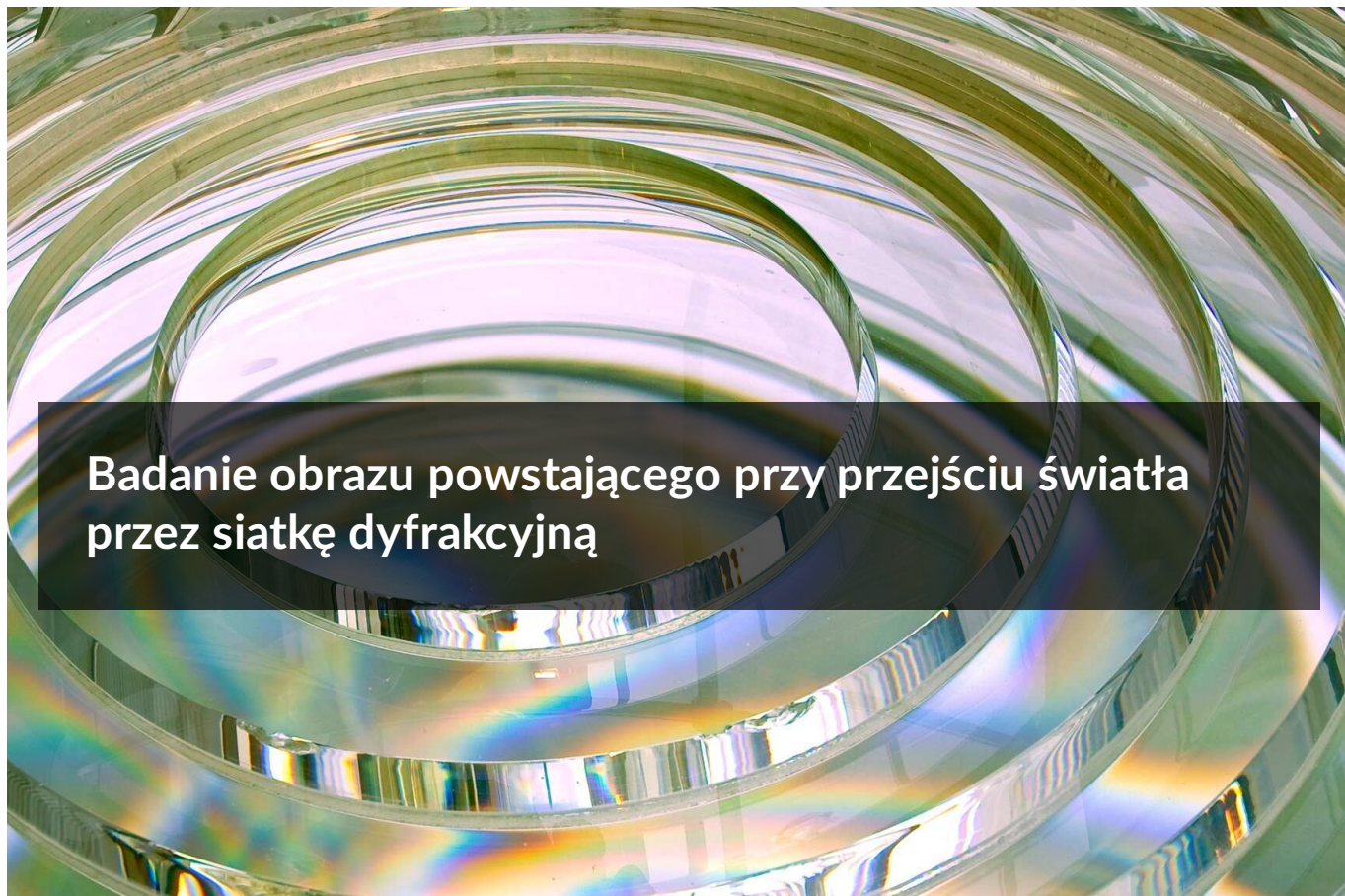




Badanie obrazu powstającego przy przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium WL-S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

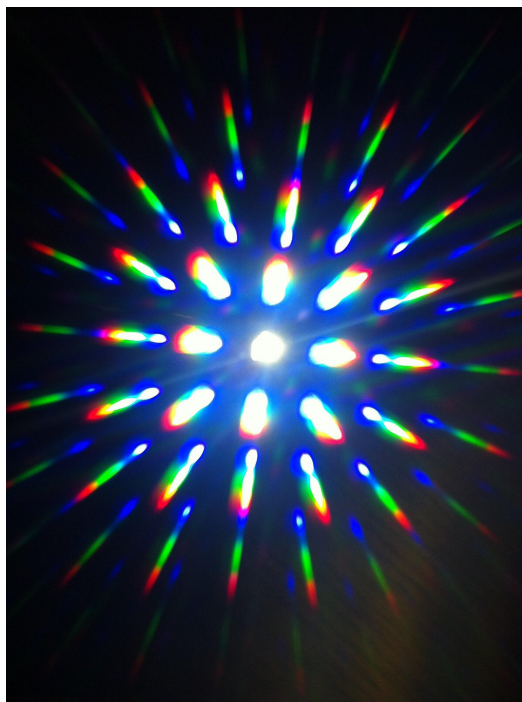


Badanie obrazu powstającego przy przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.shutterstock.com/image-photo/fresnel-lens-lighthouse-beacon-rotated-on-4035514> [dostęp 24.11.2022].

Czy to nie ciekawe?

Jeśli po skierowaniu wiązki lasera na małą płytkę wykonaną ze szkła lub plastiku, na znajdującym się za nią ekranie powstają kropki leżące w określonych odległościach od siebie, zaś po zastąpieniu lasera latarką – barwne paski – to wiemy, że mamy do czynienia z siatką dyfrakcyjną (Rys. a). W niniejszym materiale przyjrzymy się dokładnie obrazowi powstającemu przy jej użyciu.



Rys. a. Obraz dyfrakcyjny uzyskany po przepuszczeniu światła białego przez układ dwóch siatek dyfrakcyjnych.

Źródło: Laurie, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diffraction_Pattern_White_LED_Light.jpg [dostęp 24.11.2022], licencja: CC BY 4.0.

Twoje cele

- zobaczysz, jak wygląda obraz powstający na ekranie po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną,
- zrozumiesz, w jaki sposób powstaje obraz po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną,
- określisz natężenie fali po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną,
- zastosujesz informacje o siatce dyfrakcyjnej do rozwiązywania zadań rachunkowych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

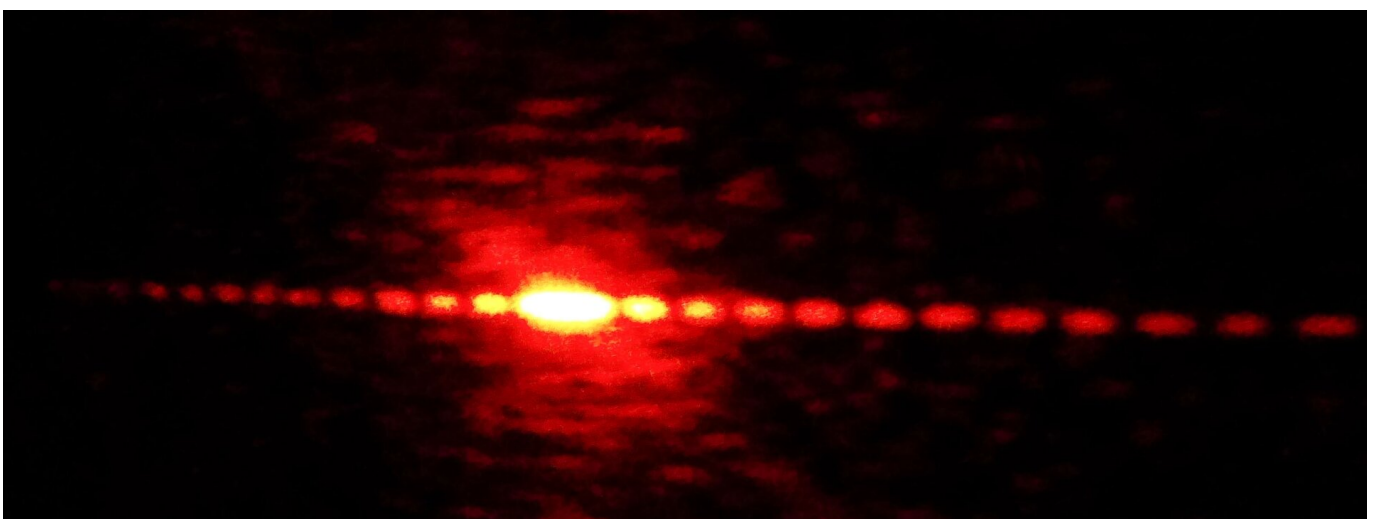
Stała siatki dyfrakcyjnej

Jeśli na drodze światła ustawimy płytkę wykonaną z przezroczystego materiału, na którym w jednakowych odstępach wykonano równoległe rysy, to na znajdującym się za nią ekranie dostrzeżemy obraz interferencyjny. Taką płytkę z rysami nazywamy [siatką dyfrakcyjną](#) i charakteryzujemy ją za pomocą [stałej siatki](#) d . Stałą tę definiuje się jako odległość pomiędzy sąsiednimi szczelinami siatki (innymi słowy – jest to szerokość siatki podzielona przez liczbę rys).

Zwykle siatki dyfrakcyjne mają na 1 milimetrze kilkaset rys. Dzięki temu odległość pomiędzy kolejnymi rysami porównywalna jest z długością fali świetlnej. Dla zakresu światła widzialnego odległość ta powinna wynosić około 1 mikrometra.

Obraz światła monochromatycznego w siatce dyfrakcyjnej

Jeśli na siatkę skierujemy wiązkę [światła monochromatycznego](#), to dostrzeżemy na ekranie układ współliniowych punktów (Rys. 1.).



Rys. 1. Obraz powstający dla światła monochromatycznego oświetlającego siatkę dyfrakcyjną.

Źródło: Lienzocian, dostępny w internecie:

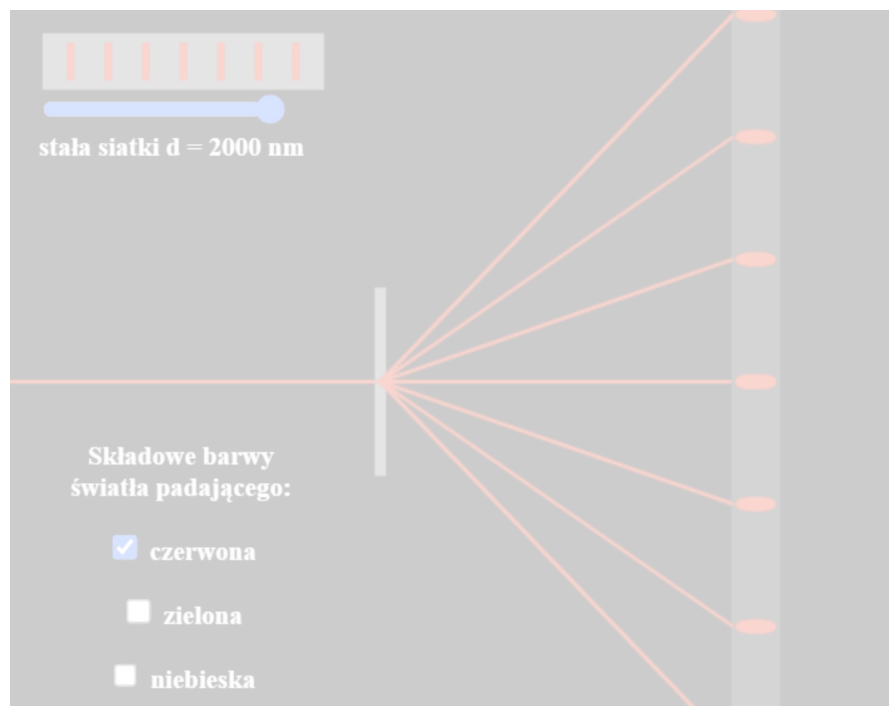
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difracci%C3%B3n_de_doble_rendija.jpg [dostęp 6.12.2022], licencja: CC BY-SA 4.0.

Co ciekawe, rozstawienie tych punktów zależy - między innymi - od długości fali oraz od stałej siatki. Dla różnych barw światła uzyskamy inne rozstawienie punktów. Ilustruje to schematyczna symulacja.

Symulacja

Dla każdej barwy światła oddzielnie zmieniaj wartość stałej siatki. Obserwuj związane z tym schematyczne zmiany położenia punktów na ekranie. Zwróć także uwagę na pojawianie się lub znikanie tych punktów oraz linii wskazujących ich położenie na ekranie.

Dla jednej wartości d zmieniaj barwę światła. Obserwuj, podobnie jak poprzednio, zmianę położenia punktów i ich ewentualne znikanie lub pojawianie się.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D7UEGg9T5>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Polecenie 1

Wskaż właściwe uzupełnienie tekstu opisującego wyniki pracy z symulacją.

Zmniejszanie wartości stałej siatki prowadzi do ☐ zmniejszania ☐ zwiększania ☐
rozstawienia punktów przy ustalonej barwie światła.

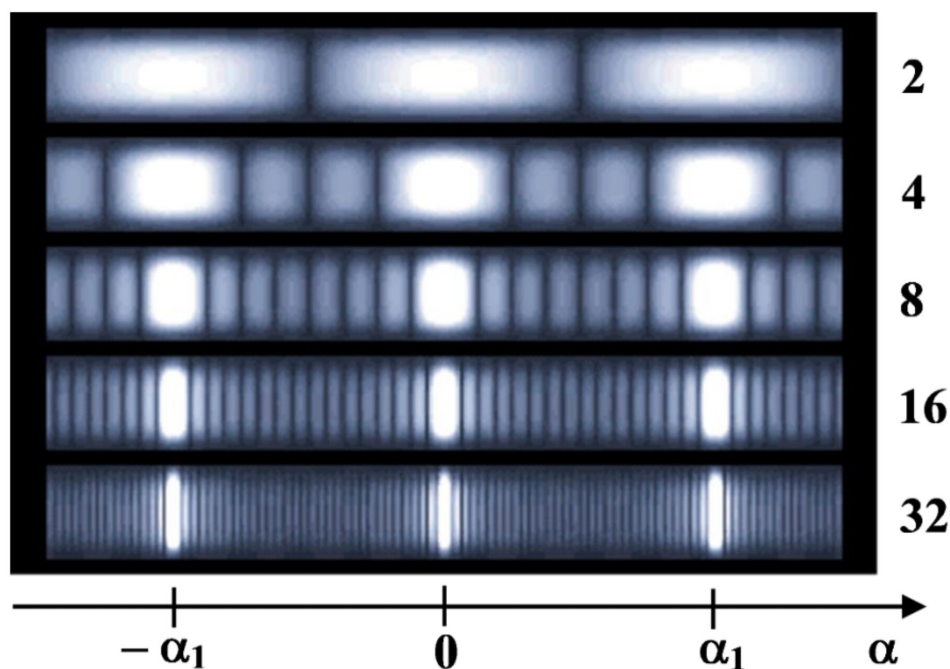
Przechodzenie od światła czerwonego, poprzez zielone do światła niebieskiego, czyli
☐ zmniejszanie ☐ zwiększanie ☐ długości jego fali, prowadzi do
☐ zmniejszania ☐ zwiększania ☐ rozstawienia punktów przy ustalonej barwie
światła.

Polecenie 2

Rozpatrz hipotezę: „Istnieje możliwość dobrania wartości d takiej, by liczba punktów na ekranie była różna dla każdej z trzech barw dostępnych w symulacji. Opisz postępowanie prowadzące do rozstrzygnięcia hipotezy i podaj wynik swojej analizy problemu.

Liczba szczelin w siatce, ostrość i położenia prążków

Ostrość prążków zależy od liczby szczelin w siatce. Im więcej jest szczelin (przy stałej odległości między nimi), tym bardziej ostre prążki zaobserwujemy (Rys. 2.).



Rys. 2. Obraz światła po przejściu przez 2, 4, 8, 16 i 32 szczeliny. Odległość między szczelinami jest stała.

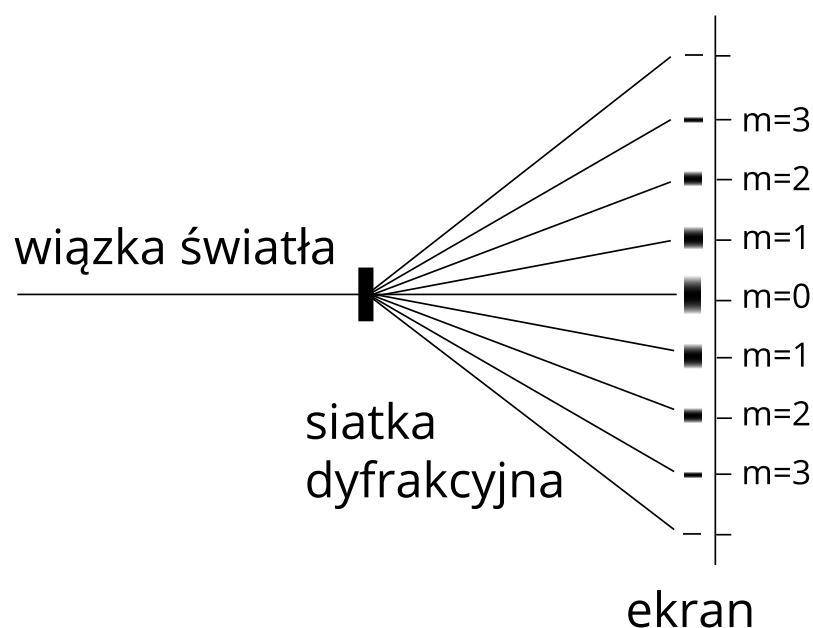
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Taki obraz jest spowodowany dwoma zjawiskami: dyfrakcją i interferencją (więcej na temat tych zjawisk możesz dowiedzieć się z e-materiałów „Interferencja fal wysyłanych przez identyczne źródła” oraz „Jak definiuje się dyfrakcję?”).

Dla siatki dyfrakcyjnej o stałej d , kąty, pod którymi obserwujemy na ekranie ostre linie, można określić za pomocą równania:

$$d \sin \alpha_m = m\lambda,$$

gdzie λ to długość fali światła a α_m – kąt, pod jakim powstaje m -ty prążek dyfrakcyjny (Rys. 3.).



Rys. 3. Schemat układu do interpretacji obrazu dyfrakcyjnego. Zaznaczono na nim wzmocnienia kolejnych rzędów.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

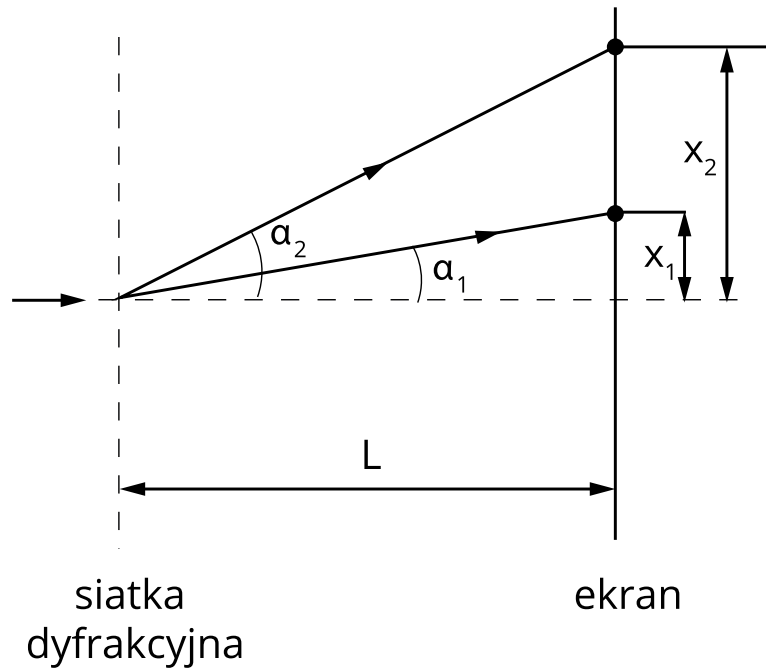
Polecenie 3

Przekształć powyższy związek, by pokazywał on zależność kąta α_m od długości fali λ oraz od stałej siatki d . Skomentuj zgodność otrzymanego wyrażenia z odpowiednimi rozstrzygnięciami w poleceniu 1.

Pomiar długości fali światła

Siatka dyfrakcyjna może posłużyć do pomiaru długości światła. Przeanalizujmy to dokładniej.

Umieśćmy siatkę dyfrakcyjną w płaszczyźnie równoległej do ekranu i oświetlmy ją badanym światłem. Siatka powinna znajdować się w takiej odległości od ekranu, byśmy widzieli dwa rzędy ugięcia (Rys. 4.).



Rys. 4. Dzięki siatce dyfrakcyjnej możliwe jest wyznaczenie długości fali światła na nią padającego.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Mierząc odległości prążka pierwszego x_1 i drugiego rzędu x_2 od osi układu, a także znając odległość siatki od ekranu L , jesteśmy w stanie wyznaczyć wartości sinusów kątów α_1 i α_2 , pod jakimi powstają te prążki:

$$\sin \alpha_1 = \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + L^2}},$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2 + L^2}}.$$

Znając te wielkości i korzystając z zapisanego wcześniej wzoru, możemy wyznaczyć długość fali światła padającego na siatkę:

$$\lambda_1 = \frac{d}{1} \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + L^2}},$$

$$\lambda_2 = \frac{d}{2} \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2 + L^2}}.$$

Otrzymaliśmy dwie wartości długości TEJ SAMEJ fali światła uzyskane dla dwóch różnych pomiarów. Pozostaje pytanie, który z tych pomiarów daje bardziej dokładny wynik? Przeliczmy to na przykładzie.

Przykład

Założmy, że odległość siatki od ekranu $L = 300$ mm została zmierzona z niepewnością graniczną $\Delta L = 1$ mm (jest to niepewność związana z klasą linijki użytej do pomiaru). Z kolei, odległości prążków, $x_1 = 29$ mm i $x_2 = 60$ mm (są to średnie z dwóch pomiarów odpowiedniego prążka powyżej i poniżej osi układu), zmierzono z niepewnością graniczną $\Delta x = 2$ mm (wzięto pod uwagę niepewność przyrządu równą 1 mm oraz niepewność odczytu, gdyż prążki są nieco rozmyte, również równą 1 mm). Uzyskane długości fali wynoszą odpowiednio $\lambda_1 = 481$ nm oraz $\lambda_2 = 490$ nm.

Niepewności standardowe pomiarów bezpośrednich wynoszą:

$$u(x) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}} = 1,15 \text{ mm},$$

$$u(L) = \frac{\Delta L}{\sqrt{3}} = 0,58 \text{ mm}.$$

Obliczamy tzw. *udziały niepewności*: $u_x(\lambda)$ i $u_L(\lambda)$, jakie te bezpośrednio zmierzone wielkości wnoszą do niepewności wielkości wyjściowej (szczegóły obliczeń możesz znaleźć w e-materiale pt. „Niepewność wielkości mierzonej pośrednio”).

Dla pierwszego prążka otrzymujemy:

$$u_x(\lambda) = 18,98 \text{ nm},$$

$$u_L(\lambda) = 0,92 \text{ nm}.$$

Wyznaczamy niepewność pomiaru długości fali jako sumę geometryczną wszystkich udziałów:

$$u(\lambda) = \sqrt{u_x^2(\lambda) + u_L^2(\lambda)} = 19,00 \text{ nm}.$$

Dla drugiego prążka otrzymujemy:

$$u_x(\lambda) = 9,07 \text{ nm},$$

$$u_L(\lambda) = 0,91 \text{ nm}.$$

Niepewność pomiaru długości fali wynosi zatem:

$$u(\lambda) = 9,12 \text{ nm}.$$

Podsumowanie

Uzyskaliśmy następujące wyniki:

$$\lambda_1 = 481(19) \text{ nm},$$

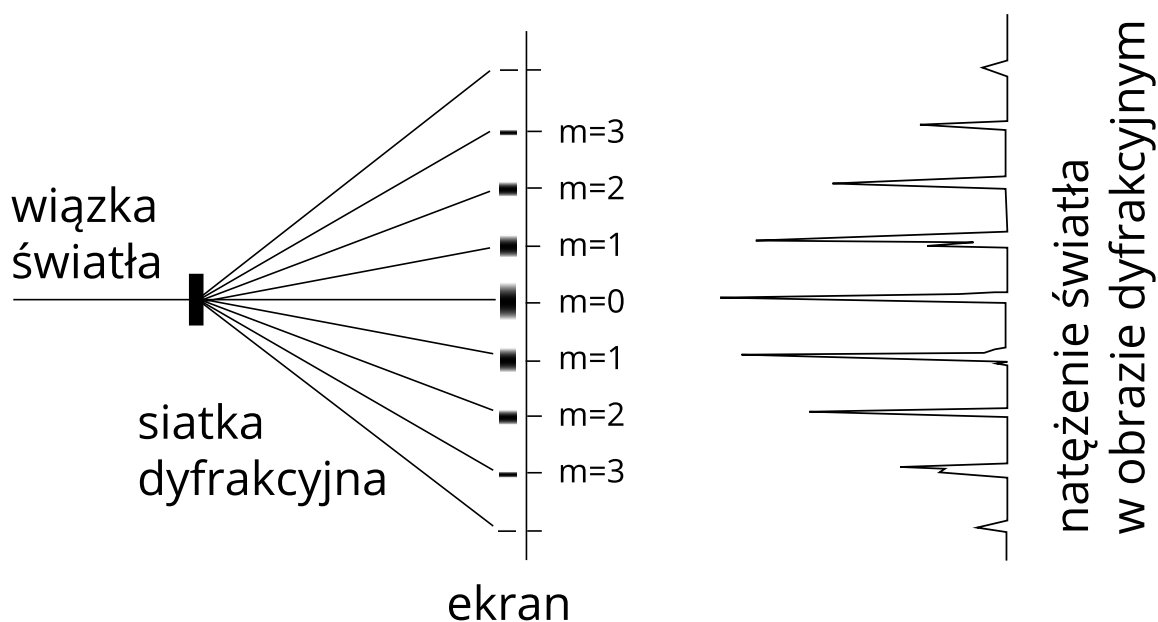
$$\lambda_2 = 490(9) \text{ nm}.$$

Widzimy zatem, że pomiar prążka drugiego rzędu daje bardziej dokładny wynik, niż pomiar prążka pierwszego rzędu. W ogólności, należy mierzyć jak najwyższy rząd, jednakże trzeba brać pod uwagę fakt, że natężenie światła maleje wraz ze wzrostem numeru prążka.

Dla zainteresowanych

Co jeszcze można odczytać na podstawie obrazu powstającego na ekranie?

Analizując obraz, możemy zauważyć, że natężenie kolejnych prążków jest coraz mniejsze. Rozkład natężenia światła jest widoczny po prawej stronie rysunku 5.



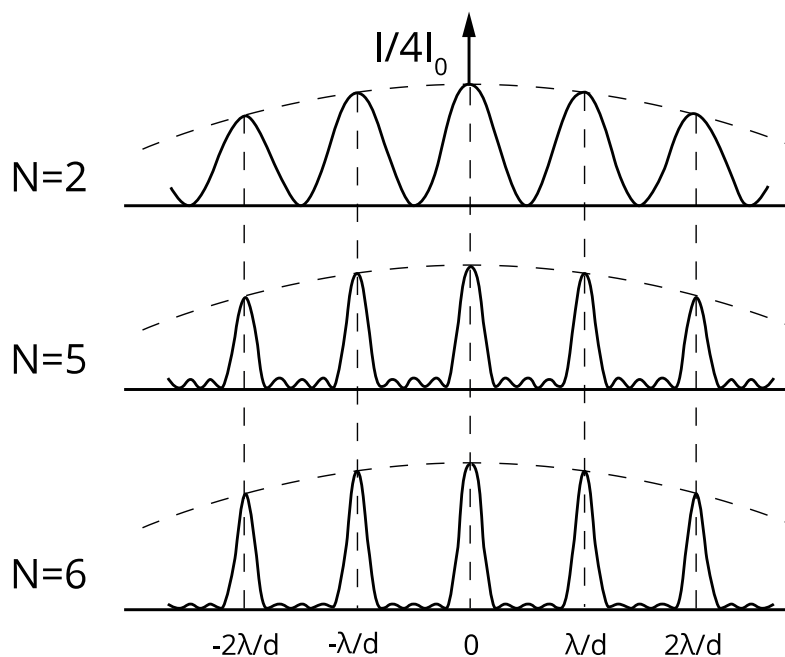
Rys. 5. Rozkład natężenia światła w obrazie dyfrakcyjnym.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Powstający na ekranie obraz jest złożonym obrazem interferencyjno-dyfrakcyjnym, który powstaje dzięki nałożeniu się poszczególnych fal, a ich wypadkowe natężenie – wysyłane z N szczelin siatki

opisane jest skomplikowanym wzorem, którego przytaczać tu nie będziemy, a jedynie zaprezentujemy jego wykres na Rys. 6.



Rys. 6. Rozkład natężenia światła dla układu 2, 5 i 6 szczelin.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Słowniczek

siatka dyfrakcyjna

(ang.: *diffraction grating*) układ równoległych, jednakowo odległych szczelin o tej samej szerokości służący do przeprowadzenia analizy spektralnej światła.

stała siatki

(ang.: *grating constant*) parametr charakteryzujący siatkę dyfrakcyjną, określający odległość pomiędzy środkami sąsiednich rys (szczelin).

światło monochromatyczne

(ang.: *monochromatic light*) modelowo: światło, na które składa się fala elektromagnetyczna o dokładnie jednej częstotliwości. W rzeczywistości taka fala jest niemożliwa do wytworzenia.

Określenie „światło monochromatyczne” odnosi się często do promieniowania, w którym występuje tylko jeden, wąski **przedział** częstotliwości dominujących; szerokość tego przedziału jest dużo mniejsza od częstotliwości średniej w tym przedziale.

Typowym przykładem źródła światła monochromatycznego jest laser.

Wirtualne laboratorium WL-S

Wyznaczanie długości fali światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej

W tym laboratorium samodzielnie zaplanujesz i przeprowadzisz dwuczęściowy eksperyment, w którym zmierzysz długość fali światła lasera półprzewodnikowego.

W pierwszej części przeprowadzisz pomiar w sposób typowy.

W drugiej części eksperymentu, bardziej zaawansowanej, powtórzysz pomiar w nieco zmienionych warunkach i określisz wpływ tych zmian na niepewność pomiarową wyniku.

Wyniki obu części, wraz z ich omówieniem i interpretacją, przedstawisz we wspólnym dzienniku pomiarów.

Doświadczenie 1

Podstawowy pomiar długości fali światła - pierwszy rząd widma

Problem badawczy

Celem eksperymentu jest pomiar długości fali światła emitowanego przez laser z wykorzystaniem pierwszego rzędu wzmocnienia w siatce dyfrakcyjnej.

Hipoteza

Wypożyczenie laboratorium jest wystarczające do uzyskania wyniku obarczonego niepewnością poniżej 1%.

Co będzie potrzebne

Zapoznaj się z wyposażeniem laboratorium, Zwróć uwagę na linijkę o długości 150 cm i jej rozdzielczość - wynosi ona zaledwie 2 cm.

Przypomnij sobie, w razie potrzeby, związek rozdzielczości przyrządu z niepewnością graniczną odczytu. Skorzystaj z filmu samouczka w e-materiale „Co to jest rozdzielczość przyrządów pomiarowych?”.

Ćwiczenie 1

Czy uzasadnione jest użycie takiej linijki, gdy oczekujemy dokładności wyniku lepszej niż 1%? Dokonaj wstępnej analizy tego problemu.

Zapisz swoją wypowiedź w przygotowanym formularzu i porównaj z wyjaśnieniem.

Instrukcja

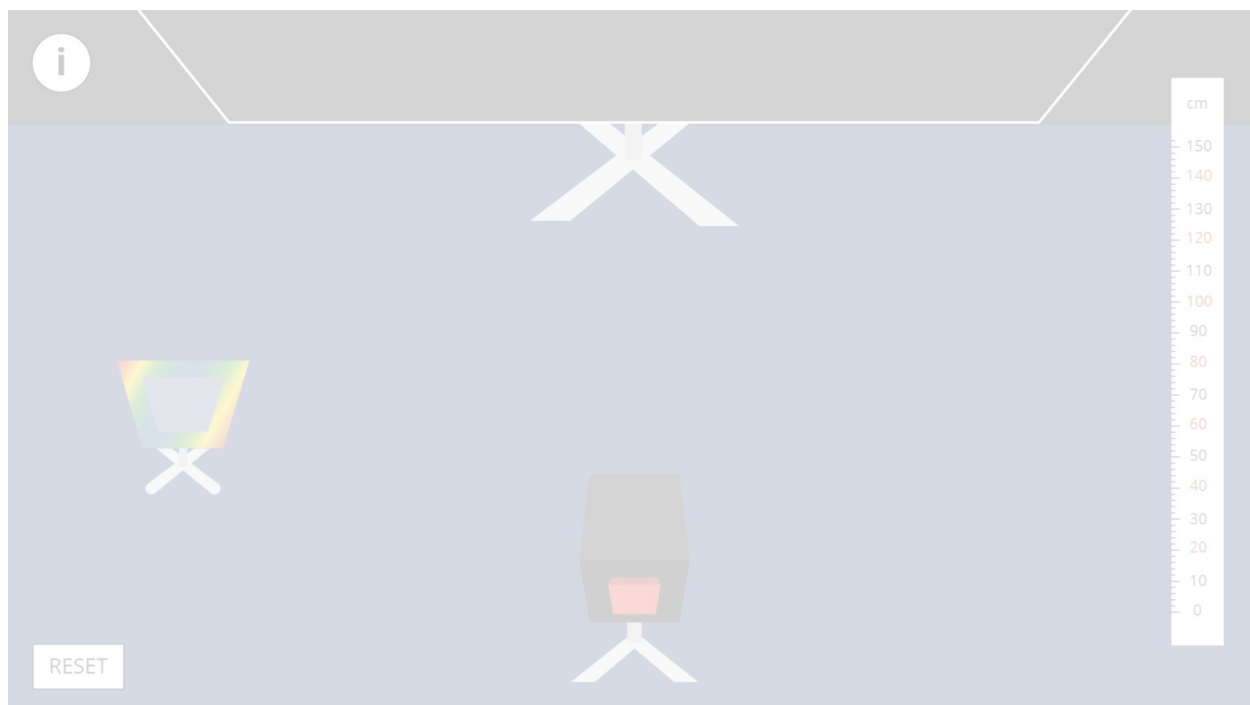
Polecenie 1

Opracuj we własnym zakresie plan przeprowadzenia **dwóch** pomiarów prowadzących do osiągnięcia postawionego celu. Opisz w nim sposób rozwiązywania następujących problemów.

1. Jakie wielkości mierzysz bezpośrednio a jaką pośrednio? Wyprowadź zależność tej ostatniej od dwóch pierwszych.
2. Zaproponuj dwa sposoby pomiaru jednej z wielkości mierzonych bezpośrednio - dalej nazwiemy ją x . Pomiary te winny się różnić niepewnością wyniku.
3. Opisz sposób pomiaru drugiej wielkości mierzonej pośrednio - dalej nazwiemy ją y .
4. Oblicz i wpisz do tabeli wartość stałej siatki dyfrakcyjnej (d), czyli odległości pomiędzy szczelinami siatki, zgodnie z informacją podaną w instrukcji laboratorium.

Dla każdego z tych pomiarów zapisz kolejność wykonywania czynności w laboratorium. Sporządzony plan pracy wpisz do dziennika pomiarów.

Dokonaj dwóch zaplanowanych pomiarów w wirtualnym laboratorium.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DstgzVakz>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Dziennik pomiarów długości fali światła laser

Data: DD-MM-RRRF

Doświadczenie 1. Pierwszy rząd widma

Plan pracy

Wyniki pomiaru nr 1a.

Zmienna x (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δx i standardowa $u(x)$)

Zmienna y (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δy i standardowa $u(y)$)

Tabela wyników

d	λ	$u(x)$	$u(y)$	$u_x(\lambda)$	$u_y(\lambda)$	$u(\lambda)$
(μm)	(μm)	(cm)	(cm)	(μm)	(μm)	(μm)

Wyniki pomiaru nr 1b.

Zmienna x (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δx i standardowa $u(x)$)

Zmienna y (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δy i standardowa $u(y)$)

Tabela wyników

d (μm)	λ (μm)	$u(x)$ (cm)	$u(y)$ (cm)	$u_x(\lambda)$ (μm)	$u_y(\lambda)$ (μm)	$u(\lambda)$ (μm)

Doświadczenie 2. Drugi rząd widma

Plan pracy

Wyniki pomiaru nr 2.

Zmienna x (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δx i standardowa $u(x)$)

Zmienna y (krótki opis, jednostki, wynik pomiaru oraz jego niepewności: graniczna Δy i standardowa $u(y)$)

Tabela wyników

d	λ	$u(x)$	$u(y)$	$u_x(\lambda)$	$u_y(\lambda)$	$u(\lambda)$
(μm)	(μm)	(cm)	(cm)	(μm)	(μm)	(μm)

Spostrzeżenia, rozstrzygnięcia, konkluzje

Podsumowanie

Polecenie 2

1. Wpisz wyniki pomiarów 1a oraz 1b do tabeli, oblicz niepewności standardowe wielkości mierzonych bezpośrednio. Oblicz, dla każdego z pomiarów, długość fali.
2. Oblicz udziały niepewności $u_x(\lambda)$ oraz $u_y(\lambda)$. Oblicz niepewność pomiaru długości fali $u(\lambda)$.
3. Porównaj oba wyniki. Czy można uznać je za spójne? Czy można je uznać za zgodne z wartością nominalną $\lambda_0 = 0,650 \mu\text{m}$? Taka jest długość fali światła emitowanego przez laser w wirtualnym laboratorium.
4. Oblicz względną niepewność pomiaru długości fali $\frac{u(\lambda)}{\lambda}$ i rozstrzygnij postawioną hipotezę.
5. Zapisz swoje spostrzeżenia dotyczące uzyskanych wyników w przygotowanej na to sekcji na końcu tabeli pomiarów. Uwzględnij przy tym, że tabela posłuży Ci także do zapisania, opracowania i interpretacji wyników drugiej części eksperymentu.

W razie potrzeby przypomnij sobie postępowanie opisane w e-materiale „Niepewność wielkości mierzonej pośrednio”. Rozważ także wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego.

Doświadczenie 2

Porównawczy pomiar długości fali światła - drugi rząd widma

Problem badawczy

Celem eksperymentu jest pomiar długości fali światła emitowanego przez laser z wykorzystaniem drugiego rzędu wzmocnienia w siatce dyfrakcyjnej.

Hipoteza

- a) Wykorzystanie drugiego rzędu wzmocnienia zapewni mniejszą niepewność pomiaru $u(\lambda)$ niż wyniki uzyskane w pomiarach 1a i 1b.
- b) Dostępne wyposażenie laboratorium pozwoli uzyskać wynik obarczony względną niepewnością $\frac{u(\lambda)}{\lambda}$ poniżej 1%.

Co będzie potrzebne

Wykorzystasz wyposażenie wirtualnego laboratorium.

Wskażesz ograniczenie dostępnej w laboratorium linijki i uzasadnisz celowość użycia innej, hipotetycznej linijki.

Instrukcja

Polecenie 3

Opracuj we własnym zakresie plan postępowania analogiczny do sporządzonego dla pierwszej części eksperymentu. Opisz w nim **jeden** pomiar, z wykorzystaniem wielkości x powiązanej z maksimum głównym i jednym z maksimów drugiego rzędu.

Opracowany plan wpisz do dziennika pomiarów w sekcji „Doświadczenie 2”.

Ćwiczenie 2

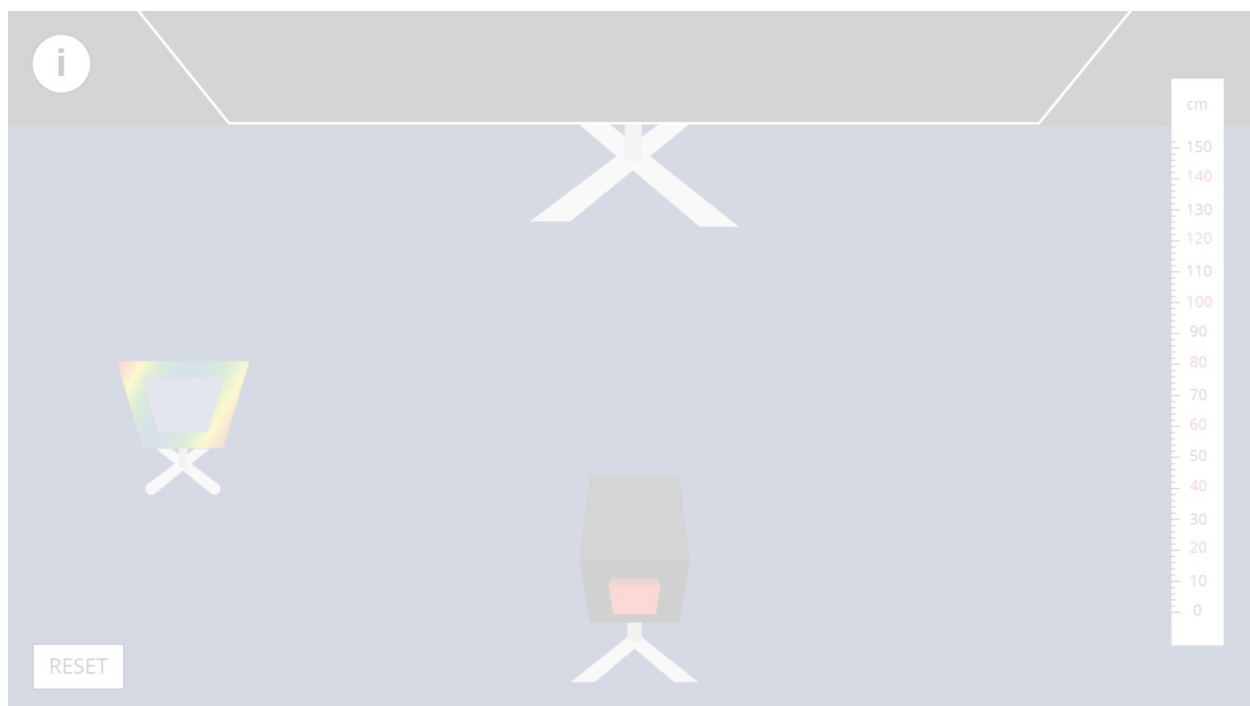
Wskaż cechę linijki, która powinna być dostępna w tym eksperymencie, by umożliwić wykorzystanie położenia dwóch maksimów drugiego rzędu w jednym pomiarze wielkości x tak, jak zostało to zrobione w pierwszej części eksperymentu, dla maksimów rzędu pierwszego.

W porównaniu z obecną linijką nowa linijka powinna

- ☐ być dłuższa.
- ☐ być krótsza.
- ☐ mieć lepszą dokładność.
- ☐ być wyskalowana w mikrometrach.

Uzasadnij powód, dla którego nowa linijka umożliwi wykorzystanie dwóch maksimów drugiego rzędu. Zapisz swą wypowiedź w tabeli pomiarów jako komentarz do planu pracy.

Przeprowadź zaplanowany pomiar w wirtualnym laboratorium.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DstgzVakz>

Podsumowanie

Uzupełnij tabelę pomiarów w sekcji „Doświadczenie 2”. Przeprowadź niezbędne obliczenia, przedstaw uzyskane wyniki, rozstrzygnij obie części postawionej hipotezy i podsumuj swoją pracę.

Zastosuj przy tym procedurę analogiczną do opisanej w pierwszej części eksperymentu.

Polecenie 4

Odszukaj w Internecie oferty diod laserowych o czerwonej barwie światła. Sprawdź, czy długości fali ich światła są zbliżone do tej, jaką ma laser w naszym laboratorium.

Zaprojektuj tabelę dla wyników swojej kwerendy.

--

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wiedząc, że siatka dyfrakcyjna ma 200 rys na 1 mm, można powiedzieć, że stała tej siatki:

- ☐ wynosi 5000 nm.
- ☐ wynosi 50 μm .
- ☐ wynosi 0,2 μm .
- ☐ nie jest możliwa do wyznaczenia.
- ☐ wynosi 500 nm.

Ćwiczenie 2



Wiedząc, że stała siatki dyfrakcyjnej wynosi 40 μm , określ, ile rys jest na 1 mm tej siatki.

- ☐ 25
- ☐ 100
- ☐ 4
- ☐ nie da się na podstawie przedstawionych danych wykonać tego zadania
- ☐ 75

Ćwiczenie 3



Na siatkę dyfrakcyjną, w której na 1 mm przypada 250 rys, pada prostopadle światło monochromatyczne o długości 550 nm. Oblicz, pod jakim kątem zaobserwowano maksimum drugiego rzędu. Wynik podaj w stopniach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

$\alpha =$ $^{\circ}$.

Ćwiczenie 4



Na siatkę dyfrakcyjną, która ma 400 rys na 1 mm pada fala o długości 650 nm. Określ maksymalny rząd widma, który można zaobserwować na ekranie. Wybierz poprawną odpowiedź.

☐ 6

☐ 3

☐ 1

☐ 5

☐ 2

☐ 4

Ćwiczenie 5



Określ prawdziwość poniższych zdań.

Przejście światła monochromatycznego przez siatkę dyfrakcyjną powoduje powstanie widma ciągłego. ☐ PRAWDA \ ☐ FAŁSZ

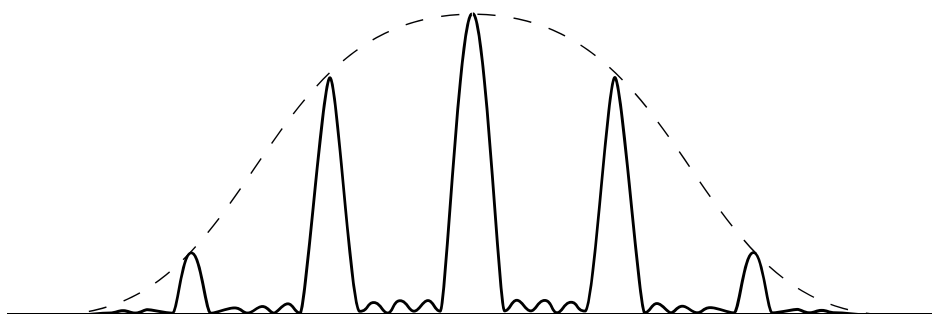
Przejście światła białego przez siatkę monochromatyczną powoduje jego rozkład na barwy składowe. ☐ PRAWDA \ ☐ FAŁSZ

Natężenie światła w kolejnych maksimach głównych jest coraz większe. ☐ PRAWDA \ ☐ FAŁSZ

Ćwiczenie 6



Na podstawie rysunku uzupełnij poniższe zdanie, przeciągając kafelki.



W przypadku natężenie jest mniejsze, niż w przypadku .

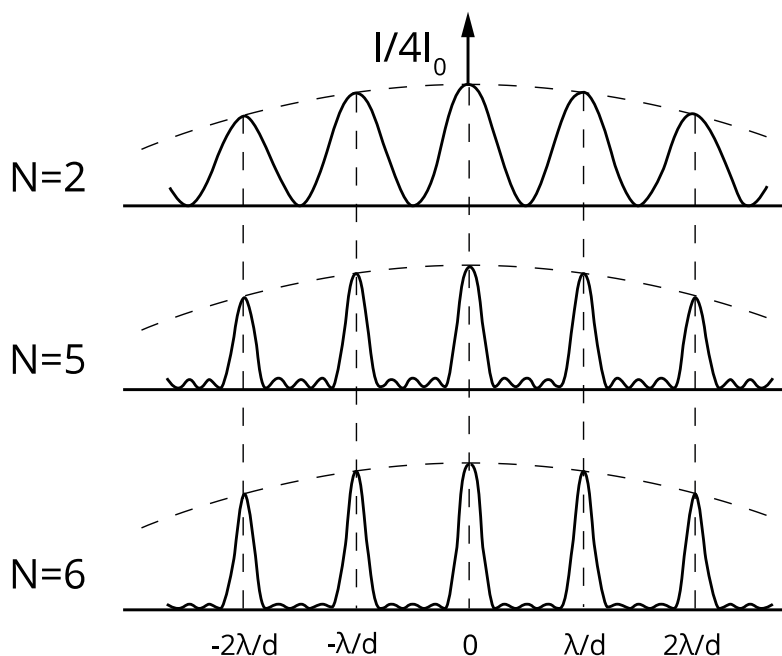
prążka o numerze $n = 0$

prążka o numerze $n = 1$

Ćwiczenie 7



Na podstawie schematu prezentującego rozkład światła dla układu o 2, 5 i 6 szczelinach o tej samej szerokości i odległości pomiędzy nimi, oraz wiedzy na temat siatek dyfrakcyjnych, określ prawdziwość poniższych zdań.



Położenie maksimów dyfrakcyjnych zależy od liczby szczelin na siatce dyfrakcyjnej.

PRAWDA ☐

FAŁSZ ☐

Położenie maksimów dyfrakcyjnych zależy od odległości pomiędzy szczelinami siatki dyfrakcyjnej.

PRAWDA ☐

FAŁSZ ☐

Położenie maksimów dyfrakcyjnych zależy od szerokości szczelin siatki dyfrakcyjnej.

PRAWDA ☐

FAŁSZ ☐

Ćwiczenie 8



Uczniowie mieli za zadanie wyznaczyć długość światła monochromatycznego przy pomocy siatki dyfrakcyjnej. Uszereguj chronologicznie wymienione poniżej czynności, jakie wykonali.

Oświetlono siatkę dyfrakcyjną światłem białym.



Dokonano pomiaru odległości siatki od ekranu oraz odległości pomiędzy prążkami interferencyjnymi, a następnie, na ich podstawie, wyznaczono kąty, pod jakimi powstają kolejne prążki interferencyjne.



Przygotowano siatkę dyfrakcyjną i źródło światła monochromatycznego.



Na podstawie wzoru $d \cdot \sin \alpha = m\lambda$ wyznaczono długość fali.



Na ekranie obserwowano obraz dyfrakcyjny.



Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Ewelina Kędzierska
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Badanie obrazu powstającego przy przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji. X. Fale i optyka. Uczeń: 20) doświadcza: b) obserwuje zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. opisuje, jak wygląda obraz powstający na ekranie po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną, 2. tłumaczy, w jaki sposób powstaje obraz po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną, 3. wykorzystuje wzór opisujący natężenie fali po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną, 4. wyjaśnia, jak zależy obraz dyfrakcyjny od parametrów siatki, 5. wykorzystuje prawo siatki dyfrakcyjnej do rozwiązywania zadań.
Strategie nauczania:	IBSE
Metody nauczania:	merytoryczna dyskusja wprowadzająca, obserwacja, rozmowa kierowana
Formy zajęć:	praca indywidualna, dyskusja grupowa
Środki dydaktyczne:	tablica multimedialna / rzutnik
Materiały pomocnicze:	siatki dyfrakcyjne o różnych stałych, laser, latarka, soczewka
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel rozpoczyna lekcję poprzez zaciekawienie uczniów tematem. Może wspomnieć o powstawaniu barw na skrzydłach motyli, lub kolorowych punktach, które powstają podczas obserwacji odległej latarni przez gęstą firankę (może również pokazać zdjęcia lub slajdy). Następnie, w trakcie krótkiej dyskusji, rozpoznaje, co uczniowie wiedzą na temat zjawisk dyfrakcji i interferencji oraz co sądzą o wyniku przejścia światła przez wąskie szczeliny. Należy tutaj przypomnieć temat dyfrakcji i interferencji.	
Faza realizacyjna:	

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu:

- wykonanie doświadczenia przez nauczyciela (lub przez uczniów, gdy jest duża ilość siatek),

- zapisanie wyników obserwacji obrazu dyfrakcyjnego dla różnych siatek, dla różnych długości fali itp.

- zaplanowanie czynności przy pomiarze długości fali.

- Kolejny etap lekcji obejmuje rekonstruowanie wiedzy uczniów:

- uczniowie wykonują zadania wskazane przez nauczyciela (mogą to być zadania dołączone do niniejszego materiału),

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której omawiane są rozwiązywane w trakcie lekcji zadania. Dodatkowo powinien sprowokować uczniów do wskazania problemów napotkanych w czasie samodzielnej pracy.

Praca domowa:

Zadaniem uczniów jest zapoznanie się z wirtualnym laboratorium dołączonym do niniejszego materiału oraz wyselekcjonowanie kluczowych informacji i sporządzenie notatki z zajęć.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Wirtualne laboratorium może być wykorzystane do samodzielnej pracy ucznia w trakcie lub po lekcji.