Opracowanie metodyczne doświadczeń z dyfrakcją światła

Katarzyna Bajan, Małgorzata Godlewska, Dariusz Wcisło
Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Instytut Fizyki

Krystyna Kosek
Zespół Szkół Ogólnokształcących im. A. Mickiewicza w Kluczborku

Andrzej Koźmic
Uniwersytet Wrocławski, Wydział Fizyki i Astronomii

OBSERWACJA DYFRAKCJI ŚWIATŁA
WYZNACZENIE DŁUGOŚCI FALI ŚWIETLNEJ

Spis przyrządów i materiałów:

– siatka dyfrakcyjna, wskaźnik laserowy, oświetlacz optyczny lub duża latarka (dająca strumień światła o dużym natężeniu), uchwyt do siatki dyfrakcyjnej, uchwyt do wskaźnika laserowego, statyw z łapką, linijka, przymiar zwijany, papier milimetrowy, taśma klejąca, kartki białego papieru lub ekran.

I. Cel doświadczenia

– Obserwacja i opis zjawiska dyfrakcji. Potwierdzenie falowej natury światła.
– Wyznaczenie długości fali świetlnej emitowanej przez laser.
– Sprawdzenie słuszności związku między stałą siatki dyfrakcyjnej, długością fali świetlnej i położeniem prążka dyfrakcyjnego n-tego rzędu.

II. Oczekiwane efekty kształcenia

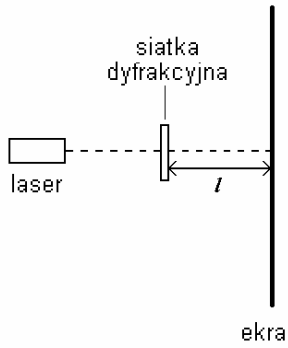
– uczeń potrafi zaprojektować zestaw doświadczalny oraz wykonywać eksperyment,
– uczeń potrafi zaobserwować zjawisko dyfrakcji światła białego i monochromatycznego oraz potrafi opisać obrazy dyfrakcyjne uzyskane w eksperymencie,
– uczeń potrafi zastosować wzór na warunek wzmocnienia dyfrakcyjnego do wyznaczenia nieznanej wielkości fizycznej,
– uczeń potrafi wyciągać wnioski o zależnościach między: długością fali emitowanej ze źródła światła, stałą siatki dyfrakcyjnej i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego,
– uczeń potrafi wykonać pomiary odpowiednich wielkości fizycznych do wyznaczenia wielkości szukanej,
– uczeń potrafi poprawnie zinterpretować otrzymany wynik,
– uczeń potrafi wymienić najważniejsze źródła niepewności pomiarowych.

III. Czynności wykonywane przez nauczyciela/ucznia:

– zaprojektowanie doświadczenia,
– ustawienie zestawu doświadczalnego tak, aby układ prążków interferencyjnych otrzymanych na ekranie był poprawny,
– obserwacja obrazu dyfrakcyjnego uzyskanego na ekranie,

- opis uzyskanych obrazów dyfrakcyjnych dla światła białego i monochromatycznego,
- porównanie uzyskanych obrazów dyfrakcyjnych światła białego i monochromatycznego,
- przekształcenie wzoru określającego warunek wzmocnienia dyfrakcyjnego $a \sin \varphi = n\lambda$ do postaci wiążącej długość fali świetlnej z odległością siatki dyfrakcyjnej od ekranu i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego od prążka zerowego,
- wnioskowanie o zależnościach między: długością fali świetlnej, stałą siatki dyfrakcyjnej i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego,
- przekształcenie warunku wzmocnienia interferencyjnego do postaci umożliwiającej obliczenie długości fali światła laserowego,
- wykonanie pomiarów wielkości potrzebnych do wyznaczenia długości fali światła laserowego,
- oszacowanie niepewności pomiarowych oraz wskazanie wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanego wyniku,
- interpretacja otrzymanego wyniku.

IV. Budowa układu pomiarowego według poniższego schematu



- Za pomocą taśmy klejącej mocujemy do ściany kartkę białego lub milimetrowego papieru.
- Ustawiamy na jednej linii układ optyczny złożony z lasera, siatki dyfrakcyjnej oraz ekranu tak, aby promień lasera padał prostopadle na siatkę dyfrakcyjną i ekran.
- Sprawdzamy czy układ prążków interferencyjnych otrzymanych na ekranie jest poprawny, jeśli nie – korygujemy ustawienie lasera i siatki dyfrakcyjnej względem ekranu.

V. Kolejne kroki doświadczenia

- Oświetlacz optyczny lub latarkę, siatkę dyfrakcyjną i ekran ustawiamy tak, aby na ekranie widoczny był obraz dyfrakcyjny światła białego.
- Prawidłowy obraz dyfrakcyjny poznajemy po tym, że zerowy prążek dyfrakcyjny pokrywa się z linią łączącą laser i siatkę dyfrakcyjną, zaś prążki boczne „tworzą” poziomą linię na ekranie.

– Opisujemy otrzymany na ekranie obraz zwracając uwagę na: symetrię obrazu, barwę prążka zerowego, układ barw w kolejnych prążkach po obu stronach prążka zerowego, odległości miedzy prążkami kolejnych rzędów, intensywność barw prążków kolejnych rzędów.
– Wskaźnik laserowy, siatkę dyfrakcyjną i ekran ustawiamy tak, aby na ekranie widoczny był obraz dyfrakcyjny światła monochromatycznego.
– Opisujemy otrzymany na ekranie obraz. Porównujemy z obrazem uzyskanym dla światła białego.
– Zaznaczamy na ekranie położenie środków kolejnych prążków dyfrakcyjnych.
– Mierzymy odległość l siatki dyfrakcyjnej od ekranu i określamy niepewność pomiaru Δl.
– Mierzymy odległości d_1,d_2 prążków dyfrakcyjnych pierwszego i drugiego rzędu od prążka zerowego i określamy niepewności tych pomiarów Δd_1 i Δd_2. Dla polepszenia jakości wyników można mierzyć odległości n-tego prążka dyfrakcyjnego po obu stronach prążka zerowego i jako jego odległość od prążka zerowego przyjąć średnią arytmetyczną wartości uzyskanych dla prążka położonego po lewej i prawej stronie prążka środkowego.
– Wyniki pomiarów zapisujemy w tabeli:

Nr pomiaru	l [cm]	Δl [cm]	d_1 [cm]	Δd_1 [cm]	d_2 [cm]	Δd_2 [cm]	λ [nm]	$\Delta\lambda$ [nm]
1	15	0,1	4,9	0,1	12,3	0,1	λ_1=538 λ_2=539	$\Delta\lambda_1$=13 $\Delta\lambda_2$=5
2	15	0,1	5,0	0,1	12,3	0,1		
3	15	0,1	5,0	0,1	12,2	0,1		
Wartość średnia	15	0,1	5,0	0,1	12,3	0,1	538	8

- Za niepewności pomiarów prostych: Δl, Δd_1, Δd_2 przyjmujemy wartość działki elementarnej użytego do pomiaru przyrządu (linijki) – 0,1cm.
- Odczytujemy liczbę rys na 1 mm siatki dyfrakcyjnej. Stała siatki dyfrakcyjnej:

$$a = \frac{1}{N} = \frac{1}{600\ \frac{rys}{mm}} = 1{,}7 \cdot 10^{-6}\ m$$

- Korzystając z warunku na wzmocnienie dyfrakcyjne: $a \sin\varphi = n\lambda$, (gdzie: a – stała siatki dyfrakcyjnej, n – numer prążka interferencyjnego, φ – kąt pomiędzy normalną do siatki dyfrakcyjnej, a odcinkiem łączącym prążek z siatką – patrz rysunek poniżej, λ – długość fali padającej) obliczamy długość fali światła laserowego λ.

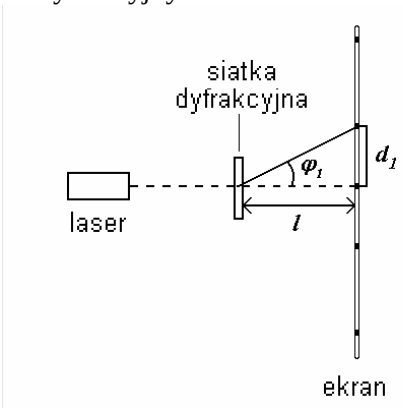
VI. Wykonanie pomiarów wraz z oszacowaniem niepewności pomiarowych

– Trzykrotnie mierzymy odległość l siatki dyfrakcyjnej od ekranu. Obliczamy wartość średnią $l_{śr}$ i szacujemy niepewność pomiaru $\Delta l_{śr}$.

– Trzykrotnie mierzymy odległości d_1, d_2 prążków dyfrakcyjnych pierwszego i drugiego rzędu od prążka zerowego. Obliczamy wartości średnie tych odległości $d_{1śr}$ i $d_{2śr}$ i szacujemy niepewności tych pomiarów $\Delta d_{1śr}$ i $\Delta d_{2śr}$.
– Za niepewność wartości średnich, przyjmujemy wartość niepewności pojedynczego pomiaru, gdyż uzyskane w pomiarze wyniki nie różnią się od siebie więcej niż o wartość działki elementarnej.
– Uzyskane wyniki umieszczamy w tabeli powyżej.

VII. Opracowanie i przeanalizowanie wyników pomiarów

Po oświetleniu siatki dyfrakcyjnej światłem lasera na ekranie pojawia się układ prążków dyfrakcyjnych:



Wykorzystując warunek na wzmocnienie dyfrakcyjne $a \sin \varphi_n = n\lambda_n$ i stosując twierdzenie Pitagorasa (patrz rysunek) otrzymujemy:

$$\lambda_n = \frac{a}{n} \cdot \frac{d_n}{\sqrt{l^2 + d_n{}^2}}.$$

Podstawiając odpowiednie liczby otrzymujemy:

dla $n = 1 \;\; \lambda_1 = 537{,}6 \cdot 10^{-9}\, m = 537{,}6\ nm$

dla $n = 2 \;\; \lambda_2 = 539 \cdot 10^{-9}\, m = 539\ nm$.

VIII. Szacowanie niepewności pomiarowych

Niepewność pomiaru długości fali λ oszacujemy metodą najmniej korzystnego przypadku.

Dla ułatwienia szacowania niepewności zapisujemy powyższy wzór w postaci:

$$\lambda_{śr} = \frac{a}{n} \quad \frac{1}{\sqrt{\frac{l_{śr}{}^2}{d_{śr}{}^2} + 1}}$$

wtedy:

$$\lambda_{max} = \frac{a}{n} \frac{1}{\sqrt{\frac{(l_{śr} - \Delta l_{śr})^2}{(d_{śr} + \Delta d_{śr})^2} + 1}}$$

$$\lambda_{min} = \frac{a}{n} \frac{1}{\sqrt{\frac{(l_{śr} + \Delta l_{śr})^2}{(d_{śr} - \Delta d_{śr})^2} + 1}}$$

lub

$$\lambda_{max} = \frac{a}{n} \frac{d_{śr} + \Delta d_{śr}}{\sqrt{(l_{śr} - \Delta l_{śr})^2 + (d_{śr} + \Delta d_{śr})^2}}$$

$$\lambda_{min} = \frac{a}{n} \frac{d_{śr} - \Delta d_{śr}}{\sqrt{(l_{śr} + \Delta l_{śr})^2 + (d_{śr} - \Delta d_{śr})^2}}$$

Za miarę niepewności przyjmiemy większą z różnic: $\lambda_{max} - \lambda_{śr}$, $\lambda_{śr} - \lambda_{min}$.
Po podstawieniu wartości uzyskanych w pomiarach otrzymujemy:

$\Delta\lambda_1 = 12{,}9\ nm$; $\Delta\lambda_2 = 4{,}8\ nm$

Wyniki pomiarów zapiszemy zatem w postaci:

$\lambda_1 \pm \Delta\lambda_1 = 538\ nm \pm 13\ nm$; $\lambda_2 \pm \Delta\lambda_1 = 539\ nm \pm 5\ nm$.

Warto zwrócić uwagę, że wynik uzyskany z wykorzystaniem drugiego prążka dyfrakcyjnego obarczony jest mniejszą niepewnością pomiarową (zastanów się dlaczego?).

Wyniki pomiarów dla obu prążków dyfrakcyjnych możemy uznać za zgodne ponieważ spełniają warunek:

$$|\lambda_2 - \lambda_1| \le \Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2$$

czyli

$$|539\ nm - 538\ nm| = 1\ nm < 13\ nm + 5\ nm = 18\ nm.$$

Ostatecznie możemy przyjąć, że $\lambda_{śr} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$ oraz $\Delta\lambda_{śr} = \frac{\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2}{2}$ [1]

[1] Wartości $\lambda_{śr}$ i $\Delta\lambda_{śr}$ oblicza się w ogólności jako wartość średniej ważonej. W naszym przypadku ze względu na zbliżone wartości niepewności pomiarowych i dokonywanie jedynie szacowania niepewności pomiarowej obliczyliśmy je jako wartości średniej arytmetycznej.

i zapisać, że

$$\lambda = (538 \pm 9)\ nm.$$

Długość fali emitowanej z lasera odczytana z tabliczki znamionowej wynosi λ_w = 532 nm, wyznaczona w pomiarze $\lambda_{śr}$ = 538 nm ± 9 nm.

Wyniki te możemy uznać za zgodne ponieważ spełniają warunek:

$$|\lambda_w - \lambda_{śr}| \leq \Delta\lambda_{śr}\ ,\ \text{czyli}\quad |532\ nm - 538\ nm| = 6\ nm < 9\ nm\ .$$

IX. Wielkości, których pomiar ma największy wpływ na niepewność otrzymanego wyniku

Zwiększenie odległości ekranu od siatki dyfrakcyjnej powoduje zmniejszenie niepewności pomiarowej wyniku (przy użyciu tych samych przyrządów pomiarowych). Przy ustalonej odległości siatki dyfrakcyjnej od ekranu większy wpływ na niepewność ma dokładność pomiaru odległości prążków kolejnych rzędów od prążka zerowego niż dokładność pomiaru odległości siatki dyfrakcyjnej od ekranu.

WYZNACZENIE ODLEGŁOŚCI ŚCIEŻEK (ROWKÓW) NA PŁYCIE CD

Spis przyrządów i materiałów:

– płyta CD w oryginalnym pudełku, które posłuży jako statyw, tekturowe, sztywne pudełko o wymiarach 25cm×35cm, na które naklejamy arkusz białego papieru stanowiący ekran, wskaźnik laserowy, uchwyt na laser, pozwalający na umieszczenie go poziomo na wysokości środka płyty CD, szpilka, ołówek, linijka, przymiar metrowy

I. Cel doświadczenia:

– obserwacja i opis zjawiska dyfrakcji, potwierdzenie falowej natury światła,
– wyznaczenie odległości rowków (stałej odbiciowej siatki dyfrakcyjnej) na płycie CD,
– sprawdzenie słuszności związku miedzy stałą siatki dyfrakcyjnej, długości fali świetlnej i położenia prążka dyfrakcyjnego n-tego rzędu.

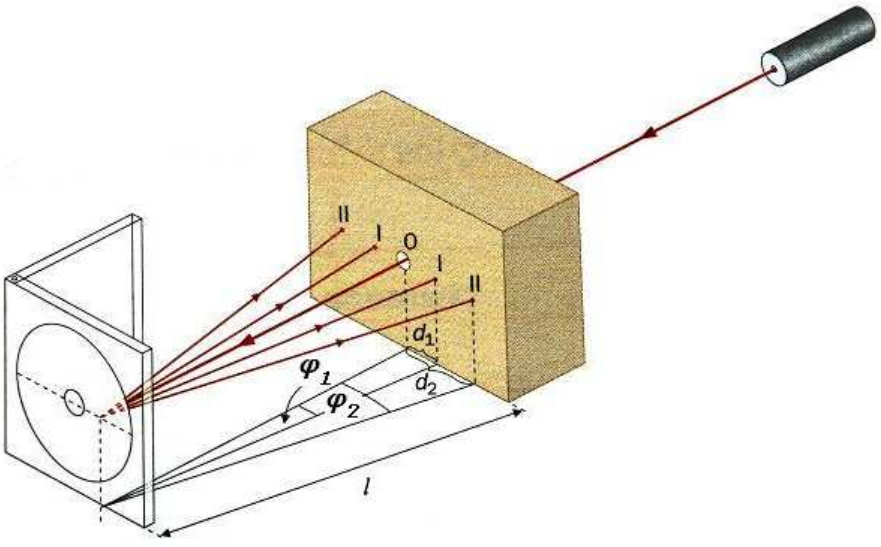
II. Oczekiwane efekty kształcenia

– uczeń potrafi potwierdzić eksperymentalnie falową naturę światła,
– uczeń potrafi zaobserwować zjawisko dyfrakcji światła monochromatycznego i opisać obrazy dyfrakcyjne uzyskane w eksperymencie,
– uczeń potrafi zastosować wzór na warunek wzmocnienia dyfrakcyjnego do wyznaczenia nieznanej wielkości fizycznej,
– uczeń potrafi wyciągać wnioski o zależnościach między: długością fali emitowanej ze źródła światła, stałą siatki dyfrakcyjnej i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego,
– uczeń potrafi wykonać pomiary odpowiednich wielkości fizycznych do wyznaczenia wielkości szukanej,
– uczeń potrafi poprawnie zinterpretować otrzymany wynik.

III. Czynności wykonywane przez nauczyciela/ucznia

- zaprojektowanie doświadczenia,
- ustawienie zestawu doświadczalnego tak, aby układ prążków dyfrakcyjnych otrzymanych na ekranie był poprawny,
- obserwacja obrazu dyfrakcyjnego uzyskanego na ekranie,
- opis uzyskanego obrazu dyfrakcyjnego dla światła monochromatycznego,
- przekształcenie wzoru określającego warunek wzmocnienia dyfrakcyjnego $a \sin \varphi = n\lambda$ do postaci wiążącej stałą odbiciowej siatki dyfrakcyjnej z długością fali świetlnej, odległością płyty CD od ekranu i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego od prążka zerowego,
- wnioskowanie o zależnościach między: długością fali świetlnej, stałą siatki dyfrakcyjnej i odległością n-tego prążka dyfrakcyjnego,
- przekształcenie warunku wzmocnienia interferencyjnego do postaci umożliwiającej obliczenie stałej siatki dyfrakcyjnej,
- wykonanie pomiarów wielkości umożliwiających obliczenie stałej odbiciowej siatki dyfrakcyjnej (odległości rowków na płycie CD),
- oszacowanie niepewności pomiarowych oraz wskazanie wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanego wyniku,
- interpretacja otrzymanego wyniku.

Budowa układu pomiarowego według następującego schematu:



- Na jednej linii ustawiamy układ optyczny złożony z lasera, pudełka z otworem i płyty CD (naklejony ekran ustawiony w stronę płyty) tak, aby promień lasera, przechodząc przez otwór w pudełku, padał prostopadle do powierzchni płyty, na jej poziomą średnicę w miejscu, gdzie znajdują się rowki (rysunek). Płyta CD i ekran powinny być względem siebie równoległe.

Odległość płyty od ekranu należy dobrać tak, aby na ekranie pojawiło się pięć plamek świetlnych.

– Prawidłowe ustawienie poznajemy po tym, że zerowy prążek interferencyjny (środkowa plamka) pokrywa się z otworem, a prążki boczne tworzą poziomą linię i są ułożone symetrycznie po obu stronach otworu. Aby uzyskać prawidłowe ustawienie, korygujemy ustawienie płyty CD i lasera za pomocą odpowiednich podkładek z plasteliny.

IV. Kolejne kroki doświadczenia

– W połowie długości pudełka – ekranu, szpilką robimy otworek dokładnie na wysokości środka poziomej średnicy płyty CD umieszczonej w statywie. Średnicę otworu powiększamy zaostrzonym ołówkiem do około 2 mm, dbając o to, by jego brzegi nie były postrzępione.
– Budujemy układ doświadczalny według opisanego powyżej schematu.
– Na ekranie (ołówkiem) zaznaczamy położenie środków obrazów dyfrakcyjnych pierwszego i drugiego rzędu; mierzymy odległość l płyty CD od ekranu i określamy niepewność pomiaru Δl.
– Mierzymy odległości d_1, d_2 obrazów dyfrakcyjnych pierwszego i drugiego rzędu od prążka zerowego (możemy mierzyć odległości kolejnych prążków dyfrakcyjnych po obu stronach prążka zerowego i odległość n-tego prążka wyznaczać jako średnią arytmetyczną obu wyników pomiaru), określamy niepewności tych pomiarów Δd_1 *i* Δd_2.
– Za niepewności pomiarów prostych: Δl, Δd_1, Δd_2 przyjmujemy wartość działki elementarnej użytego do pomiaru przyrządu (linijki) – 0,1cm.
– Wyniki zapisujemy w tabeli:

Nr pomiaru	l [cm]	Δl [cm]	d_1 [cm]	Δd_1 [cm]	d_2 [cm]	Δd_2 [cm]
1	5,5	0,1	3,1	0,1	9,8	0,1
2	5,6	0,1	3,1	0,1	9,8	0,1
3	6,0	0,1	3,2	0,1	10,0	0,1
	$l_{śr} = 5,7$	$\Delta l_{śr} = 0,1$	$d_{1śr} = 3,1$	$\Delta d_{1śr} = 0,1$	$d_{2śr} = 9,9$	$\Delta d_{2śr} = 0,1$

– Na wskaźniku laserowym odczytujemy długość fali $\lambda_{śr}$ (zwykle podany jest przedział długości fali – wtedy należy przyjąć jako λ wartość średnią, zaś jako niepewność $\Delta\lambda$ połowę przedziału długości fali λ).
– Korzystając ze wzoru na kąt ugięcia φ_n obrazu n-tego rzędu dawanego przez siatkę dyfrakcyjną: $a \sin \varphi_n = n\lambda$ (gdzie: a to odległość między rowkami płyty CD) oraz związków trygonometrycznych pomiędzy zmierzonymi wielkościami, obliczamy odleglość a pomiędzy rowkami płyty CD.

V. Wykonanie pomiarów wraz z oszacowaniem niepewności pomiarowych

- Trzykrotnie mierzymy odległość l siatki dyfrakcyjnej od ekranu. Obliczamy wartość średnią $l_{śr}$ i szacujemy niepewność pomiaru $\Delta l_{śr}$.
- Trzykrotnie mierzymy odległości d_1, d_2 prążków dyfrakcyjnych pierwszego i drugiego rzędu od prążka zerowego. Obliczamy wartości średnie tych odległości $d_{1śr}$ i $d_{2śr}$ i szacujemy niepewności tych pomiarów $\Delta d_{1śr}$ i $\Delta d_{2śr}$.
- Za niepewność wartości średnich przyjmujemy wartość niepewności pojedynczego pomiaru, gdyż uzyskane w pomiarze wyniki nie różnią się od siebie więcej niż o wartość działki elementarnej.
- Odczytujemy długość fali emitowanej przez użyty w doświadczeniu laser (655±25) nm.

VI. Opracowanie i przeanalizowanie wyników pomiarów

Korzystając z warunku na wzmocnienie dyfrakcyjne: $a \sin\varphi = n\lambda$, (gdzie: a – stała siatki dyfrakcyjnej, n – numer prążka interferencyjnego, φ – kąt pomiędzy normalną do siatki dyfrakcyjnej, a odcinkiem łączącym prążek z siatką, λ – długość fali padającej) obliczamy stałą siatki dyfrakcyjnej a ze wzoru:

$$a_{śr} = n\lambda_{śr}\sqrt{1+\frac{l_{śr}^2}{d_{śr}^2}}$$

Podstawiając odpowiednie liczby otrzymujemy następujące wartości (wpisujemy je do tabeli)

dla $n=1$ a_1= 1368 nm

dla $n=2$ a_2=1511 nm

$a_1(nm)$	$\Delta a_1(nm)$	$a_2(nm)$	$\Delta a_2(nm)$
1368	104	1511	70

VII. Szacowanie niepewności pomiarowych

Niepewność pomiaru odległości rowków na płycie oszacujemy metodą najmniej korzystnego przypadku. Ponieważ

$$a_{śr} = n\lambda_{śr}\sqrt{1+\frac{l_{śr}^2}{d_{śr}^2}},$$

więc

$$a_{\max} = n\left(\lambda_{śr}+\Delta\lambda\right)\sqrt{1+\frac{\left(l_{śr}+\Delta l\right)^2}{\left(d_{śr}-\Delta d\right)^2}} \qquad a_{\min} = n\left(\lambda_{śr}-\Delta\lambda\right)\sqrt{1+\frac{\left(l_{śr}-\Delta l\right)^2}{\left(d_{śr}+\Delta d\right)^2}}.$$

Za miarę niepewności przyjmiemy większą z różnic: $a_{max} - a_{śr}$, $a_{śr} - a_{min}$. Tak więc niepewności wynoszą;

Δa_1 = 104 nm,
Δa_2 = 70 nm.

Wyniki pomiarów zapiszemy zatem w postaci:

$a_1 \pm \Delta a_1 = (1368 \pm 104)\ nm$; $a_2 \pm \Delta a_2 = (1511 \pm 70)\ nm$

Warto zwrócić uwagę, że wynik uzyskany z wykorzystaniem drugiego prążka dyfrakcyjnego obarczony jest mniejszą niepewnością pomiarową (zastanów się dlaczego?).

Wyniki pomiarów dla obu prążków dyfrakcyjnych możemy uznać za zgodne ponieważ spełniają warunek:

$$|a_1 - a_2| \leq \Delta a_1 + \Delta a_2 .$$

Ostatecznie możemy przyjąć, że $a_{śr} = \frac{a_1 + a_2}{2}$ oraz $\Delta a_{śr} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2}{2}$ *)

i zapisać, że

$$a_{śr} = (1440 \pm 87)\ \text{nm}.$$

*) Wartości $a_{śr}$ i $\Delta a_{śr}$ oblicza się w ogólnym przypadku jako wartość średniej ważonej. W naszym przypadku ze względu na zbliżone wartości niepewności pomiarowych i dokonywanie jedynie szacowania niepewności pomiarowej obliczyliśmy je jako wartości średniej arytmetycznej.

X. Wielkości, których pomiar ma największy wpływ na niepewność otrzymanego wyniku

Zwiększenie odległości ekranu od siatki dyfrakcyjnej powoduje zmniejszenie niepewności pomiarowej wyniku (przy użyciu tych samych przyrządów pomiarowych). Przy ustalonej odległości siatki dyfrakcyjnej od ekranu większy wpływ na niepewność ma dokładność pomiaru odległości prążków kolejnych rzędów od prążka zerowego niż dokładność pomiaru odległości siatki dyfrakcyjnej od ekranu. Mniejszy wpływ na niepewność wyniku ma również dokładność wyznaczenia środków prążków dyfrakcyjnych.

Aby się o tym przekonać wykonujemy doświadczenie jeszcze raz zmieniając odległość płyty CD od ekranu. Oto wyniki uzyskane w takich pomiarach:

Nr po-miaru	l [cm]	Δl [cm]	d_1 [cm]	Δd_1 [cm]	d_2 [cm]	Δd_2 [cm]
1	78	0,1	35,8	0,1	108,8	0,1
2	78	0,1	35,8	0,1	108,8	0,1
3	78	0,1	35,7	0,1	108,7	0,1
	$l_{śr} = 78$	$\Delta l_{śr} = 0,1$	$d_{1śr} = 35,8$	$\Delta d_{1śr} = 0,1$	$d_{2śr} = 108,8$	$\Delta d_{2śr} = 0,1$

$a_1(nm)$	$\Delta a_1(nm)$	$a_2(nm)$	$\Delta a_2(nm)$
1570	69	1612	67

$a_{śr} = (1591 \pm 68)$ nm.