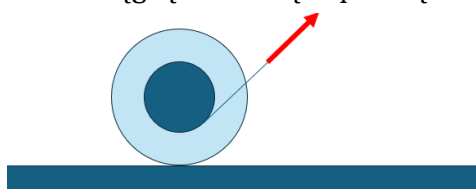


Zadanie 1 (20 pkt.)

Grupa studentów i uczniów działających w kole naukowym GOLF (Grupa Osób Lubiących Fizykę) chciała nawinąć nić na szpulę, leżącą na płaszczyźnie poziomej, ciągnąc nić tak, jak przedstawia to rysunek. Zakładając, że całkowita masa szpuli wynosi m , zewnętrzne krążki o promieniu R mają masę m_k , promień wewnętrznego walca szpuli wynosi r , a studenci ciągnęli nić siłą F pod kątem α do poziomu, oblicz przyspieszenie, z jakim szpula się poruszała. Do obliczeń przyjmij wartości: $m = 1\text{ kg}$, $m_k = 20\% m$, $R = 10\text{ cm}$, $r = 5\text{ cm}$, $\alpha = 30^\circ$, $F = 5\text{ N}$. Czy przy takich założeniach ich działania zakończyły się powodzeniem?



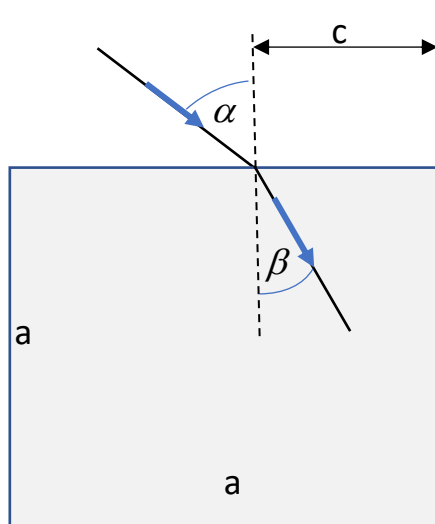
Zadanie 2 (20 pkt.)

Członkowie tego samego koła naukowego GOLF przygotowywali się do eksperymentu, w którym analizowano zużycie energii przez żarówki różnych typów. W trakcie przygotowań zmierzili opór elektryczny włókna wolframowego żarówki o mocy 100W i napięciu zasilania 230 V w temperaturze pokojowej, uzyskując wynik $40\ \Omega$. Po podłączeniu żarówki do napięcia znamionowego, włókno rozgrzało się, a żarówka osiągnęła swoją pełną moc. Studenci chcieli obliczyć, jaka była temperatura włókna oraz jaki prąd płynął przez żarówkę. Znaleźli informację, że współczynnik temperaturowy oporności wolframu wynosi $\alpha = 4,5 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ i na tej podstawie przeprowadzili obliczenia.

Zaciekawieni wynikami, studenci postanowili sprawdzić, jaka byłaby temperatura włókna wolframowego, gdyby żarówka działała w krajach, gdzie napięcie zasilania jest równe 110 V, a natężenie prądu spadłoby do 70% pierwotnej wartości. Twoim zadaniem jest przeprowadzenie podobnych obliczeń.

Zadanie 3 (20 pkt.)

Wyobraź sobie, że na górną powierzchnię przezroczystego sześcianu znajdującego się w powietrzu pada po kątem α promień światła. Odległość punktu, na który pada promień, od bocznej ściany wynosi c (rysunek). Stosunek długości krawędzi sześcianu a do odległości c wynosi $\frac{a}{c} = \sqrt{3}$. Jaki warunek powinien spełniać kąt padania α , aby promień wyszedł na zewnątrz przez boczną ścianę sześcianu? Dla jakiej wartości współczynnika załamania n jest to możliwe? Przyjmij, że promień porusza się w płaszczyźnie równoległej do jednej ze ścian.



Zadanie 4 - doświadczalne (40 pkt)

Wyznaczanie pojemności zapisu informacji na płycie DVD

Cel

Celem zadania jest doświadczalne wyznaczenie pojemności zapisu informacji na płycie DVD. Eksperyment będzie polegał na zmontowaniu odpowiedniego stanowiska, wykonaniu pomiarów i odpowiednim opracowaniu wyników pomiarów.

Zagadnienia

Zjawisko dyfrakcji i interferencji, siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej, światło spójne, sposób zapisu informacji na płytach DVD.

Idea eksperymentu

Płyty DVD są optycznymi nośnikami cyfrowo zapisanych informacji. Zapis informacji dokonuje się na spiralnych ścieżkach położonych bardzo blisko siebie. Oświetlając płytę światłem lasera można ją traktować jako odbiciową siatkę dyfrakcyjną o stałej d , która reprezentuje odległości między ścieżkami. Zależność pomiędzy stałą siatki a długością światła opisuje prawo Bragga:

$$d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda, \quad (1)$$

gdzie: d – stała siatki, α – kąt ugięcia, n – rząd ugięcia, λ – długość światła laserowego.

Jeżeli wskaźnik laserowy umieszczony zostanie za ekranem, w którym wykonano mały otwór i jego światło przechodząc przez ten otwór będzie padało prostopadle na zapisaną część płyty DVD, to odbite od płyty światło będzie tworzyło na ekranie prążki interferencyjne (I i II rzędu). Zmieniając odległość płyty od ekranu można będzie zaobserwować zmianę odległości między prążkiem zerowym a prążkami kolejnych rzędów.

Oznaczając jako y odległość między badaną płytą a ekranem, a jako x_n – odległość między prążkiem zerowym a prążkiem n -tego rzędu, to na podstawie prawa Bragga (równanie 1) i twierdzenia Pitagorasa otrzymamy równanie:

$$d = \frac{n \cdot \lambda \cdot \sqrt{y^2 + x_n^2}}{x_n}. \quad (2)$$

Z kolei, pomiar promienia zewnętrznego R i wewnętrznego r dla zapisanego obszaru płyty pozwoli wyznaczyć liczbę ścieżek N używanych do zapisu informacji. Chociaż zapis na płycie dokonuje się na spiralnych ścieżkach to możemy dokonać przybliżenia kształtu ścieżki do współśrodkowych okręgów i wyznaczyć liczbę ścieżek N na podstawie wzoru (3):

$$N = \frac{R - r}{d}, \quad (3)$$

gdzie r – promień wewnętrzny płyty, a R – promień zewnętrzny płyty (patrz Ryc. 1).



Ryc. 1. Widok płyty DVD z zaznaczonym promieniem wewnętrznym r oraz zewnętrznym R

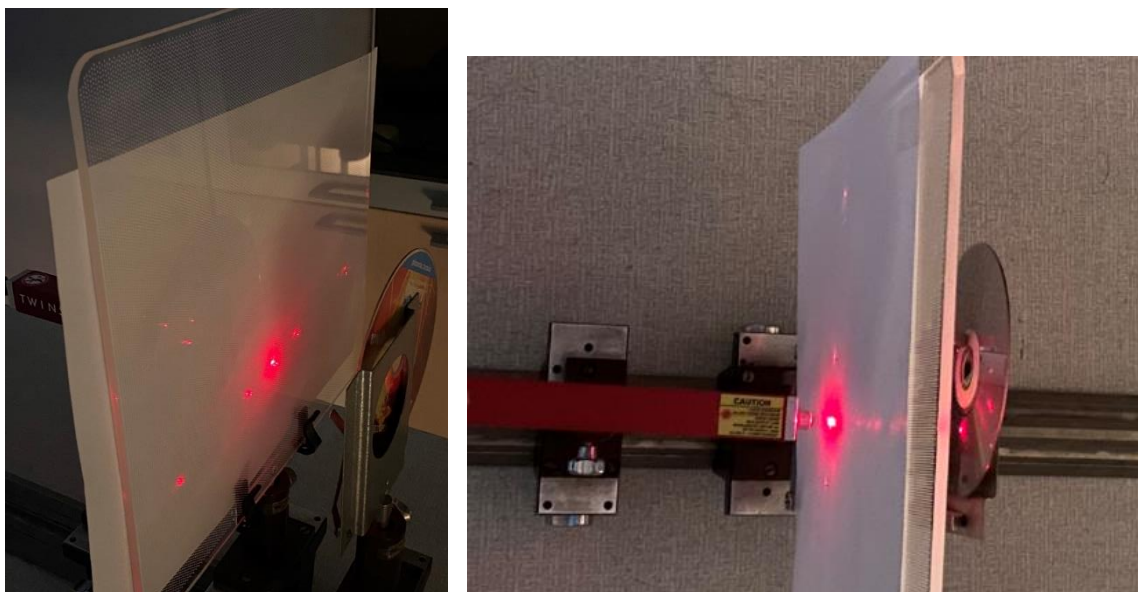
Możliwość obliczenia pojemności płyty M (w bitach) ze znajomości długości ścieżki D potrzebnej do zapisu jednego bitu informacji przedstawia równanie 4:

$$M = \frac{\pi \cdot (R^2 - r^2)}{2 \cdot D} \cdot \frac{1}{d} \quad (4)$$

Elementy stanowiska pomiarowego

- zaciemnione pomieszczenie,
- laser lub wskaźnik laserowy czerwony lub zielony,
- ekran zamocowany na uchwycie, z otworem na przepuszczenie wiązki światła laserowego,
- płyta DVD + uchwyt do jej zamocowania,
- przyrządy do pomiaru odległości.

Przykład zmontowanego stanowiska pomiarowego przedstawiono na Ryc. 2.



Ryc. 2. Widok stanowiska pomiarowego wraz z zaobserwowanymi prążkami interferencyjnymi – widok z boku oraz z góry. Widoczne są: ława optyczna, na której zamocowano poszczególne elementy, źródło światła laserowego, ekran z otworem na przepuszczenie wiązki światła (złożony z płyty pleksi i białej kartki papieru), badana płyta DVD.

Przebieg doświadczenia

1. Zmierz 5-krotnie promień wewnętrzny r i zewnętrzny R płyty DVD (patrz Ryc. 1). Zanotuj, ile wynosi dokładność użytego przyrządu.
2. Zmontuj stanowisko pomiarowe (przykład pokazano na Ryc. 2).
3. Zamontuj stabilnie płytę DVD naprzeciw ekranu i zmierz odległość y między nimi 5-krotnie. Zanotuj, ile wynosi dokładność użytego przyrządu.
4. Sprawdź czy wiązka światła laserowego przechodzi przez otwór w ekranie i pada na obszar zapisany na płycie.
5. Na ekranie powinieneś otrzymasz obraz prążków I i II rzędu na lewo i prawo od prążka zerowego
6. Odczytaj odległości prążków I rzędu (x_1) oraz II rzędu (x_2) od prążka zerowego, zarówno po jego lewej jak i po prawej stronie. Położenie każdego prążka zmierz pięciokrotnie. Zanotuj, ile wynosi dokładność użytego przyrządu.
7. Powtórz pomiary dla innej odległości y między płytą a ekranem.
8. Wyniki pomiarów wpisz do karty pomiarowej. Na karcie odnotuj również jednostki i dokładności użytych przyrządów pomiarowych.

UWAGA: W trakcie całego doświadczenia zachowaj odpowiednią ostrożność i chroń oczy. **Nigdy nie kieruj światła laserowego na oczy oraz uważaj, aby odbita wiązka światła laserowego nie trafiła w oczy.**

Opracowanie wyników pomiarów

1. Wykonaj dokumentację fotograficzną stanowiska pomiarowego. Opisz je szczegółowo, nie zapominając o żadnym z użytych elementów konstrukcyjnych czy przyrządów pomiarowych oraz o sposobie stabilnego zamocowania ekranu z otworem, wskaźnika laserowego i badanej płyty.
2. Oblicz średnią wartość promienia wewnętrznego płyty $\bar{r}$ oraz promienia zewnętrznego płyty $\bar{R}$.
3. Czy obserwujesz rozrzut wyników pomiarów r i R ? Napisz czy rozrzut wyników jest większy niż dokładność przyrządu? Obliczone wartości wpisz do Karty (Karta pomiarowa i zestawienie wyników).
4. Na podstawie dziesięciu pomiarów odległości x_1 (pięciokrotnie powtórzone pomiary po lewej i po prawej stronie) oblicz średnią wartość położenia prążków $\bar{x}_1$ I rzędu.
5. Czy obserwujesz rozrzut wyników pomiarów x_1 ? Napisz czy rozrzut wyników jest większy niż dokładność przyrządu.
6. Analogiczne obliczenia i analizę (punkty 4-5) wykonaj dla prążków II rzędu.
7. Obliczenia z punktów 4-6 wykonaj dla innej odległości y .
8. Oblicz wartość d dla każdej serii (4 wyniki) i oszacuj rozrzut tej wielkości.
9. Dla każdej wartości d_i oblicz liczbę ścieżek N_i . Określ rozrzut i podaj wartość średnią $\bar{N}$.
10. Przyjmując wartość $D = 0,4 \frac{\mu m}{bit}$, oblicz dla każdej wartości d_i pojemność M_i płyty DVD. Określ rozrzut i podaj wartość średnią $\bar{M}$.
11. Pamiętaj o poprawnym zapisie wyników wraz z jednostką.
12. Odszukaj wartość tablicową pojemności płyty DVD i porównaj z nią wielkość wyznaczoną eksperymentalnie.
13. Sformułuj wnioski z przeprowadzonego eksperymentu.

Przygotowanie sprawozdania

Sprawozdanie z realizacji zadania eksperymentalnego będzie oceniane w zakresie następujących, obowiązkowych elementów:

1. Wstęp teoretyczny (ok. 1 strony formatu A4) opisujący zjawisko dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej z podaniem literatury źródłowej.
2. Opis stanowiska pomiarowego, wraz z jego dokumentacją fotograficzną oraz zdjęciem zaobserwowanych prążków.
3. Opis procedury pomiarowej.
4. Karta pomiarowa.
5. Opracowanie wyników pomiarów, tzn. obliczenia wraz z wzorami i przykładami dla konkretnych danych oraz wnioski z porównania dokładności przyrządów i obserwowanych rozrzutów wyników.
6. Zapis wyników końcowych. Porównanie z wartością tablicową.
7. Zestawienie wyników obliczeń na Karcie.
8. Wnioski.

Karta pomiarowa i zestawienie wyników obliczeń

Temat doświadczenia												
Data wykonania pomiarów												
Nr IKU osoby wykonującej doświadczenie												
Rodzaj użytego wskaźnika laserowego												
Długość światła emitowanego przez wskaźnik laserowy λ []												
Promień wewnętrzny płyty r [] Dokładność przyrządu []	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	$\bar{r}$	rozrzut					
Promień zewnętrzny płyty R [] Dokładność przyrządu []	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	$\bar{R}$	rozrzut					
Odległość między ekranem a płytą y [] Dokładność przyrządu []	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	$\bar{y}$	rozrzut					
Odległość między prążkiem zerowym a prążkami I rzędu x_1 [] Dokładność przyrządu []	Lewa strona					Prawa strona					$\bar{x}_1$	rozrzut
	x_{1L1}	x_{1L2}	x_{1L3}	x_{1L4}	x_{1L5}	x_{1P1}	x_{1P2}	x_{1P3}	x_{1P4}	x_{1P5}		
d_1 []												
Odległość między prążkiem zerowym a prążkami II rzędu x_2 [] Dokładność przyrządu []	Lewa strona					Prawa strona					$\bar{x}_2$	rozrzut
	x_{2L1}	x_{2L2}	x_{2L3}	x_{2L4}	x_{2L5}	x_{2P1}	x_{2P2}	x_{2P3}	x_{2P4}	x_{2P5}		
d_2 []												
Odległość między ekranem a płytą y []	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	$\bar{y}$						
Odległość między prążkiem zerowym a prążkami I rzędu x_1 []	Lewa strona					Prawa strona					$\bar{x}_1$	rozrzut
	x_{1L1}	x_{1L2}	x_{1L3}	x_{1L4}	x_{1L5}	x_{1P1}	x_{1P2}	x_{1P3}	x_{1P4}	x_{1P5}		
d_3 []												
Odległość między prążkiem zerowym a prążkami II rzędu x_2 []	Lewa strona					Prawa strona					$\bar{x}_2$	rozrzut
	x_{2L1}	x_{2L2}	x_{2L3}	x_{2L4}	x_{2L5}	x_{2P1}	x_{2P2}	x_{2P3}	x_{2P4}	x_{2P5}		
d_4 []												
$\bar{d}$ [] rozrzut []												
$N_i, \bar{N}$ i rozrzut	N_1	N_2	N_3	N_4	$\bar{N}$	rozrzut						
$M_i, \bar{M}$ i rozrzut	M_1	M_2	M_3	M_4	$\bar{M}$	rozrzut						

Wymogi dotyczące przesyłania rozwiązań zadań konkursowych w dziedzinie fizyki

1. Rozwiązania każdego z zadań należy przygotować w oddzielnym pliku. W obecnej edycji jedyny dopuszczalny format plików to pdf. Rozmiar pojedynczego pliku nie może przekraczać 2 MB, przy czym rozwiązanie jednego zadania może być przesłane w formie co najwyżej 10 plików
2. Rozwiązania zadań (każdego oddzielnie) należy przesłać za pomocą Platformy Zdalnej Edukacji (PZE)
3. Każde zadanie powinno zawierać na górze pierwszej strony tabelkę:

Konkurs „O złoty Indeks Politechniki Śląskiej” w dziedzinie fizyki		Indywidualny Kod Uczestnika				Sprawdził:	
Edycja 2024/2025		Data				Data:	
				Nr Zadania		Ocena:	
Dane/Szukane	Komentarze	Rysunek	Przekształcenia na symbolach	Sprawdzenie jednostek	Obliczenia liczbowe	Zapis wyniku	Estetyka

pola cieniowane wypełnia oceniający

4. Jeśli rozwiązanie zadania nie mieści się na jednej stronie, należy każdą kolejną stronę opisać w prawym górnym rogu numerem IKU, numerem zadania oraz kolejnym numerem strony np. IKU: FIZ1234, zad. 2, str. 4
5. W rozwiązaniach nie wolno podawać danych osobowych uczestnika. Ponadto, aby zachować anonimowość uczestnika na poziomie sprawdzania prac, należy również usunąć dane osobowe uczestnika z właściwości pliku. Można tam podać IKU.
6. Elementy wiersza tabeli wskazują jakie elementy pracy będą brane pod uwagę przy ocenie, przy czym nie dla każdego zadania będą oceniane Rysunek i Wynik w jednostce układu SI
7. Dane i Szukane:
 - Rozwiązanie każdego z zadań powinno zaczynać się od wypisania danych i szukanych,
 - Część zadań jest tak formułowana, że uczeń musi samodzielnie odszukać niektóre dane. Należy wtedy podać źródło, z którego zaczerpnięto dane,
 - Wypisanie szukanych jest również elementem oceny umiejętności ucznia, szczególnie istotnym przy zadaniu sformułowanym problemowo.
8. Komentarze
 - Rozwiązanie powinno być opatrzone komentarzami słownymi.
 - Przykłady komentarzy:
 - „Wykonuję rysunek, na którym zaznaczam siły działające na ciało”;
 - „Ciało porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, zatem zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki Newtona wypadkowa sił działających na to ciało jest równa zero”;
 - „Zadanie dotyczy zasady zachowania pędu. Zasadę tą można zapisać wzorem: ...”
 - Należy skomentować również wynik końcowy rozwiązania.
9. Rysunek
 - W przypadku większości zadań, rozwiązanie dobrze jest zilustrować rysunkiem
 - Rysunki powinny być czytelne

- Niektóre zadania mogą wymagać wykonania wykresu. Należy wtedy pamiętać o opisaniu osi (wielkość i jednostka fizyczna). Nie należy podawać współrzędnych poszczególnych punktów, tylko na osiach zaznaczyć odpowiednio dobrane skale.
10. Przekształcenia na symbolach ogólnych
 - Wymagane jest rozwiązywanie zadań na symbolach ogólnych, chyba, że w treści zadania zaznaczono inaczej.
 11. Sprawdzenie jednostek
 - Wynik końcowy, zapisany jako wyrażenie algebraiczne, w którym lewa strona równania stanowi symbol szukanej, a prawa zawiera wyłącznie symbole literowe danych oraz stałe, powinien być uzupełniony sprawdzeniem jednostki. Należy w tym celu wykonać odpowiednie przekształcenia, a nie tylko podać w jakiej jednostce jest wyrażony wynik.
 12. Wynik liczbowy
 - Elementem oceny rozwiązania jest poprawność wyniku liczbowego i jego odpowiednie zaokrąglenie. Np. dokładność wyniku końcowego nie może przewyższać dokładności wynikającej z danych zadania.
 13. Wynik w SI

Wynik końcowy należy podać w jednostce SI, chyba, że w treści zadania zaznaczono inaczej.
 14. Estetyka

W ocenie uwzględniana jest staranność i estetyka pracy.

Uwaga: W przypadku zadania doświadczalnego oceniane są elementy wskazane w treści zadania.

15. Formularz rozwiązania zadania wraz z tabelą jest udostępniony na PZE w dziedzinie fizyki. Można tam też znaleźć zadanie przykładowe i jego rozwiązanie wg sformułowanych wymogów.
16. Maksymalna punktacja możliwa do uzyskania za rozwiązania poszczególnych zadań jest podawana łącznie z treścią zadań.
17. Nie jest konieczne rozwiązywanie wszystkich zadań. Uczeń, który rozwiąże tylko niektóre z zadań, ale uzyska 50% wszystkich możliwych punktów może być dopuszczony do II etapu. Przy czym do II etapu przechodzi maksymalnie 200 uczestników z najlepszymi wynikami (patrz § 5 punkt 5 Regulaminu Konkursu, dostępny na stronie: <https://www.polsl.pl/rd1-cos/zloty-indeks/>).