

Podstawy fizyki IV — Kolokwium II

06.05.2013

Kolokwium składa się z części testowej i zadań obliczeniowych, zadania zostały posortowane wg stopnia trudności (w odczuciu prowadzącego). W sumie możesz uzyskać 40 punktów. Na rozwiązanie zadań i testu masz 3.5 h. Test oraz każde z zadań obliczeniowych oddawaj na osobnych kartkach. Formułuj klarowne odpowiedzi.

Na kolokwium możesz korzystać z jednej kartki A4 z własnoręcznymi notatkami, kalkulatora i kartki z notatkami z poprzedniego kolokwium. W przypadku wszelkich wątpliwości co do znaczenia treści zadań pytaj prowadzącego.

Test (10 pkt)

Udziel krótkiej odpowiedzi wraz z uzasadnieniem. Za każde z zadań możesz dostać 1 pkt.

1. Masz dwie płyty: CD i DVD. Z płyt usunięto nalepkę z przodu i nie wiesz, która jest która. Jak, wykorzystując wskaźnik laserowy sprawdzić, która płyta to CD a która to DVD?
2. Transmisja amplitudowa pewnej płytki wynosi $t(x) = \cos^2(Kx/2)$. W tą płytkę prostopadle świecisz białym promieniem światła. Narysuj bieg promieni za płytką i podpisz kolory (dla uproszczenia uwzględnij tylko kolory: czerwony, niebieski, zielony, biały).
3. Dysponujesz 10 wiązkami laserowymi, każda o mocy 1 mW. Wiązki pochodzą z jednego lasera, poprzez podział za wiązki za pomocą pewnego układu płytek światłodzielných. Jaką maksymalną moc możesz uzyskać łącząc z powrotem te wiązki w jedną? Abstrahujemy od sposobu łączenia.
4. Masz do wyboru dwie soczewki: pierwsza o średnicy 10 cm i ogniskowej 10 cm, druga o średnicy 20 cm i ogniskowej 40 cm. Której użyjesz do rozpalenia ogniska w słoneczny dzień? Dlaczego?
5. Masz dwie soczewki: skupiającą o ogniskowej f_1 i rozpraszającą o ogniskowej f_2 , $|f_2| > f_1$, linijkę i odległe źródło światła. Podaj sposób na zmierzenie ogniskowej soczewki rozpraszającej.
6. Dwie fale płaskie o wektorach falowych pod niewielkim kątem padają na ekran. Częstotliwości fal różnią się o 5 Hz. Opisz co zobaczysz na ekranie.
7. W standardowym mikroskopie optycznym miejsce, w którym powstaje obraz pośredni jest ustalone i znajduje się w odległości 160 mm od obiektywu. Jaką długość ogniskową ma obiektyw z mikroskopu o powiększeniu 20x?
8. Po co w spektrometrze siatkowym szczelina wejściowa? Co polepszamy a co pogarszamy zmniejszając jej szerokość?
9. Masz dwie fale elektromagnetyczne o różnych częstościach, jedna o sporej amplitudzie, druga o bardzo amplitudzie oraz płytkę światłodzielną. Jak za pomocą fotodiody i oscyloskopu zmierzyć amplitudę słabej wiązki jeżeli znasz natężenie tej silnej?
10. Co jest ograniczeniem na maksymalną głębokość w której możemy skanować próbkę, w koherentnej tomografii optycznej (OCT - *optical coherence tomography*)? Są dwa ograniczenia.

Zadania obliczeniowe

Zadanie 1 (10 pkt) Na rysunku 1 przedstawiono układ do wytwarzania siatki dyfrakcyjnej metodą litograficzną. Dwie wiązki laserowe, pochodzące z tego samego lasera o długości fali λ_1 , skrzyżowano pod pewnym niewielkim kątem θ . Za krzyżującymi się wiązkami umieszczono teleskop składający się z dwóch soczewek o ogniskowych f_1 i $f_2 > f_1$. Za teleskopem umieszczono kliszę fotograficzną w miejscu gdzie wiązki się nakładają.

- Jakie powinny być odległości pomiędzy miejscem gdzie wiązki się przecinają, soczewkami i ekranem?
- Jaka powinna być kolejność soczewek by prążki interferencyjne były gęstsze w stosunku do tych które powstałyby bez teleskopu?
- Podaj rozkład natężenia światła na kliszy.
- W naświetloną i wywołaną kliszę fotograficzną zaświecono prostopadle laserem o długości fali λ_2 i o średnicy wiązki D . Podaj kąt pierwszego rzędu ugięcia oraz szerokość kątową tego ugięcia.

Zadanie 2 (10 pkt) a) (5 pkt) Udowodnij, że układ składający się z dwóch soczewek o ogniskowych f w odległości d od siebie obrazuje punkt w odległości f przed pierwszą soczewką w punkt w odległości f za drugą soczewką, niezależnie od odległości d (rysunek 2(a)). Znajdź powiększenie podłużne i poprzeczne w tym obrazowaniu.

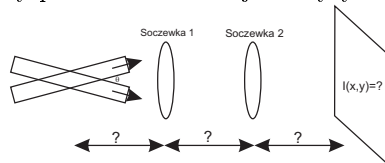
b) (5 pkt) Analogiczny układ do tego z punktu a) można zrealizować za pomocą dwóch zwierciadeł sferycznych (Rys. 2(b)). Przedmiot umieszczony w położeniu A, tuż nad górnym zwierciadłem zostanie zobrazowany w położenie A', tuż nad górnym zwierciadłem. Podaj stosunek średnicy zwierciadeł do wysokości układu D/h .

Zadanie 3 (10 pkt) Interferometr Fabry-Perot może zostać wykorzystany jako spektrometr. Na rysunku 3(a) przedstawiono pewien układ, który działa jak spektrometr. Wykonano go z następujących elementów: matówka, interferometr Fabry-Perot o płaskich lustrach o współczynniku odbicia R i odległości L i dużym *finesse*, soczewka o ogniskowej f i ekran. Źródło światła stanowi dużą, skolimowaną wiązkę, która jednorodnie oświetla matówkę. Działanie matówki można zinterpretować w następujący sposób: matówka wprowadza losową fazę przestrzenną dlatego oświetlając ją jednorodnie wyprodukuje fale płaskie o losowych fazach (rysunek 3(b)). Załóż, że matówka generuje pełen rozkład wektorów falowych o takich samych amplitudach, ale o losowych fazach. W punktach a) i b) podaj wzory i znajdź wartości liczbowe dla $\lambda = 635 \text{ nm}$, $f = 100 \text{ mm}$, $L = 100 \mu\text{m}$, $R = 0.99$.

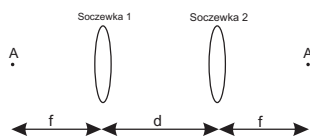
a) Znajdź wzór interferencyjny $I(r)$ który powstanie na ekranie i podaj promienie kolejnych pierścieni wzoru interferencyjnego, który powstanie przy oświetleniu układu monochromatycznym światłem o długości fali λ .

b) Znajdź szerokość połowkową prążka interferencyjnego pierwszego od środka ekranu. Załóż, że długość fali oświetlenia λ , jest taka, że promień pierwszego prążka interferencyjnego jest większa niż zero tzn. na środku ekranu będzie lokalne minimum oświetlenia.

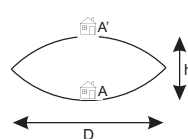
c) Znajdź rozdzielczość spektrometru $\Delta\lambda$. Warunek rozróżnialności dwóch bliskich linii spektrum zaproponuj samodzielnie. Który parametr układu jest krytyczny dla dobrej rozdzielczości takiego spektrometru?



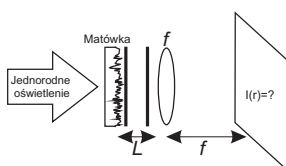
Rysunek 1.



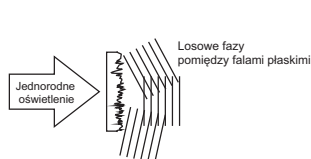
Rysunek 2(a)



Rysunek 2(b)



Rysunek 3(a)



Rysunek 3(b)