

Podstawy fizyki III — Kolokwium II

09.12.2013

Kolokwium składa się z części testowej i zadań obliczeniowych, zadania zostały posortowane wg stopnia trudności (w subiektywnym 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 i staraj się pisać wyraźnie.

Na egzaminie możesz korzystać z jednej kartki A4 z własnoręcznymi notatkami, kalkulatora. 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. Odpowiedzi bez uzasadnienia nie będą brane pod uwagę!

1. Monochromatyczną falą płaską oświetlono soczewkę skupiającą i rozpraszającą. Narysuj fronty falowe fali za soczewką w obu przypadkach.
2. Dwie soczewki o ogniskowych f umieszczono w odległości $2f$. Jaka jest ogniskowa takiego układu?
3. Spotkałeś na ulicy japońskiego turystę, który na migi poprosił cię o zrobienie mu zdjęcia jego aparatem - lustrzanką. Po zrobieniu zdjęcia okazało się, że jest nie ostre. Aparat niestety nie ma autofocusa. Co powinieneś zrobić by kolejne zdjęcie było ostre? Podaj dwa sposoby i podaj ich fizyczne uzasadnienie.
4. Janek obserwuje Księżyc przez lornetkę o powiększeniu 8. Wiadomo, że zgodnie z rachunkiem na macierzach ABCD, tworzony przez lornetkę pozorny obraz Księżyca ma średnicę ośmiokrotnie mniejszą niż rozmiary tarczy Księżyca. Jednak Jankowi wydaje się, że tarcza Księżyca jest ośmiokrotnie większą niż wtedy gdy patrzy nań bez użycia lornetki. Wyjaśnij ten pozorny paradoks.
5. Jak zmieni się powiększenie kątowe teleskopu składającego się z 2 soczewek o ogniskowych f_1 i f_2 gdy pomiędzy nie (w odległości f_1 od pierwszej i f_2 od drugiej) wstawimy trzecią soczewkę o ogniskowej f_3 ?
6. Dlaczego patrząc wstecz, przykładając oko do obiektywu mikroskopu, nie można użyć mikroskopu tak jak teleskopu do oglądania gwiazd? Załóż, że nie jesteś ograniczony przez średnice soczewek.
7. Na wyjściu interferometru Michelsona obserwujemy wyraźne prążki interferencyjne. Kiedy jednak w pobliżu przejeżdża tramwaj prążki znikają. Podaj rząd wielkości minimalnej amplitudy i częstości drgań luster w interferometrze spowodowanych przejazdem tramwaju.
8. Dużą wiązkę z lasera przepuszczono przez maskę, która zmodulowała przestrzennie amplitudę fali. Tuż za maską umieszczono soczewkę o ogniskowej f a za nią w odległości f ekran na którym zaobserwowano rozkład natężenia światła $I(x, y)$. Jaki rozkład natężenia będzie na ekranie, gdy soczewkę wraz z ekranem odsuniemy od maski na odległość L ? Załóż, że w obu przypadkach soczewka zbiera całe światło wychodzące z maski. Odpowiedź uzasadnij.
9. Interferometr Fabry-Perrot może służyć jako urządzenie do zawężania linii widmowej lasera. Na ćwiczeniach sprawdzaliśmy, że można zmieniać transmitowaną częstość interferometru o płaskich zwierciadłach (tzw. etalonu) poprzez jego pochylanie. Z czego wynika ograniczenie na maksymalny kąt pochylecia, jeżeli używamy Fabry-Perrot do filtrowania wiązki o skończonej średnicy?
10. Białe światło odbite od bańki mydlanej jest różnokolorowe a kolor zależy od kąta patrzenia i grubości błony. Efekt występuje tylko dla pewnego przedziału grubości poza którym w odbiciu zobaczymy światło białe. Oszacuj jaki to przedział grubości.

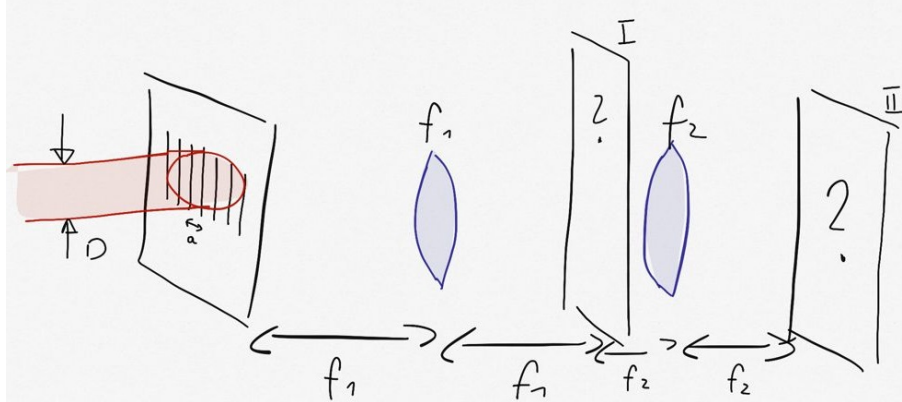
Zadania obliczeniowe

Zadanie 1 (10 pkt) Układ wielu równoodległych wąskich szczelin o szerokości d odległych od siebie o a $a \gg d$ oświetlono skolinowaną wiązką z lasera o średnicy $D \gg a$ i częstotliwości ω . Za układem umieszczono dwie soczewki o ogniskowych f_1 i f_2 w położeniach takich jak zaznaczono na rysunku.

a) Znajdź natężenie światła na ekranach w płaszczyźnie I i II. Naskicuj te rozkłady natężenia.

b) W płaszczyźnie I na osi układu umieszczono pionową szczelinę o szerokości $f_1\pi c/\omega a$. Naskicuj rozkład natężenia na ekranie w płaszczyźnie II po wstawieniu szczeliny.

Rozważ dla uproszczenia tylko problem 1 wymiarowy, tzn. w przekroju poziomym. Możesz przyjąć, że szczeliny są bardzo cienkie i w kierunku poziomym można je traktować jako źródła punktowe.



Zadanie 2 (10 pkt) Ekscentryczny bogacz, hobbysta filatelista zamówił przyrząd do oglądania znaczków wykonany z diamentu. Ten przyrząd to kula diamentowa o promieniu $R = 2$ cm i współczynniku załamania $n = 2.4$ w której na płasko zeszlifowano część kuli w efekcie powstała czasza o wysokości h . Tą diamentową czaszę można położyć na znaczek i z góry obserwować obraz znaczka w powiększeniu. Wysokość h została dobrana tak, że gdy opuszcza się czaszę na znaczek to tuż nad znaczkiem obserwowany obraz jest rozmazany i dopiero gdy czasza dokładnie dotknie powierzchni znaczka to wtedy powstaje ostry, powiększony obraz.

Wyznacz h . Podaj uzasadnienie dlaczego gdy znaczek dokładnie nie przylega do powierzchni czaszy to widać rozmazany obraz.

W obliczeniach skorzystaj z przybliżenia przyosiowego.

Zadanie 3 (10 pkt) Dwa bardzo krótkie impulsy laserowe wpuszczono do interferometru Fabry-Perrot o bardzo wysokim *finesse* $\mathcal{F} = 3140$ i długości L . Impulsy mają tę samą amplitudę pola, ale są opóźnione w czasie i różnią się fazą. Pole dwóch impulsów to $E(t) + E(t - \Delta t)e^{i\varphi}$ gdzie przesunięcie fazowe φ jest z zakresu $-\pi \leq \varphi \leq \pi$. Jaka część energii impulsów przejdzie przez interferometr? Rozważ dwa przypadki:

a) opóźnienie Δt jest **różne** niż całkowita wielokrotność dwukrotnego czasu obiegu wewnątrz Fabry Perrot: $2Lm/c$, gdzie m to liczba całkowita. Załóż, że $|2Lm/c - \Delta t| \gg \tau$ gdzie τ to czas trwania impulsu,

b) opóźnienie Δt jest **równe** czasowi dwukrotnego obiegu wewnątrz: $\Delta t = 2L/c$.

Wskazówka: $\mathcal{F} = \pi R^{1/2}/(1 - R)$. W zadaniu należy skorzystać z uzasadnionych przybliżeń.