

# Podstawy fizyki IV — Egzamin poprawkowy

9.09.2013

Egzamin 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 egzaminie możesz korzystać z jednej kartki A4 z własnoręcznymi notatkami, kalkulatora i i dwóch kartek z notatkami z poprzednich kolokwii. 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. Zobaczyłeś przed sobą, nad płaskim horyzontem połowę łuku tęczy. Gdzie znajduje się względem Ciebie słońce?
2. Fala o płaskim froncie falowym przeszła przez soczewkę rozpraszającej o ogniskowej  $-f$ . Narysuj front falowy za soczewką i podaj jego promień krzywizny.
3. Patrzysz przez pewien układ optyczny (np. obiektyw od aparatu albo lupa), który tworzy ostry obraz przedmiotu, który jest za nim. Jak przekonasz się czy obraz, który powstał jest pozorny czy rzeczywisty? Nie możesz zmieniać odległości przedmiotu od układu optycznego. Załóż, że obraz rzeczywisty nie może powstać wewnątrz samego układu.
4. Mały otworek o średnicy  $100\ \mu\text{m}$  oświetlono jednorodnie światłem z lasera. Za otworkiem w odległości 20 cm umieszczono soczewkę a następnie w odległości 20 cm za soczewką umieszczono ekran. Naszkicuj rozkład natężenia światła na ekranie, jeżeli długość ogniskowa soczewki wynosi 10 cm.
5. Pomiędzy dwa skrzyżowane polaryzatory wstawiono kawałek plastiku. Układ oświetlono światłem z żarówki, ale nie przepuścił światła. Następnie plastik poddano jednorodnemu naprężeniu i układ przepuścił światło. Opisz jakościowo jaki kolor (jakie widmo) światła został przepuszczony.
6. Dlaczego bąbelki powietrza widziane pod wodą wyglądają na srebrzyste?
7. W aparacie fotograficznym jednym ze stopni swobody pozwalającym na dobre ustawienie naświetlenia matrycy/kliszy jest ustawienie wielkości otworu przesłony. Zmiana tego parametru wpływa też na głębię ostrości zdjęcia. Wyjaśnij skąd bierze się ten efekt i czy zwiększenie głębi ostrości następuje przy zwiększaniu czy przy zmniejszaniu średnicy otworu przesłony.
8. Zasłoniłeś oczy przed ostrym słońcem materiałem o ostrej krawędzi (np. kartą bankomatową). Zobaczyłeś, że blisko krawędzi widzisz różne kolory. Zrób rysunek, na którym zaznaczysz kolejność kolorów i miejsce w którym je zobaczyłeś.
9. Interferometr Michelsona-Morleya ustawiono tak, że przy oświetleniu laserem przez port wyjściowy nie wychodzi światło (ciemny prążek). Laser zastąpiono skolimowanym światłem z żarówki. Czy teraz z interferometru wyjdzie światło? Jeżeli tak lub nie, to przy jakich dodatkowych założeniach?
10. Do interferometru Fabry-Perrot wpuszczono krótki impuls laserowy, krótszy niż długość wnęki. Jakie będzie natężenie światła w funkcji czasu na wyjściu z interferometru? Naszkicuj wykres.

## Zadania obliczeniowe

**Zadanie 1 (10 pkt)** Zaproponuj najprostszy układ optyczny, składający się z soczewki o ogniskowej  $f$  i ekranu do obserwacji o następującej własności: niezależnie od położenia promienia przed układem, punkt na ekranie na który padnie promień, będzie zależał tylko od kąta promienia względem osi soczewki, czyli układ transformuje tylko kąt na położenie.

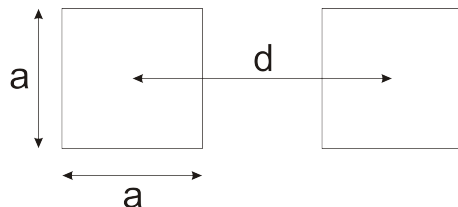
- Jaką postać musi mieć macierz ABCD układu by posiadać wyżej wymienioną własność?
- Jaka musi być odległość soczewki od ekranu, żeby uzyskać w/w własność?

Oprócz własności transformacji kąt na położenie, życzymy sobie by układ dodatkowo przeprowadzał nam wszystkie wiązki gaussowskie z przewężeniem na wejściu układu na wiązki gaussowskie o przewężeniu na ekranie.

- Jaką postać musi mieć macierz ABCD by spełnić obydwie warunki jednocześnie?

d) W jakiej odległości od soczewki musi być przewężenie wiązki gaussowskiej? Podaj jakie będzie powiększenie średnicy przewężenia na ekranie, jeżeli wiązka na wejściu miała przewężenie o średnicy  $w_0$ .

**Zadanie 2 (10 pkt)** W kartce papieru wycięto dwa kwadraty o boku  $a$ . Odległość pomiędzy środkami tych kwadratów wynosi  $d > a$ . Otwory oświetlono jednorodnie światłem o długości fali  $\lambda$  i polu elektrycznym o amplitudzie  $E_0$ . Za otworami umieszczono soczewkę o dużej średnicy i ogniskowej  $f$ . Podaj natężenie światła na ekranie w odległości  $f$  za soczewką.



Rysunek 1: Zad. 2. Dyfrakcja na dwóch kwadratowych otworach.

**Zadanie 3 (10 pkt)** Do dielektryka o grubości  $d$  wpuszczono impuls laserowy o polu elektrycznym  $E(t) = E_0 \exp(-t^2/2\tau^2 - i\omega_0 t)$ . Współczynnik załamania ośrodka dla częstotliwości bliskich  $\omega_0$  opisana jest formułą  $n(\omega) = a + b\omega$ . Oblicz długość impulsu laserowego po przejściu przez ten ośrodek (przyjmij taką miarę, że długość impulsu na wejściu wynosiła  $\tau$ ). Równanie propagacji na wolno zmienną obwiednię  $A(z, t)$ :

$$\frac{\partial A}{\partial z} = \beta_1 \frac{\partial A}{\partial t} - \frac{i}{2} \beta_2 \frac{\partial^2 A}{\partial t^2}$$

gdzie  $\beta_1 = \partial k / \partial \omega|_{\omega_0}$ ,  $\beta_2 = \partial^2 k / \partial \omega^2|_{\omega_0}$ .