

# Podstawy fizyki III — Kolokwium I

04.11.2013

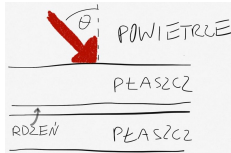
Kolokwium składa się z części testowej i zadań obliczeniowych, zadania zostały posortowane wg stopnia trudności (w subiektywnym odczuciu prowadzącego). W sumie możesz uzyskać 40 punktów. Na rozwiązanie zadań i testu masz 3.5 h. Test oraz każde z zadań obliczeniowych oddawaj na osobnych kartkach. Formułuj 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. Jak krótko można wyemitować dźwięk tak by móc rozpoznać jego wysokość? Podaj sensowne fizycznie oszacowanie.
2. Ile minimalnie powinna wynosić grubość napyłonej warstwy metalicznej w lustrze? Podaj sensowne fizycznie oszacowanie.
3. Jednomodowy światłowód planarny oświetlono od zewnątrz od góry płaską monochromatyczną falą. Dla jakiego kąta padania światła można wzbudzić mod podstawowy w światłowodzie w tej konfiguracji?



4. Producenci okularów przeciwsłonecznych w lepszych modelach montują szkła, które mają właściwości polaryzacyjne. Którą polaryzację przepuszczają takie okulary i skąd taki wybór?
5. Jak wiesz, w światłowodzie tylko pewne dobrze określone „kształty” – mody pola elektromagnetycznego mogą się propagować. Przypuśćmy, że próbujesz sprząć do światłowodu jednomodowego falę, która nie jest dokładnie modem tego światłowodu. Co stanie się ze światłem, które nie sprzegło się do światłowodu?
6. Rurka pusta w środku pokryta metalem będzie posiadać właściwości światłowodzące, co więcej typowo będzie umożliwiała prowadzenie dużo większej liczby modów niż w przypadku światłowodu dielektrycznego. Abstrahując od możliwości technicznych i kosztów wykonania takiego światłowodu, podaj przyczynę dla której nie stosuje się takich rozwiązań.
7. Naszkicuj, jak jakościowo zmieni się widmo monochromatycznego lasera, jeżeli zaczniesz go szybko na przemian włączać i wyłączać  $m$  razy na sekundę.
8. Impuls laserowy, którego pole elektryczne opisane jest funkcją w czasie  $E(t) = E_0 e^{-t^2/2\tau^2 + i\omega_0 t}$  ( $E_0$ - stała), wpuszczono do światłowodu gdzie w wyniku liniowych efektów dyspersyjnych drugiego rzędu wydłużył się w czasie trzykrotnie. W tym światłowodzie parametr dyspersji II rzędu wynosił  $\partial^2 k / \partial \omega^2 |_{\omega=\omega_0} = \beta_2$ . Ile będzie wynosił czas trwania impulsu, jeżeli po wyjściu z tego światłowodu przepuścimy go przez światłowód o tej samej długości, ale o przeciwnym znaku parametru dyspersji II rzędu tj.  $\partial^2 k / \partial \omega^2 |_{\omega=\omega_0} = -\beta_2$ ?

9. Impuls laserowy z zadania poprzedniego, został tym razem przepuszczony tylko przez drugi kawałek światłowodu (o przeciwnym znaku parametru dyspersji II rzędu). Ile będzie wynosił czas trwania tego impulsu po wyjściu z tego światłowodu?
10. Na ćwiczeniach badaliśmy jaki będzie przebieg pola w funkcji czasu, jeżeli pole składa się z dwóch identycznych kopii amplitudy spektralnych, przesuniętych względem siebie o  $\Delta\omega$  tj.  $\tilde{A}(\omega) + \tilde{A}(\omega + \Delta\omega)$ . Rozważ teraz inne zagadnienie: masz dwie identyczne kopie impulsu w czasie, przesunięte o  $\Delta t$ :  $A(t) + A(t + \Delta t)$ . Załóż, że znasz widmo pojedynczego impulsu  $A(t)$ . Naskicuj teraz łączne widmo obydwu impulsów oddając jakościowo jego charakter.

## Zadania obliczeniowe

**Zadanie 1 (10 pkt)** Para dwóch identycznych, odpowiednio ustawionych pryzmatów może służyć do zmniejszania lub powiększania wiązki laserowej w jednym kierunku. Wiązka wychodząca z laserów półprzewodnikowych dość często nie ma symetrycznego kształtu, tylko eliptyczny. Taka para pryzmatów ma za zadanie zmniejszyć średnicę wiązki np. w poziomie, tak by była ona identyczna jak średnica wiązki w pionie.

a) Wiązkę laserową o średnicy  $d_0$  przepuszczono przez pryzmat o kącie łamania  $\varphi$  i współczynniku załamania  $n = 1.5$ . Wiązka padała prostopadłe na pierwszą powierzchnię pryzmatu (Rys. 1 (a)). Oblicz średnicę wiązki po wyjściu z pryzmatu.

b) Za pierwszym pryzmatem umieszczono drugi identyczny, w taki sposób, że wiązka wychodząca z niego jest równoległa do wiązki wchodzącej do pierwszego pryzmatu (Rys. 1 (a)). Znajdź ustawienie drugiego pryzmatu i oblicz średnicę wiązki po przejściu przez parę pryzmatów. Ile musi wynosić kąt  $\varphi$  by zmniejszyć średnicę wiązki w poziomie o 10%?

W zadaniu stosuj tylko prawa optyki geometrycznej. Przyjmij, że wiązka laserowa to pęk równoległych promieni o skończonej szerokości.

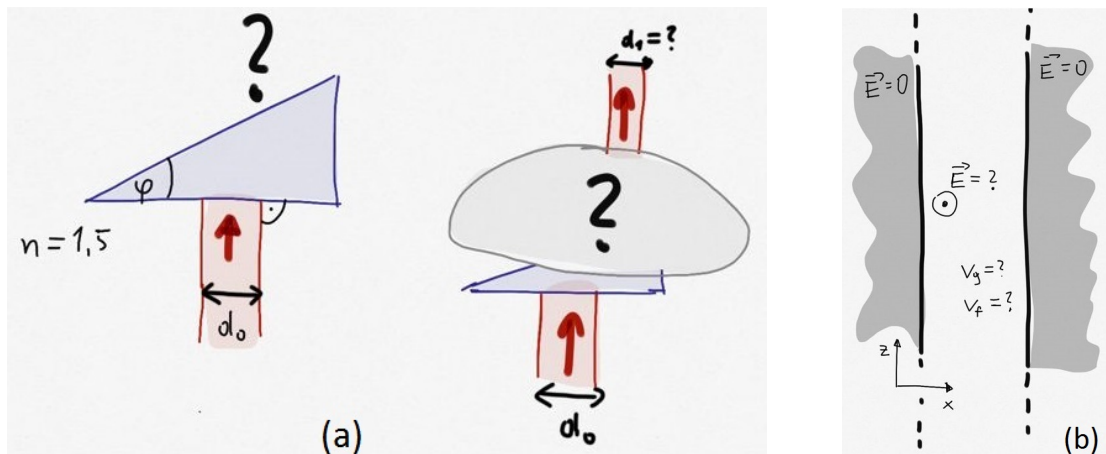
**Zadanie 2 (10 pkt)** Dwie duże, płaskie powierzchnie metaliczne umieszczone równoległe blisko siebie w odległości  $a$  będą efektywnie miały właściwości światłowodzące (Rys 1 (b)).

a) Znajdź mody propagujące się w takim światłowodzie dla polaryzacji równoległej do powierzchni metalicznych.

b) Znajdź prędkość grupową i prędkość fazową propagacji dla kolejnych modów. Ile wynosi iloczyn tych prędkości?

W zadaniu rozważ problem dwuwymiarowy. Przyjmij, że pole znika zarówno w metalu jak i na samej granicy.

**Zadanie 3 (10 pkt)** Oblicz opóźnienie impulsu laserowego przy prostopadłym odbiciu od przewodnika w stosunku do sytuacji w której impuls laserowy padając na granicę od razu zawraca, bez wnikania wgłąb przewodnika. Załóż, że impuls ma częstotliwość nośną  $\omega_0$  i jego całe widmo znajduje się poniżej częstości plazmowej  $\omega_P$  w przewodniku. Porównaj obliczone opóźnienie z głębokością wnikania fali do przewodnika. Zaniedbaj straty energii w przewodniku.



Rysunek 1: Rysunki do zadania 1 i 2.