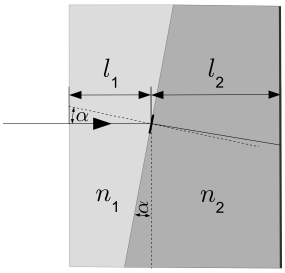
# LXX OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZAWODY II STOPNIA

CZĘŚĆ TEORETYCZNA, 10.01.2021

Za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów.

### Zadanie 1

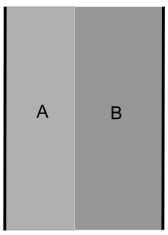



Siatka dyfrakcyjna o stałej siatki $d$ znajduje się na granicy dwóch ośrodków (1) i (2) o współczynnikach załamania światła odpowiednio $n_1$ i $n_2$. Na siatkę pada od strony ośrodka (1) wiązka światła lasera o długości fali w próżni równej $\lambda$, przy czym $\lambda \ll d$. Kąt padania wynosi $\alpha$. W odległości $l_2$ ($l_2 \gg d$) od siatki znajduje się ekran prostopadły do początkowego kierunku biegu wiązki – patrz rysunek. Brzeg ośrodka (1) znajduje się w odległości $l_1$ ($l_1 \gg d$) od siatki dyfrakcyjnej.

Uwzględniając, że kąt $\alpha$ jest na tyle mały, że można przyjąć
$\sin\alpha \approx \alpha$, $\cos\alpha \approx 1$, oraz pomijając odbicie światła na granicy ośrodków, wyznacz odległość między maksimami $m$ – tego oraz zerowego prążka interferencyjnego. Rozważ tylko $m = \pm 1$, $\pm 2$.

Podaj wyniki liczbowe dla $l_1 = 1$ m, $l_2 = 2$ m, $\lambda = 405$ nm, $d = 5000$ nm, $n_1 = 1{,}33$, $n_2 = 1{,}50$, $m = \pm 1$.

### Zadanie 2




Między dwiema równoległymi, metalowymi płytkami A i B o powierzchni $S$ każda znajdują się równoległe do nich warstwy materiałów: A, o module Younga $Y_{\mathrm{A}}$ oraz B, o module Younga $Y_{\mathrm{B}}$. Opory właściwe tych warstw wynoszą odpowiednio $\rho_{\mathrm{A}}$ oraz $\rho_{\mathrm{B}}$. Warstwy są przyklejone do siebie oraz do odpowiedniej płytki (jakikolwiek wpływ własności kleju można pominąć), a ich przenikalność elektryczna jest równa (w przybliżeniu) przenikalności elektrycznej próżni $\varepsilon_0$ (materiały mają strukturę porowatą, ale wielkość porów jest znacznie mniejsza niż grubość danej warstwy, więc każdą z nich można traktować jako jednorodną). Grubości warstw są znacznie mniejsze niż ich poprzeczne rozmiary. Jedna z płytek jest umocowana, natomiast druga płytka może się przesuwać i nie działają na nią żadne siły zewnętrzne. Początkowo płytki były nienaładowane, nie płynął między nimi prąd, a grubości odpowiednich warstw wynosiły $d_{\mathrm{A0}}$ oraz $d_{\mathrm{B0}}$.

Płytki podłączono do stałego napięcia $U$. Przyjmując, że opór elektryczny warstw nie zmienia się w wyniku ściśnięcia lub rozciągnięcia, wyznacz zmianę odległości między płytkami (w porównaniu do sytuacji początkowej) po długim czasie.

Podaj wynik liczbowy dla $\rho_{\mathrm{A}} = 1{,}0 \cdot 10^{10}$ $\Omega$m, $\rho_{\mathrm{B}} = 2{,}0 \cdot 10^{10}$ $\Omega$m, $Y_{\mathrm{A}} = 1{,}0 \cdot 10^{6}$ Pa, $Y_{\mathrm{B}} = 2{,}0 \cdot 10^{6}$ Pa, $d_{\mathrm{A0}} = 1{,}0 \cdot 10^{-4}$ m, $d_{\mathrm{B0}} = 2{,}0 \cdot 10^{-4}$ m, $S = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ m$^2$, $U = 10000$ V.

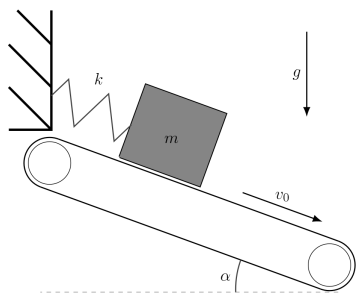
Uwaga:
Moduł Younga jest zdefiniowany następująco

$$Y = \frac{F}{S}\frac{d}{\Delta d},$$

gdzie $F$ jest siłą rozciągającą ($F > 0$) lub ściskającą ($F < 0$) warstwę, $S$ – jej początkową powierzchnią, $d$ – początkową grubością warstwy, $\Delta d$ – zmianą tej grubości wywołaną ściskaniem lub rozciąganiem.

Przenikalność elektryczna próżni jest równa $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}}$.

### Zadanie 3




Klocek o masie $m$ jest przymocowany do nieruchomej ściany sprężyną o stałej sprężystości $k$ i opiera się na pasie transmisyjnym tworzącym z poziomem kąt $\alpha$. Sprężyna jest równoległa do pasa. Współczynnik tarcia klocka o pas wynosi $\mu_{\mathrm{k}}$ dla tarcia kinetycznego oraz $\mu_{\mathrm{s}}$ dla tarcia statycznego ($\mu_{\mathrm{k}} < \mu_{\mathrm{s}}$). Początkowo pas był nieruchomy, ale swobodny (tzn. mógł się przesuwać bez oporów), a klocek spoczywał względem ściany.

W chwili $t = 0$ napęd pasa został włączony i od tego momentu pas przesuwa się ze stałą prędkością $v_0$ ($v_0 > 0$, zwrot jak na rysunku). Po pewnym czasie ruch klocka ustali się w formie okresowych drgań.

Opisz ruch klocka podczas tych drgań. Wyznacz skrajne wychylenia klocka względem położenia początkowego.

Podaj wyniki liczbowe tych skrajnych wychyleń, gdy $m = 1$ kg, $\alpha = 30^{\mathrm{o}}$, $k = 10$ N/m, $\mu_{\mathrm{k}} = 0{,}4$, $\mu_{\mathrm{s}} = 0{,}5$, $g = 9{,}81$ m/s$^2$ w dwóch przypadkach prędkości pasa transmisyjnego:

a) $v_0 = 1{,}5$ m/s,

b) $v_0 = 0{,}5$ m/s.