

# LXI OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZAWODY III STOPNIA

### CZEŚĆ TEORETYCZNA

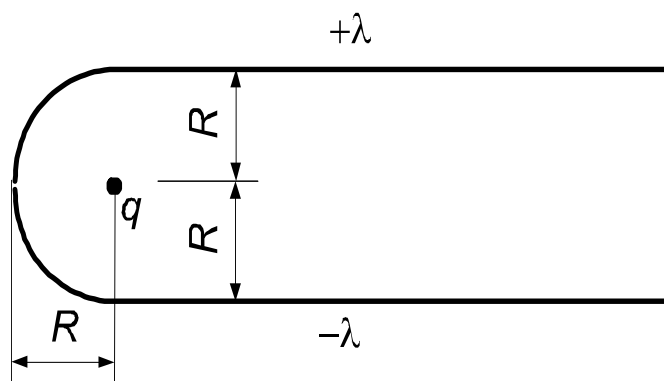
Za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów.

#### Zadanie 1.

Długa nić jest naładowana równomiernie ładunkiem o gęstości liniowej  $+\lambda$ , a na jednym końcu zagięta w łuk o promieniu  $R$  i kącie  $90^\circ$ . Druga nić tego samego kształtu jest ustawiona symetrycznie (patrz rys.) i naładowana równomiernie ładunkiem o gęstości liniowej  $-\lambda$ . W środku okręgu, którego fragmentami są łuki, znajduje się punktowy ładunek  $q$ .

Wyznacz siłę działającą na ten ładunek.

Obie nici i ładunek leżą w jednej płaszczyźnie. Układ znajduje się w próżni.



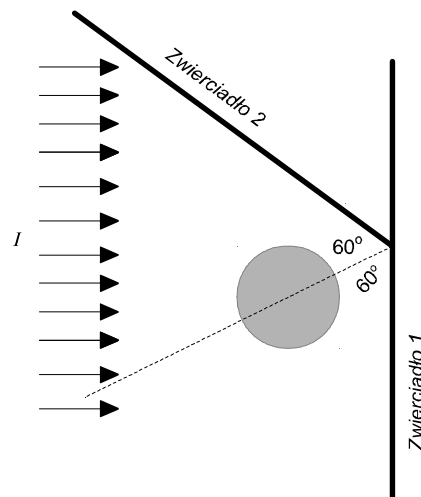
#### Zadanie 2.

Walec o długości  $L$  i promieniu  $R$  znajduje się w równoległym, skierowanym prostopadłe do jego osi i jednorodnym strumieniu światła o natężeniu  $I$ . Gdy za walcem, w pewnej odległości, większej od  $0,8R$  od niego, prostopadle do strumienia promieniowania znajduje się zwierciadło, to równowagowa temperatura walca wynosi  $T_1$ .

Jaka będzie równowagowa temperatura  $T_2$  walca, gdy drugie zwierciadło, tworzące z pierwszym kąt  $120^\circ$ , umieścimy w takiej samej odległości od walca jak pierwsze, tak aby stykały się krawędzią (patrz rys.)?

Podaj wartość  $T_2$  dla  $I = 56700 \text{ W/m}^2$ ,  $T_1 =$

$720 \text{ K}$ ,  $L = 100 \text{ mm}$ ,  $R = 10,0 \text{ mm}$ .

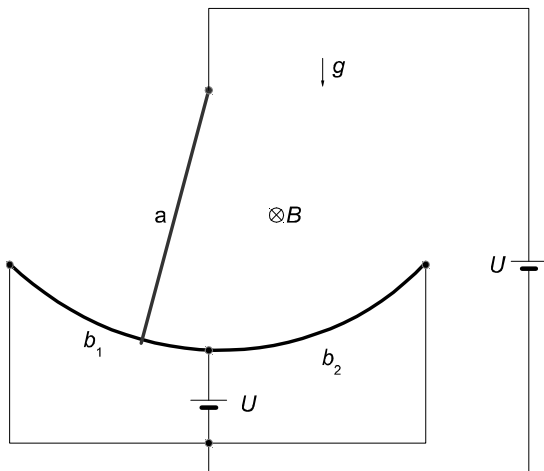


Walec jest ciałem doskonale czarnym o nieskończonym przewodnictwie cieplnym, a zwierciadła idealnie odbijają promieniowanie. Układ znajduje się w próżni z dala od innych źródeł promieniowania. Zwierciadła rozciągają się do nieskończoności, nie pochłaniają ani nie oddają ciepła, same nie promieniują - jedynie odbijają promieniowanie. Można również przyjąć, że wiązka światła w kierunkach poprzecznych do jej biegu rozciąga się do nieskończoności. Pomiń efekty dyfrakcyjne.

#### Zadanie 3 oraz wybrane stałe fizyczne na stronie 2.

### Zadanie 3.

Rozważmy układ przedstawiony na rysunku.



Metalowy, cienki pręt  $a$  jest swobodnie zawieszony na jednym końcu, a drugi koniec ślizga się po drucie  $b_1$  lub po drucie  $b_2$  – patrz rysunek. Cały układ znajduje się w prostym polu magnetycznym o indukcji  $B$ . Długość pręta wynosi  $l$ , jego masa  $m$ , a opór elektryczny  $r$ . Całkowity opór elektryczny każdego z drutów  $b_1$  oraz  $b_2$  wynosi  $R$ , a długość  $b$ . Opory pozostałych części obwodu, a również styku pręta  $a$  z drutem  $b_1$  lub z drutem  $b_2$  są zaniedbywane. Siła elektromotoryczna każdego z ogniw jest taka sama i wynosi  $U$ .

a) Pomiń siłę elektromotoryczną indukowaną przez poruszający się pręt. Jaki warunek musi

być spełniony, aby były możliwe wahania (drżania) z małymi odchyleniami pręta od pionu? Przyjmując, że ten warunek jest spełniony, wyznacz okres  $T$  takich wahań.

Podaj wartość liczbową  $T$  dla  $B = 0,01$  T,  $m = 0,01$  kg,  $l = 0,5$  m,  $b = 0,1$  m,  $U = 30$  V,  $R = 10$   $\Omega$ ,  $r = 10$   $\Omega$ ,  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

b) Opisz jakościowo ruch pręta przy uwzględnieniu siły elektromotorycznej indukowanej przez poruszający się pręt. Dla danych liczbowych z punktu a) oceń, czy pominięcie tej siły jest uzasadnione.

Zarówno w punkcie a) jak i b) pominiemy tarcie, opór powietrza i samoindukcję obwodu.

Moment bezwładności pręta względem osi prostopadłej do niego i przechodzącej przez jego środek masy jest równy  $I_{SM} = ml^2/12$ .

#### Wybrane stałe fizyczne

Liczba Avogadro  $N = 6,02 \cdot 10^{23}$ .

Przenikalność elektryczna próżni

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2\text{s}^4 / (\text{kg m}^3).$$

Przenikalność magnetyczna próżni

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s} / (\text{A m}).$$

Stała Stefana-Boltzmannna

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2\text{K}^4).$$