

# Klub 44 F

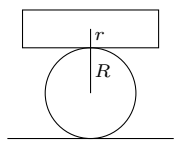


Termin nadsyłania rozwiązań: 30 XI 2019

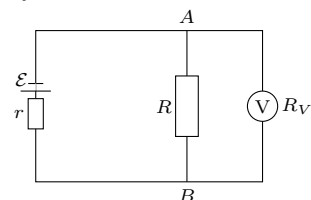
## Zadania z fizyki nr 682, 683

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

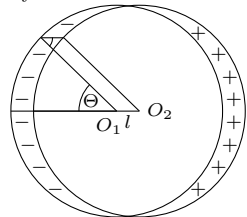
**682.** Na nieruchomym, poziomym walcu o promieniu  $R$  leży walec o promieniu  $r$ , również poziomo (rys. 1). Oś walców są wzajemnie prostopadłe. Przy jakim stosunku promieni równowaga górnego walca będzie trwała? O jaki maksymalny kąt można przy tym odchylić od poziomu górny walec? Współczynnik tarcia między walcami jest równy  $\mu$ .



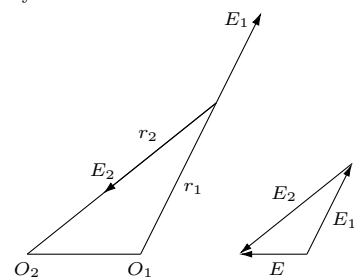
Rys. 1



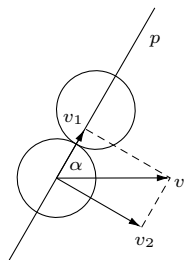
Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

**683.** W obwodzie przedstawionym na rysunku 2 opór zewnętrzny  $R$  jest dużo większy niż opór wewnętrzny ogniwa:  $r \ll R$ . Podłączenie woltomierza o oporze  $R_V$  powoduje zmianę napięcia między punktami  $A$  i  $B$ . Jaka powinna być relacja między oporami  $R$  i  $R_V$ , aby to zaburzenie było jak najmniejsze?

## Rozwiązania zadań z numeru 5/2019

Przypominamy treść zadań:

**678.** Dielektryczna kula spolaryzowana jest jednorodnie, to znaczy momenty dipolowe wszystkich cząsteczek są równe i wzajemnie równoległe.

- Znaleźć natężenie pola elektrycznego wewnątrz dielektryka, jeżeli w jednostce objętości znajduje się  $N$  cząsteczek, z których każda ma moment dipolowy  $p = ql$ . Odległość  $l$  między ładunkami dipola jest dużo mniejsza od promienia kuli.
- Znaleźć gęstość powierzchniową ładunków indukowanych na powierzchni kuli.

**679.** Na gładkim lodzie zderzają się sprężyste dwa jednakowe okrągłe kamienie do gry w curling, z których jeden początkowo spoczywa, a drugi porusza się ruchem postępowym. Prosta przechodząca przez środki kamieni podczas zderzenia tworzy kąt  $\alpha = \pi/3$  z wektorem prędkości początkowej poruszającego się kamienia. Znaleźć maksymalną część energii układu, która podczas zderzenia przechodzi w energię sprężystej deformacji. Nie ma tarcia między kamieniami.

**678.** W wyniku polaryzacji ładunki cząsteczek dielektryka rozsunęły się (rys. 3). Wewnątrz kuli o środku w punkcie  $O_1$  znajdują się ładunki ujemne, wewnątrz kuli o środku w punkcie  $O_2$  ładunki dodatnie. Gęstość objętościowa ładunków  $\rho = Nq$ . Odległość między środkami kul jest równa  $l$ . Natężenie pola w dowolnym punkcie w obszarze, w którym kule nachodzą na siebie, jest sumą wektorową natężeń od obu kul (rys. 4).

$$E_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4\pi r_i^3 \rho}{3r_i^2} = \frac{\rho r_i}{3\epsilon_0}, \quad \text{gdzie } i = 1, 2.$$

Wypadkowe pole jest jednorodne, ma wartość  $E = \rho l / (3\epsilon_0)$  i zwrot przeciwny do wektora  $\mathbf{p}$

$$\mathbf{E} = -N\mathbf{p} / (3\epsilon_0).$$

Ponieważ  $l \ll R$ , gdzie  $R$  jest promieniem kuli, szukana gęstość ładunków powierzchniowych dana jest wzorem (rys. 3):

$$\sigma = \rho l \cos \Theta = Np \cos \Theta.$$

**679.** Rozłóżmy prędkość  $v$  poruszającego się kamienia na składowe:

$v_1 = v \cos \alpha = v/2$  wzdłuż prostej  $p$  przechodzącej przez środki obu kamieni podczas zderzenia i prostopadłą do niej  $v_2 = v \sin \alpha = v\sqrt{3}/2$  (rys. 5). Gdy deformacja jest maksymalna, prędkości kamieni w kierunku  $p$  wyrównują się. Oznaczając ich wartość przez  $v_3$ , mamy z zasady zachowania pędu  $mv_1 = 2mv_3$ , gdzie  $m$  jest masą kamienia, stąd  $v_3 = v_1/2$ . Zasada zachowania energii ma postać:

$$m(v_1^2 + v_2^2)/2 = mv_3^2/2 + m(v_3^2 + v_2^2)/2 + E_s,$$

gdzie  $E_s$  jest maksymalną energią sprężystej deformacji, a jej wartość  $E_s = mv^2/16$ . Całkowita energia układu  $E = mv^2/2$ , stąd  $E_s/E = 1/8$ .

## Skrót regulaminu

Każdy może nadsyłać rozwiązania zadań z numeru  $n$  w terminie do końca miesiąca  $n + 2$ . Szkice rozwiązań zamieszczamy w numerze  $n + 4$ . Można nadsyłać rozwiązania czterech, trzech, dwóch lub jednego zadania (każde na oddzielnej kartce), można to robić co miesiąc lub z dowolnymi przerwami. Rozwiązania zadań z matematyki i z fizyki należy przysyłać w oddzielnych kopertach, umieszczając na kopercie dopisek: **Klub 44 M** lub **Klub 44 F**. Można je przysyłać również pocztą elektroniczną pod adresem [delta@mimuw.edu.pl](mailto:delta@mimuw.edu.pl) (preferujemy pliki pdf). Oceniamy zadania w skali od 0 do 1 z dokładnością do 0,1. Ocenę mnożymy przez

współczynnik trudności danego zadania:  $WT = 4 - 3S/N$ , gdzie  $S$  oznacza sumę ocen za rozwiązania tego zadania, a  $N$  - liczbę osób, które nadesłały rozwiązanie choćby jednego zadania z danego numeru w danej konkurencji (**M** lub **F**) - i tyle punktów otrzymuje nadsyłający. Po zgromadzeniu 44 punktów, w dowolnym czasie i w którejkolwiek z dwóch konkurencji (**M** lub **F**), zostaje on członkiem **Klubu 44**, a nadwyżka punktów jest zaliczana do ponownego udziału. Trzykrotne członkostwo - to tytuł **Weterana**. Szczegółowy regulamin został wydrukowany w numerze 2/2002 oraz znajduje się na stronie [deltami.edu.pl](http://deltami.edu.pl).