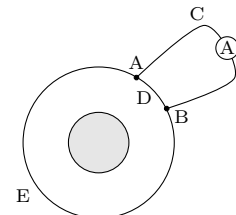


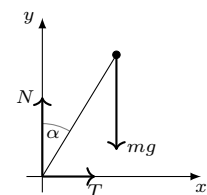
# Klub 44 F



Termin nadsyłania rozwiązań: 31 VIII 2022



Rys. 1



Rys. 2

**732.** Pręt nie ślizga się, więc kulka porusza się po okręgu o środku w punkcie podparcia. Siły działające na układ przedstawia rysunek 2. Przyspieszenie kątowe  $\varepsilon$  oraz prędkość kątową  $\omega$  możemy wyliczyć z równania ruchu obrotowego

$$mgl \sin \alpha = ml^2 \varepsilon$$

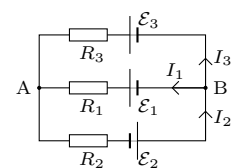
i z zasady zachowania energii

$$mgl(1 - \cos \alpha) = m(\omega l)^2/2,$$

gdzie przez  $l$  oznaczyliśmy długość pręta.

Przyspieszenie dośrodkowe kulki  $a_d = \omega^2 l$ , przyspieszenie styczne  $a_s = \varepsilon l$ , przyspieszenia w kierunkach poziomym i pionowym:

$$a_x = a_s \cos \alpha - a_d \sin \alpha, \quad a_y = -a_s \sin \alpha - a_d \cos \alpha.$$



Rys. 3

## 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

## Zadania z fizyki nr 740, 741

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

**740.** Gdy pocisk wystrzelony pionowo do góry rozrywa się w najwyższym punkcie toru, to rozpada się na bardzo dużo odłamków lecących równomiernie we wszystkie strony z prędkością początkową  $v_0$ . Taki sam pocisk lecący pionowo w dół rozrywa się na wysokości  $H$  nad ziemią i w chwili rozerwania ma prędkość  $u$ . Kiedy odłamki będą padać na ziemię z największą częstotliwością?

**741.** Na nieruchome, płaskie zwierciadło o masie  $m$  pada prostopadle do jego powierzchni płaska fala świetlna o energii  $W_0$ . Znaleźć prędkość końcową zwierciadła i energię odbitej od niego fali. Rozważyć przypadki graniczne, gdy energia fali padającej jest dużo większa oraz dużo mniejsza od energii spoczynkowej zwierciadła.

## Rozwiązania zadań z numeru 2/2022

Przypominamy treść zadań:

**732.** Nieważki pręt z umocowaną na końcu kulką o masie  $m$  postawiono pionowo na podłodze. Kulkę możemy traktować jako punkt materialny. Pręt zaczyna przewracać się z zerową prędkością początkową i nie ślizga się do chwili, gdy przestaje naciskać na podłogę. Jaką wartość ma w tej chwili kąt  $\alpha_0$ , jaki pręt tworzy z pionem? Ile wynosi współczynnik tarcia między prętem a podłogą? Ile wynosi siła tarcia, gdy pręt tworzy z pionem kąt  $\alpha \leq \alpha_0$ ?

**733.** Zmienne pole magnetyczne wytwarza w jednorodnym przewodniku ADBEA w kształcie okręgu (rys. 1) stałą siłę elektromotoryczną  $\varepsilon$ . Linie pola magnetycznego są prostopadle do płaszczyzny przewodnika i przechodzą przez powierzchnię w kształcie koła zacieniowaną na rysunku, pole ma oś symetrii przechodzącą przez środek przewodzącego pierścienia i prostopadłą do płaszczyzny przewodnika. W punktach A i B do pierścienia podłączony jest amperomierz. Opory przewodników ADB, AEB i ACB wynoszą odpowiednio  $R_1$ ,  $R_2$  i  $R_3$ . Jakie jest napięcie między punktami A i B?

Równania ruchu w kierunku poziomym i pionowym mają postać

$$T = ma_x, \quad N - mg = ma_y,$$

stąd szukana siła tarcia

$$T = 3mg \sin \alpha (\cos \alpha - 2/3),$$

siła nacisku

$$N = 3mg \cos \alpha (\cos \alpha - 2/3).$$

Pręt przestanie naciskać na podłogę, gdy  $\cos \alpha_0 = 2/3$ ,  $\alpha_0 = 48^\circ$ .

Poślizg nie wystąpi dla kątów  $\alpha < \alpha_0$ , gdy współczynnik tarcia spełnia warunek

$$\mu > T/N = tg\alpha_0 = \sqrt{5}/2.$$

**733.** Oznaczmy natężenia prądu na elementach obwodu ADB, AEB i ACB przez  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , a siły elektromotoryczne indukcji przez  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$ . Przyjmijmy dla ustalenia uwagi, że prąd w przewodniku kołowym płynie przeciwnie do wskazówek zegara. Zachodzą związki:  $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon$ ,  $R_1/(R_1 + R_2) = \varepsilon_1/\varepsilon$  (z symetrii problemu) oraz  $\varepsilon_1 = \varepsilon_3$  (pole magnetyczne nie przenika przez obszar ograniczony konturem ACBD).

Równania Kirchhoffa dla obwodu elektrycznego przedstawionego na rysunku 3 są takie same jak dla układu na rysunku 1. Mają one postać:

$$\varepsilon - R_2 I_2 - R_1 I_1 = 0, \quad R_1 I_1 = R_3 I_3, \quad I_2 = I_1 + I_3.$$

Rozwiązując ten układ równań, otrzymujemy natężenia prądu, w szczególności

$$I_1 = \varepsilon R_3 / (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3).$$

Szukana różnica potencjałów między punktami A i B dana jest wzorem

$$V_A - V_B = \varepsilon_1 - R_1 I_1 = \varepsilon R_1^2 R_2 / (R_1 + R_2) (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3).$$

współczynnik trudności danego zadania:  $WT = 4 - 3S/N$ , przy czym  $S$  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).