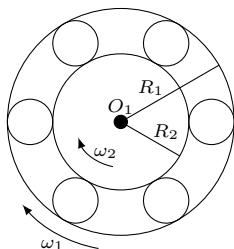


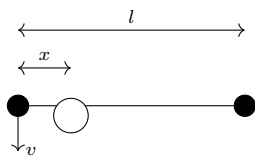
Klub 44 F



Termin nadsyłania rozwiązań: 31 V 2020



Rys. 1



Rys. 2



Zadania z fizyki nr 694, 695

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

694. Statek napędzany jest za pomocą silnika – „miotacza wody”, który wyrzuca z rufy strumień wody z prędkością u . Masa wody pobieranej z rzeki i wyrzucanej w jednostce czasu wynosi μ . Przy jakiej prędkości statku sprawność silnika jest maksymalna? Siłę tarcia i opór wody należy zaniedbać.

695. Rysunek 1 przedstawia przekrój łożyska kulkowego. Promienie pierścieni zewnętrznego i wewnętrznego wynoszą odpowiednio R_1 i R_2 , a ich prędkości kątowe ω_1 i ω_2 . Opisać ruch jednej z kulek, jeżeli nie występuje poślizg między pierścieniami i kulkami.

Rozwiązania zadań z numeru 11/2019

Przypominamy treść zadań:

686. Dwie małe kulki o masach m , połączone nieważkim prętem o długości l , spoczywają na gładkim stole. W odległości x od jednej z kulek znajduje się wbity w powierzchnię stołu kołek. W chwili początkowej odległość między prętem a kołkiem jest bardzo mała (rys. 2). Kulka położona bliżej kołka została uderzona w kierunku równoległym do powierzchni stołu i prostopadłym do pręta i w bardzo krótkim czasie uzyskała prędkość v . Następnie pręt zderzył się sprężysto z kołkiem. Jaka powinna być odległość x , aby po zderzeniu pręt nie obracał się?

687. Znaleźć promień największej kropli wody, która może wyparować, nie pobierając ciepła z otoczenia. Ciepło parowania wody wynosi $q = 2,26 \cdot 10^6$ J/kg, współczynnik napięcia powierzchniowego wody $\sigma = 7,2 \cdot 10^{-2}$ J/m². Zakładamy, że temperatura kropli nie zmienia się.

686. Po uderzeniu kulki ruch postępowy układu z prędkością V opisuje równanie $F\Delta t = 2mV$, gdzie F jest średnią siłą działającą na kulkę w czasie zderzenia Δt . Równanie ruchu obrotowego układu z prędkością kątową ω wokół środka masy ma postać $F l/2\Delta t = 2m(l/2)^2\omega$, stąd $V = \omega l/2$. Ruch kulki, której nadano prędkość v , jest złożeniem ruchu postępowego i obrotowego, zatem $v = V + \omega l/2 = \omega$, $V = v/2$. Prędkość drugiej kulki wynosi $v_2 = V - \omega l/2 = 0$. Po zderzeniu sprężystym z kołkiem ruch układu jest ruchem czysto postępowym, zasada zachowania energii ma więc postać $mv^2/2 = 2mV_x^2/2$, gdzie $V_x = v/\sqrt{2}$ jest prędkością układu po zderzeniu. Oznaczając przez F_1 średnią siłę działającą na pręt w czasie Δt_1 podczas zderzenia z kołkiem, możemy napisać równanie ruchu postępowego: $F_1\Delta t_1 = 2m|V_x - V| = 2m(V_x + V)$ oraz równanie ruchu obrotowego: $F_1\Delta t_1(l/2 - x) = 2m(l/2)^2\omega$. Rozwiązując powyższe równania, otrzymujemy szukaną odległość

$$x = l(2 - \sqrt{2})/2.$$

687. Przy założeniu, że temperatura kropli, a tym samym jej energia wewnętrzna, nie zmienia się, energia potrzebna do parowania może pochodzić tylko z energii powierzchniowej. Rozważmy sytuację, gdy promień kropli maleje o małą wielkość ΔR . Objętość kropli maleje wtedy o $\Delta V = 4\pi R^2\Delta R$, a masa wyparowanej przy tym wody jest równa $m = \rho\Delta V$, gdzie ρ jest gęstością wody. Ciepło potrzebne do wyparowania masy m wody wynosi $Q = Lm = 4\pi\rho R^2\Delta R$. Pole powierzchni kropli maleje o $\Delta S = 4\pi R^2 - 4\pi(R - \Delta R)^2 \cong 8\pi R\Delta R$. Energia powierzchniowa maleje przy tym o $\Delta W = \sigma\Delta S$. Z bilansu energetycznego $Q = \Delta W$ otrzymujemy

$$R = 2\sigma/(\rho L) \cong 10^8 \text{ cm.}$$

Otrzymaliśmy, że szukany promień jest rzędu odległości międzycząsteczkowych, zatem żadna kropla wody nie może wyparować, nie pochłaniając ciepła z zewnątrz.

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 też 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 (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.