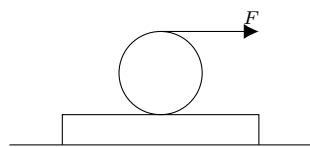


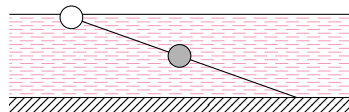
Klub 44 F



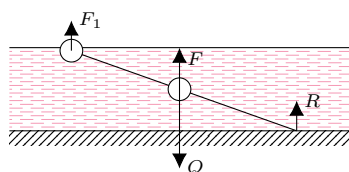
Termin nadsyłania rozwiązań: 31 III 2021



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

Zadania z fizyki nr 710, 711

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

710. W bocznej ścianie prostokątnego naczynia wypełnionego cieczą o współczynniku załamania n znajduje się niewielki otwór o promieniu r . Z wnętrza naczynia przez środek otworu skierowano poziomą wiązkę światła. Do jakiego poziomu nad otworem powinna wyciec ciecz, aby promień światła opuścił wyciekającą strugę, ani razu nie ulegając całkowitemu wewnętrznemu odbiciu? Zaniedbać zmiany przekroju poprzecznego strumienia. Współczynnik załamania cieczy jest dostatecznie duży.

711. Na dwóch równoległych jednakowych deskach o łącznej masie m leży pełny walec o masie m_1 (widok z boku przedstawia rys. 1). Na walec nawinięto nieważki sznurek, którego koniec ciągniemy poziomą siłą F . Oś walca jest prostopadła do desek, a jego środek i siła F znajdują się w płaszczyźnie pionowej przechodzącej pośrodku między deskami. Walec toczy się po deskach bez poślizgu, nie ma tarcia między deskami a podłożem. Znaleźć przyspieszenie desek. Zakładamy, że oś walca nie zmienia swego kierunku podczas ruchu.

Rozwiązania zadań z numeru 9/2020

Przypominamy treść zadań:

702. Ciężką kulkę przymocowano do środka cienkiego pręta, a kulkę lekką o takim samym promieniu przymocowano do jednego z końców pręta. Układ zanurzono w niezbyt głębokiej wodzie (rys. 2). Pręt jest pochylony, jego swobodny koniec opiera się o dno, z wody wystaje część lekkiej kulki, przy czym stosunek objętości części wynurzonej do objętości całej kulki wynosi n . Czy w głębokiej wodzie układ będzie pływał, czy utonie? Należy przyjąć, że masy pręta i lekkiej kulki są zaniedbywalne.

703. Gdy do ciężarka o masie m zawieszono na sprężystej nici przykładamy siłę działającą pionowo w dół, której wartość rośnie stopniowo od zera, nic ulegnie zerwaniu, gdy przyłożona siła osiągnie wartość F . Jaką stałą minimalną siłą należy działać, aby nic uległa zerwaniu?

702. Na rysunku 3 przedstawione są siły działające na układ w płytkiej wodzie. Na ciężką kulkę działa siła ciężkości Q i siła wyporu F . Siła wyporu działająca na lekką kulkę jest proporcjonalna do objętości części zanurzonej w wodzie i wynosi $F_1 = F(1 - n)$. Na swobodny koniec pręta działa skierowana pionowo siła reakcji R . Z warunku równowagi momentów sił względem środka ciężkiej kulki otrzymujemy warunek $R = F(1 - n)$. Warunek równowagi sił działających na układ ma postać $Q = F + 2F(1 - n) = F(3 - 2n)$. W głębokiej wodzie maksymalna wartość siły wyporu przy całkowitym zanurzeniu obu kulek wynosi $2F$. Jeżeli jest ona większa od siły ciężkości Q , to układ będzie pływał w położeniu pionowym, a znajdująca się wyżej lekka kulka będzie częściowo wynurzona z wody. Warunek pływania na głębokiej wodzie ma więc postać $Q = F(3 - 2n) < 2F$, stąd $n > 1/2$. Oznacza to, że układ nie utonie, jeśli w płytkiej wodzie lekka kulka jest wynurzona z wody o więcej niż połowę swojej objętości.

703. Niech x_{\max} oznacza wydłużenie nici, gdy ulega ona rozerwaniu. Podczas powolnego rozciągania siły działające na ciężarek równoważą się, spełnione jest więc równanie $kx_{\max} = F + mg$, gdzie k jest współczynnikiem sprężystości nici. Oznaczmy przez x_1 rozciągnięcie nici z ciężarkiem w stanie równowagi, przez F_1 szukaną stałą siłę, która spowoduje zerwanie nici, a przez x_2 dodatkowe rozciągnięcie nici przed zerwaniem. Z zasady zachowania energii mamy $kx_1^2/2 + (mg + F_1)x_2 = k(x_1 + x_2)^2/2$. Uwzględniając, że $x_1 = mg/k$, otrzymujemy: $x_2 = 2F_1/k$. Ponieważ $x_{\max} = x_1 + x_2$,

stała siła powodująca zerwanie nici $F_1 = F/2$ jest dwa razy mniejsza niż maksymalna siła przy powolnym rozciąganiu.

Ten sam wynik otrzymamy zauważając, że po przyłożeniu siły F_1 ciężarek aż do zerwania nici porusza się ruchem harmonicznym, a jego początkowa odległość od nowego położenia równowagi równa jest amplitudzie drgań i wynosi $A = F_1/k$. Zatem dodatkowe rozciągnięcie nici jest równe $x_2 = 2A = 2F_1/k$, jak w poprzednim rozwiązaniu.

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 (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 delta.mimuw.edu.pl.