

LVI OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przesyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 25 października b.r., część II — do 15 listopada b.r.. O kwalifikacji do zawod/ow II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II. Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć w broszurze i na afiszu rozesłanych do szk'ół średnich oraz na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

CZEŚĆ I (termin wysyłania rozwiązań — 25 października 2006 r.)

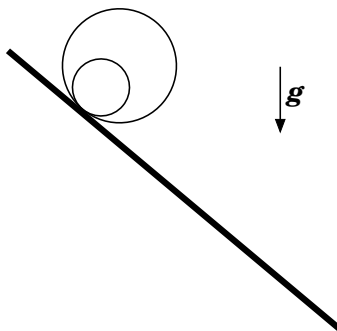
Uwaga: Rozwiązania zadań należy zamieścić w kolejności zgodnej z ich numeracją. Wszystkie strony pracy powinny być ponumerowane. Na każdym arkuszu należy umieścić nazwisko i imię oraz adres autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać nazwę, adres szkoły i klasę oraz nazwisko i imię nauczyciela fizyki.

Podaj i krótko uzasadnij odpowiedź. Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.

Zadanie 1

Wewnątrz sfery (powłoki kulistej o bardzo małej grubości) o promieniu R i masie M znajduje się sfera o promieniu $R/2$ i masie $M/8$. Sferę puszczono bez prędkości początkowej z równi pochyłej o wysokości h (patrz rysunek 1, przedstawiający chwilę początkową), gdzie $h \gg R$. Następnie wyjęto z niej mniejszą sferę i puszczono dokładnie w taki sam sposób jak poprzednio. W którym przypadku prędkość u podstawy równi była większa?

Pomiń opór powietrza i tarcie toczne. Ani między sferami, ani między większą sferą a równią nie występuje poślizg. Sfery nie są ze sobą połączone.

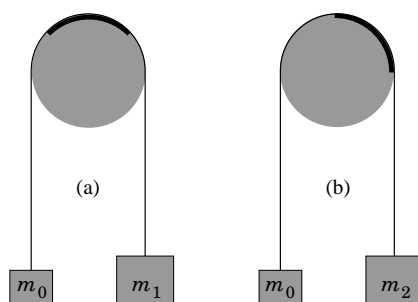


rys. 1

Zadanie 2

Przez nieruchomą belkę o przekroju kołowym przewieszona jest cienka, wiotka i nierozciągliwa linka o zaniedbywalnej masie. Jedna czwarta powierzchni belki jest szorstka (współczynnik tarcia linki o tę część belki jest równy 1), a pozostała – śliska (współczynnik tarcia linki o tę część belki jest równy 0). Do jednego końca linki jest przymocowany ciężarek o masie m_0 . Gdy szorstka część belki znajduje się w najwyższym możliwym położeniu, to maksymalny ciężar przymocowany do drugiego końca belki, przy którym układ pozostaje w równowadze, ma masę równą m_1 (patrz rys. 2a)). Jaki maksymalny ciężar, przy którym układ pozostaje w równowadze, można powiesić na drugim końcu linki, jeśli belka zostanie obrócona o kąt 45° w stosunku do poprzedniego położenia (patrz rys. 2b)) ?

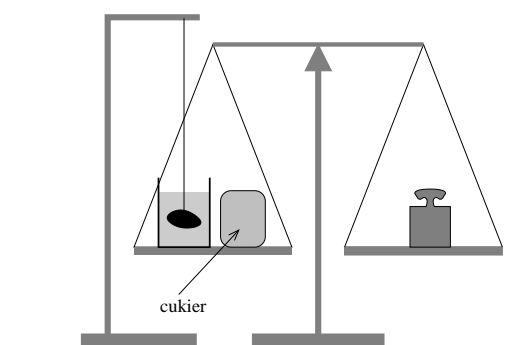
Oś belki jest w obu przypadkach pozioma, a cała linka znajduje się w płaszczyźnie prostopadłej do tej osi.



rys. 2

Zadanie 3

Na jednej szalce wagi stoi naczynie z wodą. W wodzie zanurzony jest kamień, zwisający ze statywu, którego podstawa znajduje się poza szalką (patrz rysunek 3). Obok naczynia, na tej samej szalce, znajduje się torba z cukrem. Na drugiej szalce wagi są odważniki. Początkowo waga jest w równowadze. Co się stanie po wsypaniu cukru do wody i rozpuszczeniu się go?



rys. 3

Zadanie 4

Dzieci siedzą na obwodzie spoczywającej karuzeli. Moment bezwładności karuzeli wraz z dziećmi (względem osi obrotu karuzeli) jest równy $I_K = 180 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. W chwili początkowej pies Azor stoi na karuzeli obok swojego właściciela Adasia. Po chwili Azor przeskakuje do sąsiedniego dziecka, potem do następnego itd., aż w końcu dociera znowu do Adasia. Oblicz kąt ϕ_K , o jaki karuzela obróciła się względem trawnika.

Przyjmij, że Azor znajdował się stale w odległości $r = 2 \text{ m}$ od osi karuzeli, a jego masa $m = 10 \text{ kg}$. Pomiń tarcie i opór powietrza.

Zadanie 5

Stworzono nową konkurencję pływacko-biegową: należy dostać się z punktu A do odległego od niego o $d = 3600 \text{ m}$ punktu B w jak najkrótszym czasie, przy czym można się poruszać po dowolnym torze. Oba te punkty znajdują się w wodzie w odległości $h = 1000 \text{ m}$ od prostoliniowego brzegu. Pewien zawodnik biega zawsze z prędkością v_1 , a w wodzie pływa zawsze z prędkością $v_w = v_1/2$ (to bardzo dobry pływak, a zły biegacz). Jaką taktykę powinien przyjąć zawodnik: płynąć do brzegu (jeśli tak, to pod jakim kątem?), biec po lądzie, a potem płynąć do punktu B, czy płynąć wprost do punktu B?

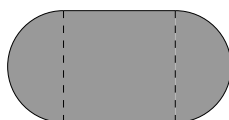
Pomiń czas potrzebny do wejścia do wody i do wyjścia z niej.

Zadanie 6

Cienki, masywny pręt umocowany jest na nieważkiej, osi przechodzącej przez jego środek masy i tworzącej z prętem kąt α . Pręt obraca się ze stałą prędkością kątową ω wokół tej osi. W pewnym momencie oś pęka i dalej pręt porusza się swobodnie. Opisz dalszy ruch pręta. Grawitację pomijamy.

Zadanie 7

Trzy metalowe przedmioty (o bardzo dużym przewodnictwie cieplnym): kulę, sześcian oraz walec o promieniu podstawy R i długości $2R$, do którego podstaw przymocowane są dwie półkule o promieniu R (patrz rys. 4) znajdują się w próżni, w tej samej (dużej) odległości od Słońca, ale daleko od siebie. Dwie ściany sześcianu oraz oś walca są prostopadłe do kierunku przedmiot – Słońce. Przedmioty zachowują się jak ciała doskonale czarne i są w równowadze termodynamicznej. Który z nich ma najwyższą, a który najniższą temperaturę?



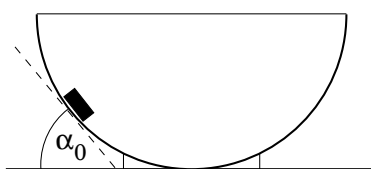
rys. 4

Zadanie 8

Mleko zostało nalane do naczynia w kształcie stożka, którego podstawa znajduje się u dołu. Po pewnym czasie mleko rozdzieliło się na dwie części – śmietanę na górze i resztę mleka na dole. Czy ciśnienie na dno naczynia wzrosło, zmalało, czy też nie zmieniło się? Przyjmij, że rozdział faz nie zmienia całkowitej objętości.

Zadanie 9

Mały klocek położono wewnątrz nieruchomej, kulistej czaszy o promieniu R , w miejscu w którym kąt nachylenia powierzchni w stosunku do poziomu jest równy $\alpha_0 = 50^\circ$ (patrz rys. 5). Współczynnik tarcia klocka o czaszę jest równy $\mu = 1$. W którym miejscu klocek się zatrzyma? Pomiń opór powietrza i uwzględnij, że w rozpatrywanym przypadku w każdej chwili ruchu $v^2 \ll gR$, gdzie v jest prędkością klocka, a g – przyspieszeniem ziemskim.



rys. 5

Zadanie 10

Metalowa struna gitarowa o długości $L = 0,65$ m drga z częstotliwością $f = 300$ Hz. Jest to jej podstawowy mod drgań. Amplituda drgań w środku struny jest równa $A = 5$ mm. Płaszczyzna drgań jest prostopadła do pola magnetycznego Ziemi, którego indukcja w tym miejscu wynosi $B = 50 \mu\text{T}$. Oblicz maksymalną siłę elektromotoryczną wyindukowaną między końcami struny. Przyjmij, że struna jest wiotka.

Wskazówka: Pole S pod sinusoidą o równaniu $y(x) = a \sin \pi x / l$, $x \in [0, l]$ jest równe $a2l/\pi$.

Zadanie 11

Samochód osobowy porusza się bez poślizgu. Jaką część jego energii kinetycznej stanowi energia kinetyczna ruchu obrotowego kół? Przyjmij, że masa jednego koła jest równa $1/50$ całkowitej masy samochodu, a pozostałe niezbędne parametry oszacuj.

Pomiń energię kinetyczną ruchu obrotowego elementów silnika i układu przeniesienia napędu.

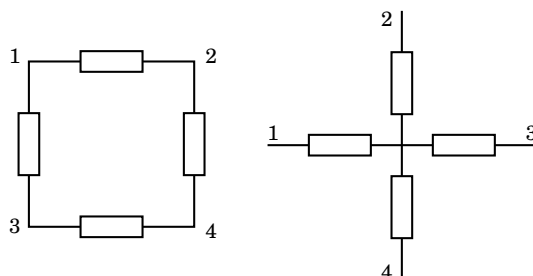
Zadanie 12

Cztery jednakowe oporniki, każdy o oporze R , są połączone "w kwadrat". Do wierzchołków kwadratu podłączony jest prąd czterofazowy, tzn. napięcie na wierzchołku o numerze i ($i =$

1, 2, 3, 4) jest dane wzorem

$$U_i = U_0 \cos(\omega t + \pi i/2).$$

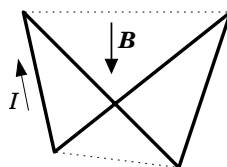
Jaki powinien być opór r każdego z oporników połączonych w "gwiazdę" aby wydzielana moc była równa mocy wydzielanej w przypadku "kwadratu" (patrz rys. 6)?



rys. 6

Zadanie 13

Ramka z przewodnika o kształcie będącym brzegiem dwóch sąsiednich ścian czworościanu foremnego o boku a , znajduje się w stałym, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B . Pole magnetyczne jest prostopadłe do tych krawędzi czworościanu, które nie wchodzi w skład ramki (patrz rys. 7). Wzdłuż przewodnika płynie prąd o natężeniu I . Oblicz siłę oraz moment siły (względem środka czworościanu) działające na ramkę.



rys. 7

Zadanie 14

Trzy elementy elektryczne: AB, BC i CD (patrz rys. 8) podłączono szeregowo do źródła prądu. Woltomierzem o bardzo dużym oporze wewnętrznym zmierzono napięcia skuteczne między poszczególnymi punktami otrzymując: $U_{AB} = 1\text{ V}$, $U_{BC} = 1\text{ V}$, $U_{CD} = 1\text{ V}$ oraz $U_{AD} = 1\text{ V}$. Gdy układ jest odłączony od źródła prądu, zmierzone napięcie skuteczne między wymienionymi punktami jest każdorazowo równe 0. Jak to możliwe? Podaj przykładowy układ, realizujący taką sytuację.



rys. 8

Zadanie 15

Częściowo wypełnioną wodą butelkę zawieszono na długiej nici. Butelka swobodnie waha się wraz z nicią, a maksymalny kąt jej odchylenia od pionu wynosi α . Niech β będzie kątem, jaki względem poziomu tworzy powierzchnia wody w chwili maksymalnego odchylenia wahadła. Który z przypadków zachodzi: a) $\beta > \alpha$, b) $\beta = \alpha$ czy c) $\beta < \alpha$? Rozpatrujemy chwile po wytłumieniu szybkich drgań wody wewnątrz butelki.