

LIX OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

CZEŚĆ I

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 15 października b.r., część II — do 15 listopada b.r.. O kwalifikacji do zawodów II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II.

Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć na stronie internetowej www.kgof.edu.pl.

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 maksymalnie 4 punkty.

Zadanie 1.

W wysokim prostopadłościennym naczyniu o wymiarach podstawy $3R \times 2R$ umieszczono 10 jednorodnych kul o promieniu R i masie m każda. Współczynnik tarcia między kulami, a węższymi ściankami jest równy $f = 0,5$, natomiast nie ma tarcia między sąsiednimi kulami, kulami i szerszymi ściankami, oraz między najniższą kulą a podstawą naczynia. Jaka jest siła nacisku najniższej kuli na podstawę? Jaka jest siła nacisku najniższej kuli na boczną ściankę?

Przyspieszenie ziemskie wynosi g . Podstawa naczynia jest pozioma.

Zadanie 2.

Dwaj astronauta przeprowadzali w otwartej przestrzeni kosmicznej naprawę swojej stacji krążącej po geostacjonarnej orbicie wokół Ziemi. W pewnej chwili jednemu z nich młotek wyślizgnął się z ręki i zaczął się oddalać z pewną prędkością od stacji. „A to pech, straciliśmy młotek. Już go więcej nie zobaczymy” – powiedział pierwszy astronauta. „Nie martw się, ten młotek na pewno kiedyś zbliży się na tyle do naszej stacji, że będzie można go złapać.” Który z nich miał rację?

Rozważ idealną sytuację, w której pomijamy wpływ wszelkich ciał niebieskich za wyjątkiem Ziemi oraz możliwość zderzenia z kosmicznymi śmieciami.

Zadanie 3.

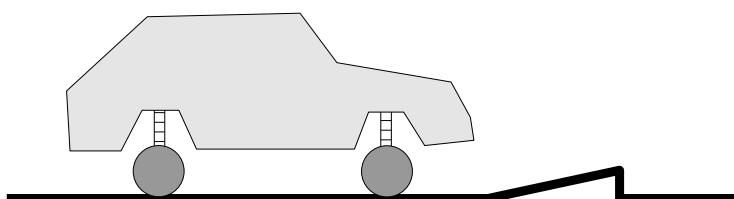
Czy można wykorzystać żagiel kosmiczny (lustro odbijające promieniowanie Słońca) aby napędzany nim statek kosmiczny mógł zbliżyć się do Słońca? Początkowo statek porusza się po kołowej orbicie wokół Słońca i nie powinien wykorzystywać obecności innych ciał niebieskich.

Zadanie 4.

Batyskaf składa się z pływaka – dużego zbiornika wypełnionego benzyną – oraz podwieszonych pod nim pozostałych elementów, w tym kabiny załogi i balastu.

Czy zanurzony, nieruchomy batyskaf znajduje się w stabilnym położeniu równowagi, tzn. jeśli z jakiegoś powodu nieznacznie zmieni się głębokość zanurzenia (np. w wyniku uderzenia od góry przez ciekawskiego rekina), to czy batyskaf wróci do pierwotnego zanurzenia?

Przyjmij, że ścianki pływaka są bardzo cienkie, a pozostałe elementy dla uproszczenia potraktuj jako jednolity blok stali. Jeśli potrzebujesz dodatkowych danych, wyszukaj je w dostępnych ci źródłach.

Zadanie 5.

rys. 1

Samochód ma pokonać nierówność w kształcie klina (patrz rys. 1). W którym przypadku na pokonanie tej nierówności stracimy mniej energii:

- przejeżdżając po nierówności z jak najmniejszą prędkością;
- przejeżdżając po nierówności z dużą prędkością, tak by karoseria samochodu uniosła się jak najmniej w trakcie przejeżdżania, a jednocześnie by koła też podskoczyły w jak najmniejszym stopniu. Zakładamy, że maksymalny skok zawieszenia jest kilka razy większy od wysokości nierówności.

Zadanie 6.

Proton znajduje się w próżni w stałym polu grawitacyjnym \vec{g} ($g = 10 \text{ m/s}^2$) i prostopadłym do niego polu magnetycznym $B = 1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. W chwili początkowej proton spoczywa na wysokości $h = 0,001 \text{ m}$ nad poziomą płaszczyzną, a następnie porusza się pod wpływem pola grawitacyjnego i magnetycznego. Czy proton doleci do płaszczyzny?

Masa protonu $m = 1.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, jego ładunek $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Zadanie 7.

Współczynnik załamania w pewnym ośrodku jest dany wzorem

$$n(r) = \begin{cases} n_A & \text{dla } r < r_1, \\ n_B & \text{dla } r_1 \leq r < r_2, \\ n_A & \text{dla } r \geq r_2, \end{cases}$$

gdzie r jest odległością od ustalonego punktu, a n_A , n_B , r_1 i r_2 są stałymi.

Jaki jest maksymalny kąt padania światła z obszaru $r > r_2$ na sferę $r = r_2$, przy którym światło wniknie do obszaru $r < r_1$?

Zadanie 8.

Rozważmy dwa identyczne krążki hokejowe, leżące na poziomym, szorstkim podłożu. Krążki pchnięto, przy czym pierwszemu nadano tylko ruch postępowy, a drugiemu także ruch obrotowy. Całkowita energia początkowa obu krążków była jednakowa. Drugi krążek przestał się obracać w tej samej chwili, w której zatrzymał się jego środek masy. Który krążek przebył większą drogę do chwili zatrzymania?

Krążki są jednorodne, a ich współczynnik tarcia o podłoże wynosi μ . Osie krążków są pionowe.

Zadanie 9.

Naczynie z wodą obraca się wokół pionowej osi ze stałą prędkością kątową ω . W naczyniu znajdują się dwa identyczne, jednorodne, sześciennie klocki – jeden na osi obrotu, drugi w pewnej odległości od tej osi. Klocki unoszą się na wodzie, nie poruszając się względem niej. Który krążek wypiera więcej wody? Gęstość każdego z klocków jest równa $1/4$ gęstości wody. Wymiary klocków są kilkanaście razy mniejsze od odległości drugiego klocka od osi obrotu. Pomiń ścisłość wody i klocków.

Zadanie 10.

Wewnątrz cienkiej, metalowej, sferycznej powłoki o promieniu R , w odległości d od jej środka, znajduje się punktowy ładunek q . Wyznacz natężenie pola elektrycznego tuż nad powierzchnią powłoki, w punkcie najbliższym rozważanemu punktowemu ładunkowi.

Całkowity ładunek powłoki jest równy zero.

Zadanie 11.

Znajdź moment bezwładności dywanu Sierpińskiego o masie m i boku a względem prostej przechodzącej przez jego środek i prostopadłej do jego płaszczyzny. Dywan Sierpińskiego jest fraktalem otrzymanym w następujący sposób: kwadrat dzielimy na dziewięć jednakowych, mniejszych kwadratów i usuwamy ten znajdujący się w środku. Z każdym z pozostałych ośmiu kwadratów postępujemy tak, jak z kwadratem wyjściowym. Tę procedurę powtarzamy w nieskończoność.

Zadanie 12.

Jednym etapów produkcji monet w pewnej mennicy jest wycinanie z metalowej blachy krążków o odpowiednim promieniu. W etapie produkcji nóż w kształcie pionowej rury o promieniu wewnętrznym r uderza w poziomy pasek blachy. Są dwie linie produkcyjne. Na jednej wycinarka, wewnątrz której pionowo porusza się nóż, jest nieruchoma, a pasek blachy przesuwany poziomo ze stałą prędkością v . Na drugiej pasek blachy jest nieruchomy, a wycinarka porusza się wzdłuż niego ze stałą prędkością v . Uderzenia noża są tak szybkie, że w trakcie przecinania przez nóż blacha przesuwana się względem wycinarki na pomijalną odległość.

Ze względu na spodziewaną inflację zwiększono prędkość v tak, że stała się ona porównywana z prędkością światła, zwiększając jednocześnie odpowiednio częstotliwość uderzeń noża i zmniejszając grubość blachy. Jaki kształt (podaj rozmiary) będą miały spoczywające w portfelu monety pochodzące z każdej z linii produkcyjnych tej mennicy?

Zadanie 13.

Zdjęcie (rys. 2) przedstawia żabę unoszącą się (lewitującą) pod wpływem bardzo silnego, stałego pola magnetycznego (ok. 16T). (Film przedstawiający lewitującą żabę jest dostępny na stronie www.hfml.ru.nl/pics/Movies/frog.mpg)



rys. 2

Uzasadnij prawdziwość lub nieprawdziwość następujących stwierdzeń:

- żaba unosi się ponieważ jej ciało ma właściwości paramagnetyczne;
- żaba unosi się ponieważ jej ciało ma właściwości diamagnetyczne;
- aby wystąpiła lewitacja, pole magnetyczne musi być w dużym stopniu jednorodne;
- aby wystąpiła lewitacja, pole magnetyczne musi być niejednorodne;
- jeśli zmienimy zwrot pola magnetycznego (zmieniając kierunek prądu płynącego przez elektromagnes wytwarzający to pole), to żaba będzie mogła lewitować tylko jeśli obróci się głową w dół.

Weź pod uwagę, że ciała zwierząt, w tym ciało żaby, możemy w bardzo dobrym przybliżeniu traktować jako składające się głównie z wody.

Zadanie 14.

W niektórych bardzo szybkich pociągach, przy prędkości powyżej 200 km/h stosuje się hamulce elektromagnetyczne wykorzystujące prądy wirowe indukowane w przewodniku pod wpływem silnego pola magnetycznego. W takim pociągu, na wysokości kilku milimetrów nad szyną, są zawieszony elektromagnesy. Gdy elektromagnesy wytwarzają pole magnetyczne, jego oddziaływanie z szyną powoduje hamowanie pociągu. Ile razy wzrośnie lub zmaleje siła hamująca, gdy prędkość pociągu zmaleje dwukrotnie? W rozważaniach pomini samoindukcję szyny.

Zadanie 15.

Rozważmy motocyklistę zjeżdżającego po pochyłym, równym odcinku drogi. Stwierdzono, że jeśli motocyklista używa tylko przedniego hamulca, to maksymalne opóźnienie, z jakim motor może hamować by motocyklista wraz ze swoją maszyną nie przekoziołkował przez przednie koło, wynosi a . Czy to maksymalne opóźnienie się zmieni, a jeśli tak, to czy wzrośnie, czy zmaleje, jeśli motocyklista użyje również tylnego hamulca?

Pomini ugięcie zawieszenia i opon oraz opór powietrza.