

# LXVII OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

### CZEŚĆ I

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 13 października b.r., część II — do 17 listopada b.r. O kwalifikacji do zawodów II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II.

Przed wysłaniem rozwiązań prosimy o zarejestrowanie się na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl/rejestracja>.

Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

#### ZADANIA CZĘŚCI I (termin wysyłania rozwiązań — 13 października 2017 r.)

**Uwaga:** Rozwiązania zadań należy zamieścić w kolejności zgodnej z ich numeracją. Wszystkie strony pracy powinny być ponumerowane. Na każdym arkuszu należy umieścić identyfikator otrzymany w trakcie rejestracji oraz nazwisko i imię autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać adres e-mail autora pracy oraz nazwę i adres szkoły.

Podaj i krótko uzasadnij odpowiedź (nawet jeśli w treści zadania znajdują się odpowiedzi do wyboru, uzasadnienie jest wymagane). Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.

#### Zadanie 1.

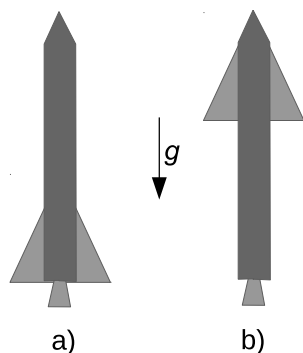
Gdy Marek jechał pewną drogą w zimowy dzień, to zauważył, że odblaskowe znaki drogowe miały z przodu przyklepioną warstwę (białego) śniegu, tak że brzeg znaku (w przypadku znaków ograniczenia prędkości – czerwona obwódka) był wolny od śniegu i dobrze widoczny. Gdy kilkanaście godzin później jechał tą samą drogą w nocy, w świetle reflektorów z daleka znaki widoczne były jako:

- stosunkowo ciemna obwódka oraz jasne wnętrze,  
czy
- jasna obwódka oraz ciemne wnętrze?

#### Zadanie 2.

Pewna rakieta została zbudowana nie po to, by lecieć w przestrzeń kosmiczną, ale po to, by utrzymywać się na stałej, niezbyt dużej wysokości nad ziemią (raketowy dron). Dysza rakiety jest względem niej nieruchoma i ma wylot skierowany dokładnie wzdłuż jej osi, ale siła ciągu jest automatycznie regulowana tak, że jej składowa pionowa równoważy ciężar rakiety.

Gdzie powinny być umieszczone stateczniki rakiety, aby ułatwić jej stabilizację pionową (powrót do pionowej pozycji w przypadku przypadkowego odchylenia od pionu):



- (a) na dole rakiety  
czy  
(b) na górze rakiety?

### Zadanie 3.

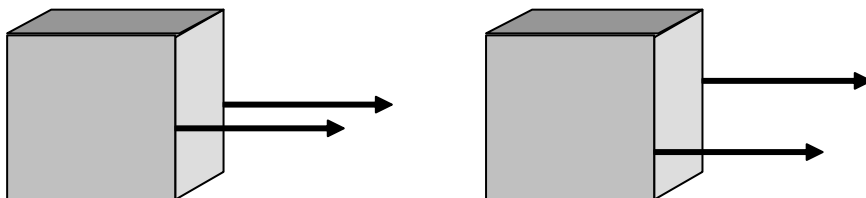
Chwyćmy sprężynkę „slinky” za górną część i pozwólmy jej zwisać swobodnie. Gdy puścimy sprężynkę, to jej najniższa część nie zacznie natychmiast spadać, ale pozostanie przez pewien czas nieruchoma (aż do momentu gdy górna część doleci do dolnej), patrz np.:

[www.kgof.edu.pl/link\\_slinky.html](http://www.kgof.edu.pl/link_slinky.html).

Czy jeśli do dolnej części sprężynki przymocujemy ciężarek (np. o masie równej masie sprężynki), to w analogicznej sytuacji też pozostanie on nieruchomy przez pewien (zauważalny) czas?

### Zadanie 4.

Na sztywny prostopadłościan działają dwie jednakowe siły przyłożone do jego krawędzi, prostopadłe do ściany zawierającej te krawędzie (lewy rysunek poniżej). Czy ruch prostopadłościanu będący skutkiem działania tych sił się zmieni, jeśli punkt przyłożenia jednej siły przesunąć wzdłuż odpowiedniej krawędzi o pewien odcinek, a punkt przyłożenia drugiej siły – o taki sam odcinek w przeciwną stronę (prawy rysunek)?



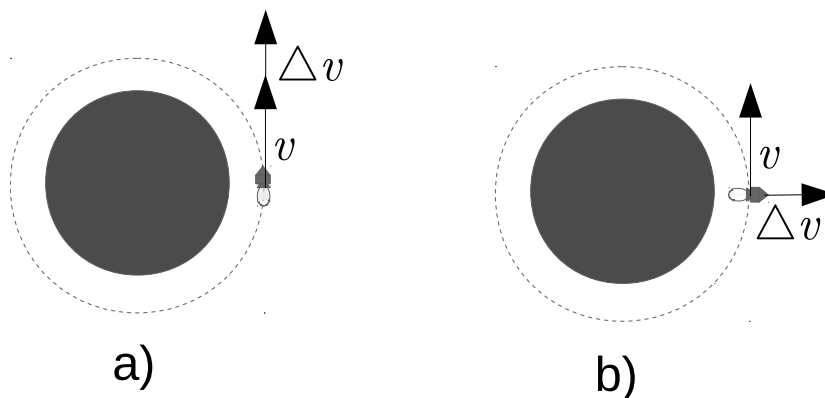
### Zadanie 5.

Stacja kosmiczna porusza się po orbicie kołowej tuż nad górną warstwą atmosfery. Stwierdzono, że jeśli stacja zbliży się bardziej do Ziemi, to opór powietrza spowoduje jej wyhamowanie, a w efekcie spadek na Ziemię. Aby zabezpieczyć się przed tą ewentualnością, postanowiono na chwilę włączyć silniki stacji. Jakie rozwiązanie będzie lepsze z punktu widzenia przyszłości stacji:

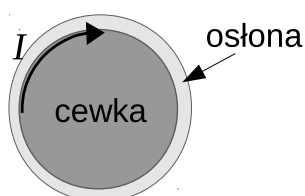
a) skierowanie dyszy silników stycznie do aktualnego toru, tak by zwiększyć styczną do okręgu składową prędkość stacji

czy

b) skierowanie dyszy silników w kierunku środka Ziemi, aby stacja uzyskała niezerową radialną składową prędkość?

**Zadanie 6.**

Na cewkę nałożono walcową osłonę z izolatora. Osłona może się obracać bez tarcia wokół wspólnej osi cewki i osłony. Osłonę naelektryzowano ładunkiem dodatnim.



Cewka otoczona osłoną - widok wzdłuż osi cewki.

W którą stronę będzie się obracać osłona po tym, jak przez cewkę zacznie płynąć prąd - zgodnie z kierunkiem prądu obiegającego cewkę, czy przeciwnie do niego? A może nie będzie się obracać?

**Zadanie 7.**

Rozważmy dwa obiekty: (a) metalową, cienką sferę o promieniu  $R$  i masie  $M$  oraz (b) „podziurawioną sferę” otrzymaną ze sfery takiej samej jak sfera (a) przez wywiercenie identycznych małych otworów, tak że pozostała powierzchnia wynosi  $4\pi R^2/2$ , a masa (b) jest równa  $M/2$ . Otwory są równomiernie rozłożone, ich promień jest znacznie mniejszy od  $R$ , ale jednocześnie znacznie większy od grubości sfery.

Ile razy szybkość stygnięcia obiektu (b) będzie większa (lub mniejsza) od szybkości stygnięcia obiektu (a), jeśli umieścimy każdy z nich z osobna w pustej przestrzeni kosmicznej, w chwili, gdy ich temperatura wynosi  $T = 300\text{ K}$  ?

Każdy z obiektów potraktuj jako ciało doskonale czarne i doskonale przewodzące.

Pomiń fakt, że niektóre fale emitowane przez rozważane obiekty mają długość większą niż rozmiary otworów w sferze (ich wkład do bilansu energii jest zanedbywalny).

**Zadanie 8.**

Amerykański koszykarz Kyrie Irving twierdzi, że Ziemia jest płaska. Zakładając, że ma on rację i że jednocześnie teoria grawitacji Newtona jest słuszna, wyznacz grubość Ziemi, jeśli ma ona kształt płaskiego naleśnika o bardzo dużym promieniu, jednorodnej gęstości równej  $2,6\text{ g/cm}^3$  (w przybliżeniu gęstość kwarcu), a przyspieszenie ziemskie na powierzchni tego naleśnika w jego środku wynosi  $g = 9,81\text{ m/s}^2$ .

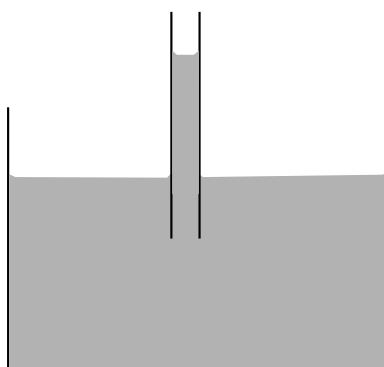
**Zadanie 9.**

Projekt Hyperloop zakłada wybudowanie tuneli (według jednej z wersji mają to być metalowe rury), w których będą się poruszać na poduszce magnetycznej superszybkie pociągi. Aby umożliwić ruch z prędkością ponad 1200 km/h, z tuneli ma być wypompowane powietrze.

Zakładając że mamy dwa tunele (dwie rury) o przekroju  $5 \text{ m}^2$  (w kierunku prostopadłym do osi) oraz długości 1000 km każdy, wyznacz minimalną pracę, jaką trzeba wykonać, aby opróżnić te tunele z powietrza. Przyjmując, że tę pracę wykonują silniki elektryczne o 100% sprawności i że cena 1 kWh energii elektrycznej wynosi 1 zł, oblicz koszt tej operacji.

**Zadanie 10.**

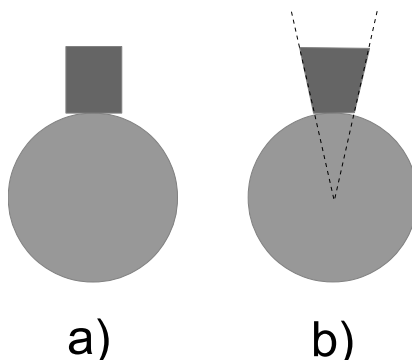
Cienką rurkę szklaną (kapilarną) umieszczono pionowo w naczyniu z wodą. Wskutek przylegania wody do szkła i napięcia powierzchniowego wody poziom wody w rurce jest wyżej, niż poziom wody w naczyniu, patrz rysunek.



Rozważamy mały fragment rurki, do którego z zewnątrz przylega powietrze, a od wewnątrz – woda. Czy ciśnienie powietrza jest w porównaniu z ciśnieniem wody na ten fragment: (a) większe (rurka jest ściskana w kierunku radialnym), (b) czy mniejsze (rurka jest rozciągana w kierunku radialnym), czy (c) - takie samo.

**Zadanie 11.**

Starszy i większy brat Guliwera postawił na nieruchomej planecie wiadro z wodą – patrz rysunek. Dno wiadra jest kołem i styka się z powierzchnią planety dokładnie w swoim środku. W którym przypadku ciężar wody będzie równy parciu na dno wiadra:



- a) gdy ścianka boczna będzie prostopadła do dna,  
czy  
b) gdy ścianka boczna będzie fragmentem powierzchni bocznej stożka o wierzchołku w środku planety?

A może (c) w żadnym z tych przypadków te dwie wielkości nie będą równe?

Pomiń przyciąganie samego wiadra, obecność innych ciał, obecność (lub nieobecność) atmosfery, parowanie wody i napięcie powierzchniowe. Planeta jest jednorodną kulą.

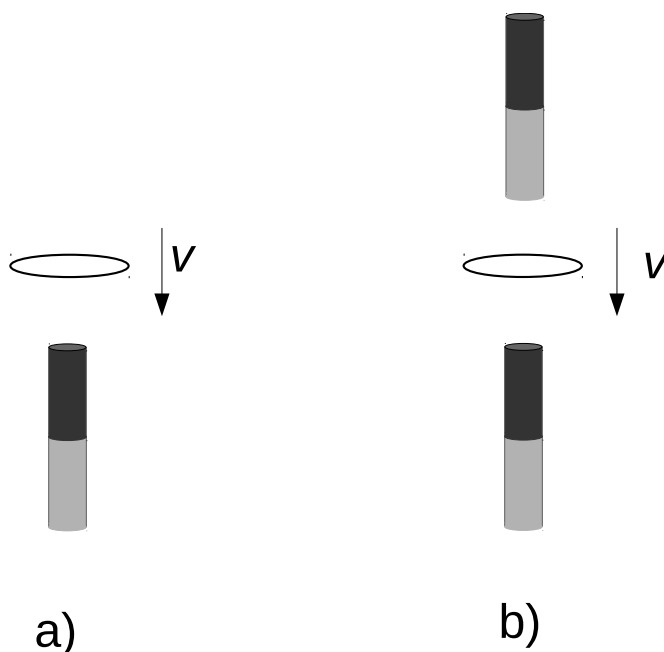
Ciężar wody to wypadkowa siła grawitacyjna, z jaką woda w wiadrze jest przyciągana przez planetę.

Parcie wody na dno wiadra jest (zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona) równe sile, jaką to dno działa na wodę.

### Zadanie 12.

Franek zauważył, że gdy przesuwają pętlę z przewodnika w pobliżu bieguna  $N$  magnesu (patrz rys. a)), to pojawia się siła przeciwstawiająca się temu przesuwaniu. Postanowił wzmocnić ten efekt umieszczając symetrycznie względem tej pętli drugi, identyczny magnes, zorientowany zgodnie z pierwszym magnese (patrz rys. b)). Osie magnesów oraz pętli się pokrywają. Czy Franek osiągnął swój cel?

Rozważamy chwilę, gdy pętla jest w takiej samej odległości od obu magnesów.

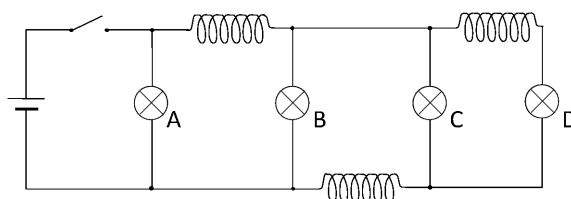


### Zadanie 13.

Pewna firma rozważa wyprodukowanie działających w nocy elektrowni fotowoltaicznych. Taka elektrownia ma wykorzystywać efekt fotoelektryczny – analogicznie jak zwykle fotowoltaiczne elektrownie (lub tylko panele) słoneczne. Różnica ma polegać na tym, że zamiast fotonów pochodzących ze Słońca miałyby się wykorzystywać (podczerwone) fotony występującego nawet w nocy promieniowania ciepłego (podczerwonego) obiektów z bliskiego i dalekiego otoczenia.

Przyjmując, że wszystkie obiekty mają tę samą temperaturę, oceń, czy działanie elektrowni w opisany sposób jest możliwe.

### Zadanie 14.



Rozważmy przedstawiony na rysunku układ identycznych żarówek i identycznych cewek podłączonych przez długi czas do źródła zasilania. Która żarówka będzie świecić najjaśniej tuż po odłączeniu źródła?

Pomiń indukcyjności żarówek i przewodów łączących oraz oporności przewodów i cewek.

### Zadanie 15.

Pochodzący z Ziemi kosmiczni turyści spotkali w trakcie swojej podróży statek Obcych. Gdy oba statki się zatrzymały, turyści zauważyli, że światła statku Obcych migają z częstotliwością 60 błysków na minutę światłem purpurowym. Analiza tego światła wykazała, że składa się ono z dwóch składowych: czerwonej – o długości fali 650 nm i niebieskiej o długości fali 440 nm. Po wymianie okazjonalnych uprzejmości statek Obcych zaczął się oddalać i po pewnym czasie turyści mogli zaobserwować, że jego światła migają ze stałą częstotliwością 49 błysków na minutę. Jaki kolor tego światła obserwowali turyści?

Informacje na temat kolorów odpowiadających długościom fali oraz mieszania kolorów wyszukaj w dostępnych Ci źródłach.

### Informacje, które mogą być przydatne

Dla pola elektrycznego  $\vec{E}$ , pola (przyspieszenia) grawitacyjnego  $\vec{\gamma}$  oraz pola magnetycznego  $\vec{B}$  całkowity strumień  $\Phi_{\text{całk}}$  danego pola przez powierzchnię zamkniętą jest równy

$$\Phi_{\text{całk}} = \begin{cases} \frac{1}{\varepsilon_0} Q & \text{dla pola elektrycznego,} \\ -4\pi G \cdot M & \text{dla pola grawitacyjnego,} \\ 0 & \text{dla pola magnetycznego.} \end{cases}$$

gdzie  $Q$  jest całkowitym ładunkiem elektrycznym zawartym wewnątrz rozważanej powierzchni,  $M$  – całkowitą masą zawartą wewnątrz rozważanej powierzchni,  $\varepsilon_0$  – przenikalnością elektryczną próżni,  $G$  – uniwersalną stałą grawitacyjną.

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.