LXVI OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przesyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 14 października b.r., część II — do 18 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.

CZĘŚĆ I (termin wysyłania rozwiązań — 14 października 2016 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.

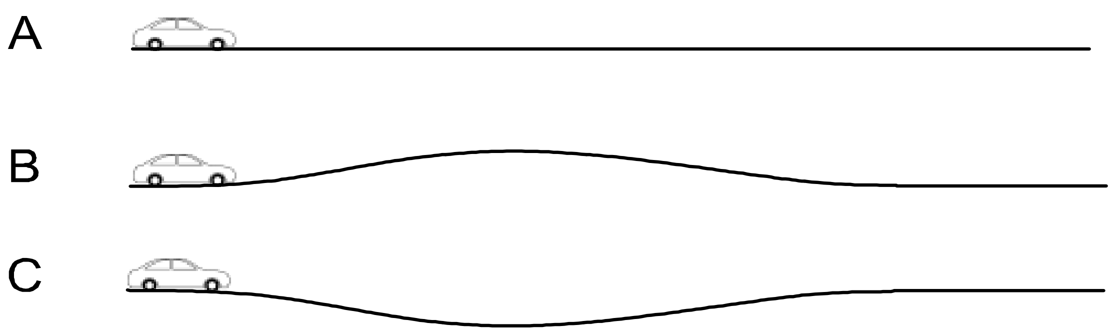
Podaj i krótko uzasadnij odpowiedź (nawet jeśli w treści zadania znajdują się odpowiedzi do wyboru, uzasadnienie jest wymagane). Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.

Zadanie 1

Dwie identyczne, kuliste bańki mydlane są wypełnione lekkim gazem, tak że unoszą się w powietrzu na stałej wysokości (siła wyporu równoważy siłę ciężkości). Bańki zetknęły się ze sobą, a następnie utworzyły jedną większą, kulistą bańkę. Rozważ idealną sytuację, w której powstała bańka zawiera tyle samo gazu oraz wody z mydłem co bańki, z których powstała, a temperatura gazu oraz wody z mydłem jest tak sama jak na początku. Czy powstała bańka zacznie się unosić, opadać, czy pozostanie na tej samej wysokości?

Nadciśnienie w bańce mydlanej o promieniu r jest równe $\frac{4\sigma}{r}$, gdzie σ jest stałą, zwaną współczynnikiem napięcia powierzchniowego, zależną od rodzaju substancji i ustaloną dla danej mieszaniny wody z mydłem.

Zadanie 2

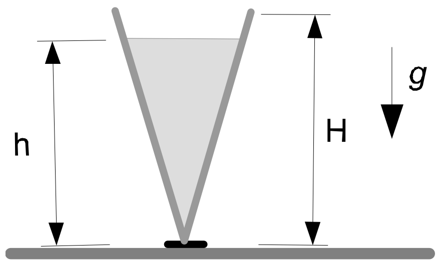


Rysunek do zadania 2.

Trzy jednakowe samochody jechały rozpędem (bez pracy silnika) po torach A, B i C, przy czym w początkowym punkcie (zaznaczonym na rysunku) miały tę samą prędkość. Po pokonaniu pewnej drogi samochody zatrzymały się na poziomym odcinku, przy czym samochód jadący po torze B pokonał górkę, a ten jadący po torze C – dołek. Czy drogi przebyte przez samochody były jednakowe, a jeśli nie, to która z nich była najdłuższa?

Przyjmij, że samochody zwalniały głównie wskutek oporu powietrza.

Zadanie 3



Rysunek do zadania 3.

Rozważmy puchar o wysokości H w kształcie powierzchni bocznej stożka (o stałej grubości) połączonej bezpośrednio z lekką podstawką. Do jakiej maksymalnej wysokości h można wlać do pucharu galaretkę, aby po zastygnięciu puchar z galaretką był nie mniej stabilny niż pusty puchar?

Zadanie 4

Na świetlówkach zwykle podaje się temperaturę barwową emitowanego przez nie światła. Temperatura barwowa świetlówki to temperatura ciała doskonale czarnego, które wysyła światło o kolorze zbliżonym do koloru światła emitowanego przez tę świetlówkę. Czy światło świetlówki o wyższej temperaturze barwowej ma kolor cieplejszy, czy zimniejszy niż światło świetlówki o niższej temperaturze barwowej?

Kolory, które mają więcej składowych czerwonych, nazywane są ciepłymi, a kolory zawierające dużo składowej niebieskiej - zimnymi.

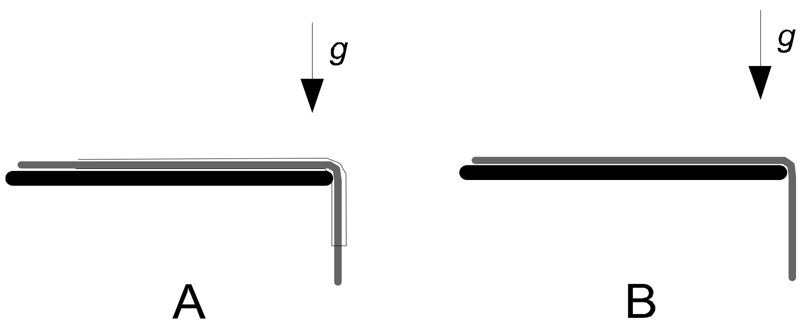
Zadanie 5

Mała jednorodna kulka znajduje się w próżni, w bardzo małej odległości od bardzo dużej kuli o temperaturze T. Ile wynosi temperatura małej kulki?

Obie kulki można traktować jako ciała doskonale czarne. W pobliżu nie znajdują się żadne inne źródła promieniowania. Temperatura małej kulki się nie zmienia. Ta kulka nie zawiera wewnątrz żadnych źródeł energii.

Wskazówka: zgodnie z prawem Stefana-Boltzmanna mały element ciała doskonale czarnego o powierzchni S i temperaturze bezwzględnej T emituje promieniowanie o mocy $S \cdot \sigma T^4$, gdzie σ jest stałą, nazwaną stałą Stefana-Boltzmanna. Ciało doskonale czarne pochłania całe padające na nie promieniowanie.

Zadanie 6



Rysunek do zadania 6.

Na gładkim, poziomym stole położono wiotki sznurek, tak że część sznurka zwisa poza stół. Brzeg stołu jest zaokrąglony.

W jakiej sytuacji sznurek szybciej zsunie się ze stołu: gdy będzie przechodził przez wygiętą, gładką w środku rurkę nieruchomą względem stołu (rys. A), czy gdy będzie on po prostu zwisał ze stołu (rys. B)?

Pomiń tarcie.

Zadanie 7

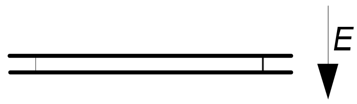
Poziomy pręt był początkowo podparty w 1/3 długości oraz w 4/5 długości, licząc od jednego z końców.

Następnie punkty podparcia zaczęto poziomo powoli przesuwać ku sobie. Prędkość pierwszego punktu podparcia względem ziemi wynosiła v, a drugiego $2v$.

Wyznacz końcowe położenie obu punktów podparcia względem pręta. Przez końcowe położenie rozumiemy miejsce, w którym rozważane punkty się spotkają, lub miejsce, w którym będą się znajdować, gdy pręt zacznie się przewracać (jego środek ciężkości znajdzie się poza punktami podparcia).

Między punktami podparcia a prętem występuje tarcie o takim samym współczynniku tarcia dla obu punktów.

Zadanie 8



Rysunek do zadania 8.

Dwie równoległe do siebie metalowe płytki znajdują się w stałym, prostopadłym do ich powierzchni polu elektrycznym – patrz rysunek. Ich łączny ładunek wynosi 0. Odległość między płytkami jest znacznie mniejsza od rozmiarów liniowych płytek. Początkowo płytki połączone są metalowymi prętami utrzymującymi je w stałej odległości. Czy po usunięciu łączących je prętów płytki zaczną sie poruszać? Jeśli tak, to w którą stronę?

Pomiń efekty w pobliżu krawędzi płytek.

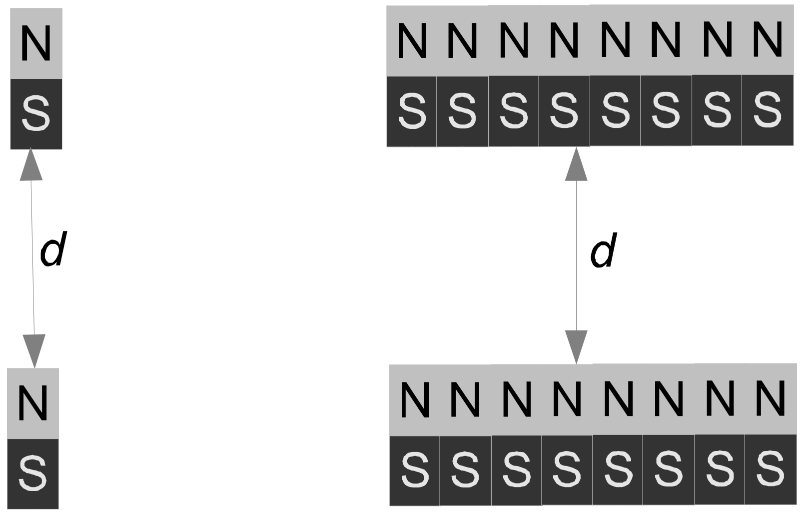
Zadanie 9

Lekki samolot turystyczny ma doskonałość aerodynamiczną 20 oraz masę 2000 kg. Wyznacz ilość paliwa potrzebną do przebycia przez niego na stałej wysokości i w idealnych warunkach (brak ruchów powietrza) odległości 100 km.

Przyjmij, że ciepło spalania paliwa do tego samolotu jest równe 30 MJ/litr, a efektywna sprawność silnika i śmigła, tzn. stosunek pracy wykonanej na przemieszczenie samolotu do ciepła spalania zużytego przy tym paliwa, wynosi 20%. Pomiń zmianę masy samolotu w trakcie lotu.

Co to jest doskonałość aerodynamiczna, wyszukaj w dostępnych Ci źródłach.

Zadanie 10



Rysunek do zadania 10. Z lewej – dwa oddziałujące magnesy w odległości d. Z prawej – schematyczny rysunek oddziałujących ze sobą płyt złożonych z magnesów.

Siła oddziaływania dwóch ustawionych jak na rysunku, odległych od siebie o d, prostopadłościennych magnesów wynosi F_1.

Rozważ dwie płyty złożone z takich magnesów i odległe od siebie o d - patrz rysunek. Ile wynosi siła oddziaływania tych płyt na jednostkę powierzchni takiej płyty? Gęstość powierzchniowa magnesów (liczba magnesów na jednostkę powierzchni) każdej takiej płyty wynosi n. Rozmiary płyt są znacznie większe od d, a rozmiary magnesów są znacznie mniejsze od d.

Zadanie 11

Jednorodna kulka o masie m toczy się w kierunku pionowej ściany. Jaka jest minimalna prędkość kulki, przy której ta kulka podskoczy w wyniku uderzenia w ścianę?

Współczynnik tarcia kulki o ścianę wynosi μ, przyspieszenie grawitacyjne g. Kula i ściana są idealnie sprężyste, z bardzo dużym (nieskończonym) współczynnikiem sprężystości, a zderzenie kulki ze ścianą trwa bardzo krótko.

Zadanie 12

Czy na najwyższych ziemskich szczytach górskich przyspieszenie grawitacyjne jest większe czy mniejsze niż na poziomie morza?

Dla celów oszacowania przyjmij, że Ziemia jest idealną, jednorodną, nieobracającą się kulą, a na tej kuli stoi mała, jednorodna kula o gęstości $\rho = 3$ g/cm^3 odpowiadająca górze.

Jeśli odpowiedź zależy od wysokości góry (tzn. od średnicy kuli, którą traktujemy jako przybliżenie góry), podaj, dla jakich wysokości to przyspieszenie jest większe, a dla jakich mniejsze niż przyspieszenie na powierzchni Ziemi.

Rozważ tylko góry nie wyższe niż Mount Everest. Jeśli potrzebne Ci są wartości liczbowe parametrów dotyczących Ziemi lub wysokość Mount Everestu, to wyszukaj je w dostępnych Ci źródłach.

Zadanie 13

Wyznacz ładunek, jaki gromadzi się na płaskiej granicy glinu i żelaza na skutek przepływu przez tę granicę stałego prądu o natężeniu 100 A, wiedząc, że powierzchnia tej granicy wynosi 1 cm^2. Podaj liczbę elektronów odpowiadającą temu ładunkowi.

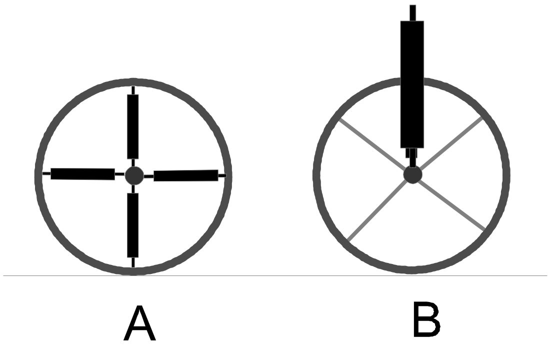
Przyjmij, że po obu stronach tej granicy pole elektryczne jest jednorodne oraz że stała dielektryczna obu metali jest równa 1.

Wskazówka: prawo Ohma można zapisać w postaci $I = \sigma S E$, gdzie I jest natężeniem prądu płynącego przez prostopadłą do kierunku przepływu tego prądu powierzchnię S, E to natężenie pola elektrycznego, zaś σ jest przewodnością właściwą (odwrotnością oporności właściwej).

Możesz wykorzystać prawo Gaussa, które mówi, że $\varepsilon_0 \Phi_E = Q$, gdzie Φ_E jest strumieniem pola elektrycznego przez zamkniętą powierzchnię, Q – całkowitym ładunkiem elektrycznym zawartym wewnątrz tej powierzchni, ε_0 – przenikalnością elektryczną próżni.

Wartości przewodności właściwej dla glinu oraz żelaza, wartość ε_0, jak również wartość ładunku elektronu wyszukaj w dostępnych Ci źródłach.

Zadanie 14



Rysunek do zadania 14. A – koło z amortyzatorami między obręczą a osią. B – koło ze sztywnymi szprychami między obręczą a osią i amortyzatorem przymocowanym do osi.

Skonstruowano rower, którego koła są zbudowane w ten sposób, że obręcze są połączone z osią za pomocą elastycznych elementów tłumiących drgania (amortyzatorów) – patrz rysunek A. Czy jadąc ze stałą prędkością na takim rowerze po płaskiej, równej powierzchni, wykonamy taką samą, mniejszą, czy większą pracę w porównaniu do jazdy na rowerze ze standardową amortyzacją (rysunek B).

W obu przypadkach zakładamy takie same warunki zewnętrzne, tę samą prędkość i tę samą masę roweru. Również obręcze kół wraz z oponami są w obu przypadkach takie same.

Zadanie 15

Jaka musi być minimalna całkowita masa startowa rakiety, która jest w stanie wynieść z powierzchni Marsa na jego orbitę moduł o całkowitej masie 1 tony? Przyjmij, że prędkość wylotowa gazów jest równa $v_\mathrm{w} = 3800\,\mathrm{m/s}$ (ciekły wodór + ciekły tlen).

Wykorzystaj wzór Ciołkowskiego, zgodnie z którym w przypadku braku grawitacji i oporów zewnętrznych zmiana prędkości rakiety Δv spełnia relację $\Delta v = v_\mathrm{w} \ln\left(M_\mathrm{p}/M_\mathrm{k}\right)$, gdzie M_p – całkowita masa początkowa rakiety (w naszym przypadku to jest ta szukana całkowita masa rakiety), M_k – całkowita masa końcowa rakiety (w naszym przypadku będzie to 1 tona). Przyjmij, że spalanie paliwa trwa bardzo krótko oraz pomiń wpływ atmosfery Marsa. Niezbędne parametry dotyczące Marsa wyszukaj w dostępnych Ci źródłach.