

LXX OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

CZĘŚĆ II

Rozwiązania zadań drugiej części I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminie do 13 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 <http://www.kgof.edu.pl>.

Krótką informacją na temat poprawnej redakcji rozwiązań zadań Olimpiady Fizycznej

Zadania powinny być rozwiązane jasno, przejrzysto i czytelnie. Każde zadanie powinno być rozwiązane na oddzielnej kartce papieru. Poszczególne etapy rozumowania należy opisać, a wszelkie zależności fizyczne, które nie są wprost podane w podręcznikach szkolnych – udowodnić. Należy również objaśnić wszelkie oznaczenia występujące w rozwiązaniach zadań. Rysunki mogą być wykonane odręcznie – muszą być jednak przejrzyste i czytelne oraz dobrze opisane w tekście.

Rozumowanie przedstawione w rozwiązaniach nie może zawierać luk logicznych. Każdy krok rozumowania powinien być zwięźle opisany, a przyjęte założenia – klarownie uzasadnione. Rozwlekłość jest uznawana za ujemną cechę pracy.

Rozwiązanie zadania teoretycznego powinno być poprzedzone analizą problemu poruszanego w zadaniu, a zakończone dyskusją wyników. Rozwiązania zadań teoretycznych powinny odnosić się do ogólnej sytuacji opisanej w treści, dane liczbowe (o ile zostały podane) powinny być podstawione dopiero do ostatecznych wzorów.

W zadaniach doświadczalnych należy wyraźnie rozgraniczyć części teoretyczną i doświadczalną. Część teoretyczna zadania doświadczalnego powinna zawierać analizę problemu wraz z wyprowadzeniem niezbędnych wzorów (o ile nie ma ich wprost w podręcznikach szkolnych) oraz sugestią metody doświadczalnej. Część doświadczalna powinna zawierać m.in. opis układu doświadczalnego ilustrowany rysunkiem, opis wykonanych pomiarów, wyniki pomiarów, analizę czynników mogących wpływać na wyniki (jak np. rozpraszanie energii lub opory wewnętrzne mierników), opracowanie wyników wraz z dyskusją niepewności pomiarowych. Wykresy do zadania doświadczalnego powinny być starannie wykonane, najlepiej na papierze milimetrycznym. Ocenie podlegają wyłącznie elementy rozwiązania opisane w pracy. W zadaniach doświadczalnych osobno oceniana jest część teoretyczna i część doświadczalna. Niedopuszczalne jest fabrykowanie, fałszowanie lub modyfikowanie danych pomiarowych - za tego typu działania grozi dyskwalifikacja.

W rozwiązaniach można posługiwać się dowolnym układem jednostek, chyba że tekst zadania mówi wyraźnie inaczej.

ZADANIA CZĘŚCI II (termin wysyłania rozwiązań — 13 listopada 2020 r.)

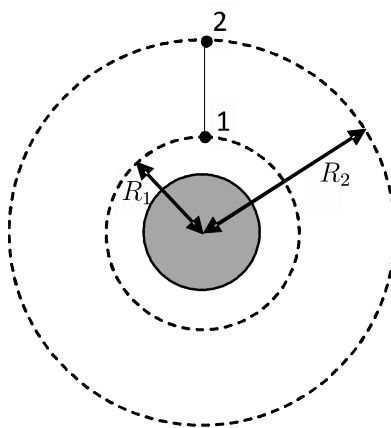
Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić identyfikator otrzymany w trakcie rejestracji oraz nazwisko i imię autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać adres e-mail autora pracy oraz nazwę i adres szkoły. Osoby, które chcą być poinformowane listownie o wynikach kwalifikacji, do pracy powinny dołączyć zaadresowaną do siebie kopertę z naklejonym znaczkiem.

ZADANIA TEORETYCZNE

Należy przesłać rozwiązania trzech (i tylko trzech) dowolnie wybranych zadań teoretycznych. Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

Zadanie T1.

Dwa satelity 1 i 2 powiązane długą i lekką linką krążą wokół Ziemi po orbitach kołowych tak, że linka stale leży na prostej przechodzącej przez środek Ziemi (patrz rys.). Masy satelitów są równe m_1 i m_2 , a promienie orbit – R_1 i R_2 .



Oblicz okres T ich obiegu wokół Ziemi oraz siłę N napięcia linki.

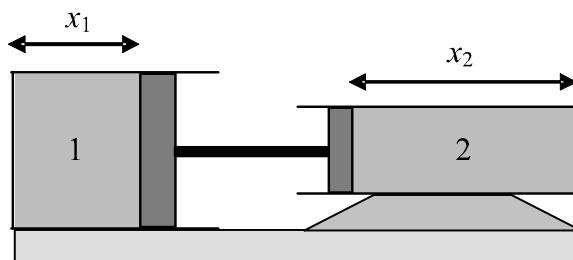
Z jednego z satelitów bardzo powoli wciągano linkę, tak, że każdy z satelitów ciągle poruszał się po orbicie (w przybliżeniu) kołowej. Satelity zbliżyły się do siebie i połączyły. Oblicz promień R ich wspólnej orbity kołowej.

Dana jest masa Ziemi M . Pomiń wzajemne oddziaływanie grawitacyjne satelitów.

Podaj wyniki liczbowe w przypadku $m_1 = m_2 = 500$ kg, $R_1 = 7000$ km, $R_2 = 20000$ km.

Masa Ziemi $M = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg, uniwersalna stała grawitacyjna $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$.

Zadanie T2.



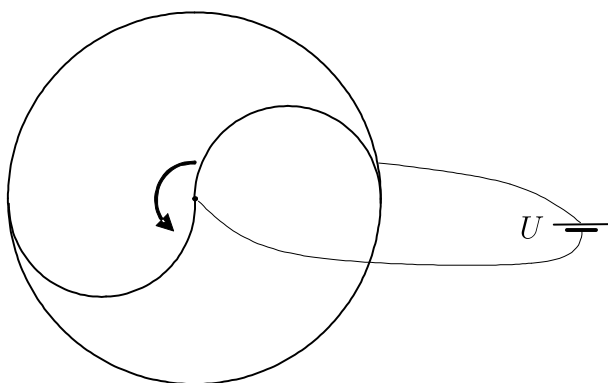
Dwa przymocowane do wspólnej podstawy cylindry z gazem doskonałym o ciepłe molowym c_V są szczelnie zamknięte tłokami połączonymi sztywno ze sobą (patrz rys.). Zespół tłoków może się przesuwać bez tarcia, a początkowa temperatura gazu T_p w obu cylindrach jest jednakowa. Powierzchnie tłoków wynoszą S_1 i S_2 , przy czym $S_1 > S_2$, a ciśnienie zewnętrzne jest równe p_{atm} . W obu cylindrach jest tyle samo moli gazu.

Oznaczmy przez x_1 odległość, na jaką tłok w pierwszym cylindrze jest w danej chwili odsunięty od jego dna, a przez x_2 odległość, na jaką tłok w drugim cylindrze jest w danej chwili odsunięty od jego dna; suma tych odległości jest stała i wynosi l : $x_1 + x_2 = l$. W stanie początkowym (gdy temperatura w obu cylindrach jest równa T_p) te odległości były równe $x_1 = \frac{1}{3}l$, $x_2 = \frac{2}{3}l$, przy czym układ był w stanie równowagi. Gaz w obu cylindrach powoli podgrzano do temperatury $T_k = \frac{3}{2}T_p$.

O jaką odległość i w którą stronę przesunęły się tłoki?

Zadanie T3.

Drut o długości πr został wygięty tak, że każda jego połowa ma kształt półokręgu o promieniu $r/2$ – patrz rysunek. Drut jest zamocowany tak, że może swobodnie obracać się w swojej płaszczyźnie wokół swojego środka. Końce drutu ślizgają się po idealnie przewodzącym okręgu o promieniu r , a w trakcie tego ślizgania siła tarcia działająca na każdy z końców jest równa T . Cały układ znajduje się w stałym polu magnetycznym o indukcji B , prostopadłym do płaszczyzny w której leżą drut i okrąg. Opór elektryczny drutu między jego końcami wynosi R . Środek drutu oraz przewodzący okrąg podłączono do baterii o napięciu U . Wyznacz prędkość kątową ω , z jaką drut będzie się obracał po długim czasie.



Zadanie T4 - numeryczne.

Gumka o stałej sprężystości k i długości swobodnej l_0 jest rozpięta między odległymi od siebie o d dwoma punktami znajdującymi się na tej samej wysokości. Na gumce, w połowie jej długości, zawieszono ciężarek o masie m i go puszczono (w chwili początkowej gumka była pozioma, a prędkość ciężarka – równa zero). Pomiń masę gumki oraz straty energii. Przyspieszenie ziemskie g jest równe $9,81 \text{ m/s}^2$.

Z dokładnością $0,01 \text{ s}$ wyznacz numerycznie okres drgań ciężarka T w następujących przypadkach:

- $k = 70 \text{ N/m}$, $m = 0,70 \text{ kg}$, $l_0 = d = 0,70 \text{ m}$;
- $k = 280 \text{ N/m}$, $m = 0,70 \text{ kg}$, $l_0 = d = 0,70 \text{ m}$;
- $k = 70 \text{ N/m}$, $m = 0,70 \text{ kg}$, $l_0 = 0,70 \text{ m}$, $d = 1,70 \text{ m}$.

Uwaga:

Rozwiązanie powinno zawierać: wzory używane w rozwiązaniu (wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem), opis zastosowanego algorytmu, opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania wraz ze sposobem, zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników, oraz wyniki numeryczne.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub korzystanie z gotowych programów rozwiązujących numerycznie równania różniczkowe, znajdujących pochodne, minima lub maksima, obliczających numerycznie całki, programów wyznaczających tor lub ruch automatycznie po podaniu wzoru na siłę itp.

Preferowane jest wykorzystanie języków programowania typu C, Python, Pascal, Java, VBA (bez korzystania z pakietów numerycznych) lub arkuszy kalkulacyjnych.

Dodatkowe wskazówki dotyczące rozwiązywania zadań numerycznych znajdziesz w treściach i rozwiązaniach zadań numerycznych z poprzednich olimpiad.

ZADANIA DOŚWIADCZALNE

Należy przesłać rozwiązania dwóch (i tylko dwóch) dowolnie wybranych zadań doświadczalnych. Za każde z zadań doświadczalnych można otrzymać maksymalnie 40 punktów.

Zadanie D1.

Masz do dyspozycji:

- walcowy magnes neodymowy,
- kompas z podziałką kątową,
- niemagnetyczną linijkę lub krawiecką taśmę mierniczą,
- taśmę klejącą.

Przyjmij, że wartość indukcji magnetycznej magnesu mierzonej wzdłuż jego osi, dla odległości znacznie większych od jego rozmiarów, spełnia zależność potęgową:

$$B(r) = B_{10} \cdot \left(\frac{r}{r_{10}}\right)^a,$$

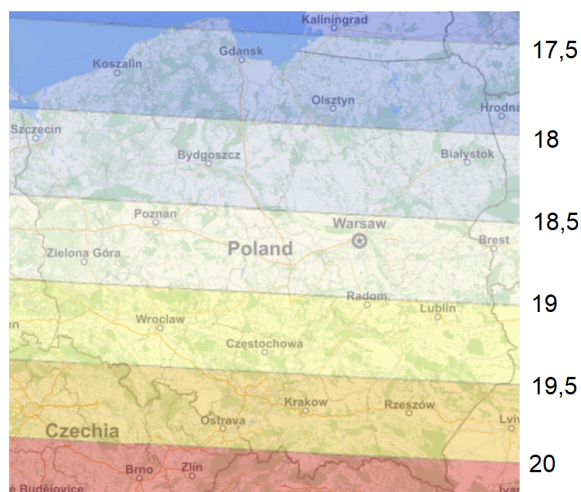
gdzie:

r – odległość od środka magnesu,

B_{10} – wartość indukcji w odległości 10 cm od magnesu,

$r_{10} = 10$ cm.

Wyznacz wartości parametru B_{10} oraz wykładnika a . Wartość poziomej składowej indukcji ziemskiego pola magnetycznego odczytaj z załączonej mapy.



Wartość składowej poziomej indukcji ziemskiego pola magnetycznego (μT)

Dane pochodzą z: *World Magnetic Model*,
ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/

Uwaga: Doświadczenie wykonaj z dala od innych magnesów oraz przedmiotów z materiałów ferromagnetycznych (na przykład kaloryfera lub stalowych elementów konstrukcji blatu, na którym pracujesz).

Zadanie D2.

Masz do dyspozycji:

- smartfon z aplikacją pozwalającą generować dźwięk o zadanej częstotliwości,
- tekturę,
- linijkę,
- taśmę klejącą,
- nóż lub nożyczki,
- worek na śmieci o pojemności 120 l,
- gazowy dwutlenek węgla.

Wyznacz prędkość dźwięku w powietrzu oraz w dwutlenku węgla.

Uwaga 1: Dwutlenek węgla uzyskaj z kwasu cytrynowego (najczęściej sprzedawanego pod nazwą „kwasek cytrynowy”) oraz z sody oczyszczonej, przeprowadzając reakcję chemiczną w roztworze wodnym. Przy użyciu 100 g kwasu cytrynowego (w postaci proszku) i 130 g sody oczyszczonej możesz uzyskać około 37 dm^3 gazu.

Uwaga 2: Możesz użyć elementów niewymienionych w treści zadania w celu przeprowadzenia reakcji i doprowadzenia dwutlenku węgla do układu pomiarowego.

Zadanie D3.

Masz do dyspozycji:

- zwierciadło wklęsłe o ogniskowej w granicach od 15 cm do 60 cm (na przykład powiększające lustro kosmetyczne lub pokrywkę garnka, o kształcie zbliżonym do wycinka sfery),
- nierozcieńczony, przezroczysty (niekoniecznie bezbarwny) płyn do mycia naczyń,
- źródło światła umieszczone na wysokości około 2 m nad miejscem wykonania doświadczenia,
- taśmę mierniczą,
- kartkę papieru formatu A4.

Wyznacz współczynnik załamania światła badanego płynu do mycia naczyń. W rozwiązaniu podaj markę użytego płynu.