

LXXIV OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

CZEŚĆ II

Rozwiązania zadań drugiej części I stopnia należy przysyłać do właściwego ze względu na adres szkoły **Okręgowego Komitetu Olimpiady Fizycznej** w terminie do 15 listopada b.r. Zadania należy przysyłać w formie papierowej lub w formie elektronicznej poprzez platformę internetową. 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 milimetrowym. 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.

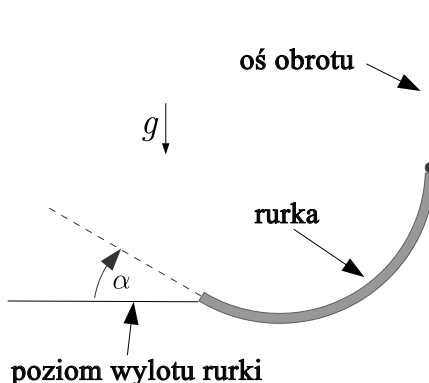
ZADANIA CZĘŚCI II (termin wysyłania rozwiązań — 15 listopada 2024 r.)

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

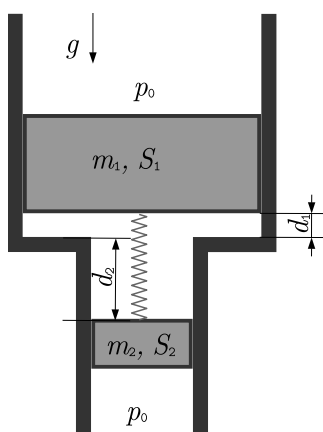


Sztywna rurka o promieniu wewnętrznym r została wygięta w kształt łuku okręgu o promieniu R , umieszczonego w płaszczyźnie pionowej. Górny koniec rurki jest skierowany pionowo, a dolny (wylot) jest skierowany do góry pod kątem α w stosunku do poziomu ($0 < \alpha < \pi/2$). Rurka obraca się ze stałą prędkością kątową ω wokół osi pionowej przechodzącej przez górny koniec rurki (stałość prędkości kątowej jest wymuszana przez nieprzedstawiony na rysunku silnik). Do rurki włożono od góry kulkę o masie m i o promieniu nieco mniejszym od r . Wyznacz:

- maksymalną wysokość (mierzoną od dolnego końca rurki), jaką osiągnie kulka po wylocie z rurki,
- pracę jaką wykonał silnik obracający rurkę w czasie przelotu przez nią kulki.

Przyjmij, że $r \ll R$ oraz, że między kulką a rurką nie występuje tarcie, a opór powietrza można pominąć. Przyspieszenie grawitacyjne wynosi g .

Zadanie T2

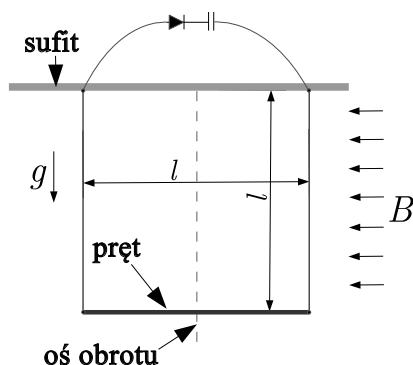


Wewnątrz dwóch połączonych ze sobą, pionowych cylindrów znajdują się idealnie dopasowane (szczelne) i mogące przesuwac się bez tarcia tłoki o masach m_1 (górny tłok) oraz m_2 (dolny tłok) oraz polach przekroju odpowiednio S_1 i S_2 . Tłoki są połączone nieważką sprężyną o stałej sprężystości k , której długość w stanie początkowym jest równa l . Ciśnienie powietrza na zewnątrz tłoków jest stale równe p_0 , a początkowe ciśnienie powietrza w obszarze między tłokami wynosi p . Początkowa temperatura na zewnątrz i pomiędzy tłokami jest taka sama i wynosi T_0 . Tłoki i wewnętrzne ścianki cylindrów są pokryte doskonale izolującą cieplną warstwą. W stanie początkowym odległości tłoków od łączenia cylindrów wynoszą odpowiednio d_1 i d_2 ($d_1 + d_2 = l$), a układ jest w równowadze.

Do gazu między tłokami dostarczono powoli ciepło Q . Wyznacz o ile zostanie przesunięty względem położenia początkowego górny tłok i jaka będzie temperatura powietrza T między tłokami. Molowe ciepło właściwe (przy stałej objętości) powietrza jest równe C_V . Przyspieszenie grawitacyjne wynosi g . Pomiń pojemność cieplną i objętość sprężyny. Przyjmij, że powietrze jest gazem doskonałym.

Zakładamy, że parametry są takie, że tłoki nie wysuną się ze swoich cylindrów.

Zadanie T3



Cienki, sztywny metalowy pręt o długości l i masie m zawieszono za końce na dwóch cienkich, nieważkich i nierozciągliwych drutach o długości l każdy. Drugi koniec każdego z drutów jest przymocowany do poziomego sufitu, a punkty zamocowania są również w odległości l od siebie – w stanie równowagi druty i pręt tworzą trzy boki kwadratu, przy czym dwa boki są pionowe,

a jeden poziomy – patrz rysunek. Punkty zawieszenia są połączone ze sobą elektrycznie poprzez kondensator z dołączoną do niego szeregowo idealną diodą.

Układ znajduje się w stałym, jednorodnym, poziomym polu magnetycznym o indukcji B , przy czym pole magnetyczne jest równoległe do poziomego pręta, gdy jest on w stanie równowagi. Pręt obrócono wokół osi pionowej przechodzącej przez jego środek o mały kąt α_0 , a następnie swobodnie puszczono. Wyznacz napięcie, do jakiego naładuje się kondensator.

Pomiń pole magnetyczne wytwarzane przez płynący prąd oraz straty energii. Energia, jaka zostanie zgromadzona w kondensatorze, jest znacznie mniejsza od energii drgań mechanicznych układu. Przyspieszenie ziemskie wynosi g .

Uwzględnij, że dla $x \ll 1$ zachodzi $\cos x \approx 1 - x^2/2$, $\sin x \approx x$.

Zadanie T4 - numeryczne

Sonda krążąca wokół Słońca po orbicie pokrywającej się z orbitą Ziemi jest wyposażona w żagiel słoneczny, który można traktować jako płaskie lustro odbijające promienie słoneczne. Płaszczyzna żagla jest ustawiona pod kątem α w stosunku do osi sonda–Słońce, tak, by odbite światło hamowało ruch orbitalny sondy. Wyznacz numerycznie tor sondy (zrób wykres) w ciągu 10 lat od rozłożenia żagla oraz minimalną odległość sondy od Słońca w przedstawionych poniżej przypadkach: $\alpha = 30^\circ$, $\alpha = 45^\circ$, $\alpha = 60^\circ$. Pomiń oddziaływanie grawitacyjne sondy ze wszystkimi obiektami prócz Słońca.

Przyjmij, że Ziemia krąży wokół Słońca po okręgu o promieniu $R = 1,50 \cdot 10^{11}$ m z prędkością $v = 3 \cdot 10^4$ m/s, stała słoneczna (energia promieniowania padająca na jednostkową powierzchnię) w odległości R od środka Słońca wynosi 1400 W/m², a masa sondy (z uwzględnieniem żagla) na jednostkę powierzchni żagla wynosi $0,1$ kg/m². Uwzględnij, że pęd fotonu jest równy jego energii podzielonej przez prędkość światła $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Jeśli w którymś przypadku okaże się, że sonda dotrze do powierzchni Słońca, wyznacz tor sondy tylko do momentu osiągnięcia tej powierzchni. Promień Słońca $R_s = 0,00465R$.

Uwaga:

Rozwiązanie powinno zawierać:

- (i) wzory używane w rozwiązaniu wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem;
- (ii) opis zastosowanego algorytmu;
- (iii) opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania wraz z sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników;
- (iv) wykresy oraz wartości liczbowe, o których mowa w treści zadania
- (v) jakościowe omówienie otrzymanych wyników.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub gotowych programów wyznaczających poszukiwany czas po podaniu toru.

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:

- 5 baterii o nominalnym napięciu 3 V
- 10 jednakowych czerwonych diod elektroluminescencyjnych (LED),
- opornik o oporze ok. 100 Ω ,
- 2 woltomierze,
- 10 przewodów pomiarowych zakończonych zaciskami (krokodylkami).

Wyznacz charakterystykę prądowo-napięciową diody elektroluminescencyjnej (w możliwie szerokim zakresie; co najmniej 10 różnych punktów pomiarowych rozłożonych możliwie równomiernie w skali napięcia).

Zależność natężenia prądu I płynącego przez diodę od przyłożonego do niej napięcia U dla odpowiednio małych napięć może być opisana równaniem Shockleya:

$$I = I_S(e^{U/U_0} - 1),$$

gdzie e to podstawa logarytmu naturalnego, I_S oraz U_0 to stałe charakterystyczne dla konkretnej diody. Korzystając ze zmierzonej charakterystyki diody wyznacz parametr U_0 .

Wskazówka: Aby wyznaczyć parametr U_0 wykreśl zależność logarytmu natężenia prądu od napięcia i dopasuj do tej zależności prostą.

Zadanie D2

Masz do dyspozycji:

- komputer z ciekłokrystalicznym ekranem emitującym światło spolaryzowane liniowo,
- program graficzny, który pozwala na wyświetlanie prostych kształtów,
- szklaną gładką szybę,
- taśmę mierniczą.

1. Wyznacz kąt między kierunkiem polaryzacji światła a dłuższą krawędzią monitora.
2. Wyznacz współczynnik załamania światła szkła, z którego została wykonana szybka.

Uwaga 1: Nie wszystkie wyświetlacze emitują światło spolaryzowane liniowo. Polaryzację możesz sprawdzić przy pomocy okularów polaryzacyjnych.

Uwaga 2: W rozwiązaniu podaj model monitora.

Wskazówka: Światło spolaryzowane liniowo to światło, którego wektor pola elektrycznego drga wzdłuż wybranego kierunku (wybranej osi), zwanego kierunkiem polaryzacji (zwanej osią polaryzacji).

Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- sztywną rurę o regulowanej długości (np. rurę od odkurzacza),
- taśmę mierniczą,
- smartfon z aplikacją umożliwiającą generację dźwięku o regulowanej częstotliwości (np. phyphox albo Physics Toolbox Suite)
- głośnik, który można podłączyć do smartfonu.

Wyznacz prędkość dźwięku w powietrzu.