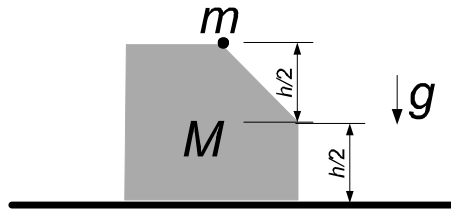


ZADANIA TEORETYCZNE

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

Zadanie T1



Rys. 1.

Rozważmy klocek (patrz Rys. 1) o masie M , którego jedna część jest ścięta pod kątem 45° do poziomu. Wysokość klocka wynosi h , a ścięta część kończy się na wysokości $h/2$. Klocek może ślizgać się bez tarcia po poziomym stole.

Na klocku położono małe ciało o masie m (patrz Rys. 1), które zaczęło się ześlizgiwać bez tarcia po klocku.

Rozważając dwa przypadki:

a) $M \gg m$;

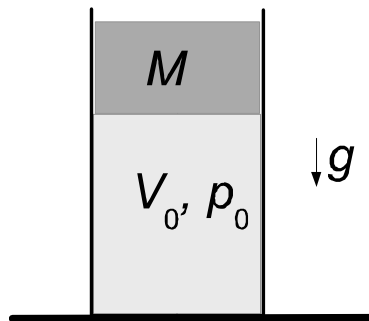
b) $M \ll m$;

wyznacz odległość d między klockiem a ciałem w chwili, gdy ciało uderzy w stół.

W którym z tych przypadków szukana odległość jest większa?

Przyspieszenie ziemskie wynosi g .

Zadanie T2



Rys. 2.

Cylinder z tłokiem o masie M i powierzchni S jest ustawiony pionowo w polu grawitacyjnym o natężeniu g (patrz Rys. 2). Cylinder jest wypełniony jednoatomowym gazem doskonałym, początkowo o temperaturze T_0 i objętości V_0 . Gaz jest izolowany termicznie od otoczenia. Między ściankami cylindra a tłokiem nie występuje tarcie, a na zewnątrz cylindra jest próżnia. Na tłoku postawiono ciężarek o masie m . Wyznacz temperaturę T_k gazu po ustaleniu się stanu równowagi. Pomiń pojemność cieplną cylindra i tłoka.

Zadanie T3

Elektryczna „czarna skrzynka” z dwoma wyprowadzeniami została dołączona do źródła napięcia 5 V. Po tym dołączeniu natężenie płynącego prądu zmieniało się w czasie. Przez pierwsze kilka mikrosekund wynosiło około 1 A, po upływie 1 ms było bliskie 0,5 A przez kolejne kilka milisekund. Po 1 s przez skrzynkę płynął prąd o natężeniu około 2 A, które prawie nie zmieniało się przez dowolnie długi czas. Zaprojektuj wnętrze tej czarnej skrzynki, wykorzystując tylko oporniki, cewki i kondensatory – w sumie nie więcej niż 6 elementów. Podaj parametry (oporność, indukcyjność lub pojemność) użytych elementów.

Zadanie T4 – numeryczne

Rozważ małą kulkę o masie $m = 0,1$ kg zawieszoną na nici o długości $l = 1$ m. Oprócz siły ciężkości na kulkę działa siła oporu proporcjonalna do kwadratu prędkości: $F_{\text{oporu}} = b \cdot v^2$. W chwili $t = 0$ nitka jest odchylona od pionu o kąt 90° .

Wyznacz numerycznie zależność od czasu kąta, o jaki nić odchyła się od pionu, w przedziale czasu od 0 do 100 s i wykonaj odpowiedni wykres dla stałych b równych 0 kg/m, 0,0025 kg/m oraz 0,01 kg/m.

Dla każdego z wykresów podaj czas, po którym amplituda drgań spadnie do połowy oraz czas, po którym spadnie do jednej czwartej początkowej wartości.

Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi $g = 9,81$ m/s².

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 ze sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników;
- (iv) wykresy ruchu kulki dla każdej z podanych wartości b ;
- (v) czasy, o których mowa w poleceniu;
- (vi) jakościowe omówienie otrzymanych wyników.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub programów wyznaczających tor lub ruch automatycznie po podaniu wzoru na siłę.

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