

Zadania z Fizyki I BC: Seria V

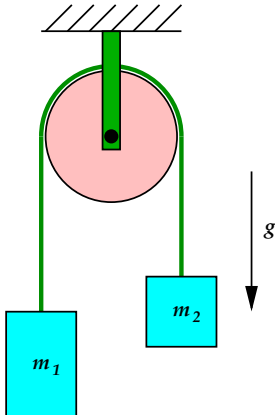
Więzy, tarcie, siły pozorne, ruch w polu elektrycznym i magnetycznym

Zadanie 1.

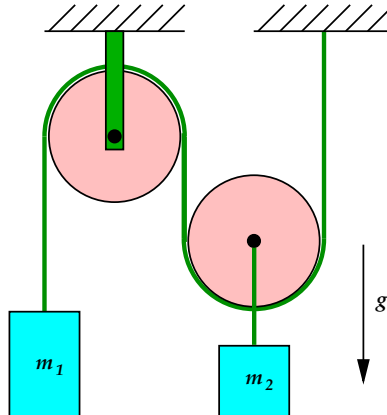
Dwa odważniki o masach m_1 oraz m_2 połączono nieważką, nierozciągliwą liną i przewieszono przez bloczek o promieniu R , który przymocowano do sufitu (układ przedstawiono na rysunku). Z jakim przyśpieszeniem będzie poruszać się odważnik o masie m_1 , jeśli:

- bloczek jest nieważki,
- moment bezwładności bloczka względem jego osi obrotu wynosi I .

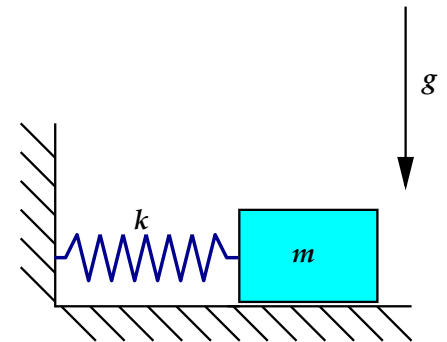
Układ znajduje się w jednorodnym polu grawitacyjnym.



Rysunek do Zadania 1.



Rysunek do Zadania 2.



Rysunek do Zadania 7.

Zadanie 2.

Odważnik o masie m_1 przymocowano do nieważkiej, nierozciągliwej liny, którą przewieszono przez bloczek przyczepiony do sufitu. Na linę nawleczono następnie drugi bloczek z uwiązaniem do jego osi odważnikiem o masie m_2 . Koniec liny zaczepiono pod sufitem (układ przedstawiono na rysunku). Z jakim przyśpieszeniem będzie poruszać się odważnik o masie m_1 , jeśli bloczki są nieważkie? Układ znajduje się w jednorodnym polu grawitacyjnym.

Zadanie 3.

Odważnik o masie M przymocowano do nieważkiej, nierozciągliwej liny, którą przewieszono przez bloczek przyczepiony do sufitu. Za swobodny koniec liny chwyciła małpa o masie m i wspina się. Jakim ruchem względem liny przemieszcza się małpa, skoro jej odległość od sufitu się nie zmienia? Obliczyć parametry tego ruchu. Bloczek jest nieważki, a układ znajduje się w jednorodnym polu grawitacyjnym.

Zadanie 4.

Płyta gramofonowa o promieniu R kręci się z prędkością kątową ω względem układu inercyjnego. Ze środka płyty wyrusza biedronka o masie m . Ile powinien wynosić współczynnik tarcia między biedronką a płytą, aby owad mógł osiągnąć krawędź płyty, poruszając się cały czas ruchem jednostajnym prostoliniowym z prędkością v' względem płyty? Rozwiązać korzystając z wzorów na siły pozorne. Porównać odpowiedź z wynikami Zadania 7. z Serii II. Czy zwiększenie masy biedronki pozwoliłoby jej na taki sam spacer po szybciej wirującej płycie? Jednorodne pole grawitacyjne jest prostopadłe do powierzchni płyty.

Zadanie 5.

Na przesuwanej po stole desce kładziona jest w chwili $t_0 = 0$ cegła, która początkowo spoczywa w inercyjnym układzie związanym ze stołem. Współczynnik tarcia między deską a cegłą wynosi μ . W układzie związanym z deską oraz w układzie związanym ze stołem podać równania ruchu cegły oraz naszkicować zależność jej prędkości od czasu. Rozpatrzyć następujące przypadki:

- deska porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym z prędkością v_D ,
- deska porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym: $v_D = at$,
- deska porusza się ruchem przyspieszonym prostoliniowym: $v_D = bt^2$,

gdzie a i b są pewnymi stałymi. Jednorodne pole grawitacyjne jest prostopadłe do powierzchni deski.

Zadanie 6.

Równia pochyła o kącie nachylenia α oraz o masie M może bez tarcia przesuwac się po stole. Na równię położono ciężarek o masie m . Obliczyć przyspieszenie równi oraz przyspieszenie ciężarka w inercjalnym układzie związanym ze stołem, a także przyspieszenie ciężarka w układzie związanym z równią. Rozpatrzeć dwa przypadki:

- ciężarek zsuwa się po równi bez tarcia,
- ciężarek zsuwa się po równi z tarciem, a współczynnik tarcia wynosi μ .

Czy ciężarek może oderwać się od powierzchni równi? Jednorodne pole grawitacyjne jest prostopadłe do powierzchni stołu.

Zadanie 7.

Ciężarek o masie m jest przyczepiony do poziomej, przytwierdzonej do ściany sprężyny o współczynniku sprężystości k (schemat na rysunku). Współczynnik tarcia między ciężarkiem a podłożem wynosi μ . Podać równanie ruchu ciężarka, jeśli początkowo spoczywał, a długość sprężyny była o $L = \frac{5}{2}\mu mg/k$ większa od jej długości swobodnej. Jednorodne pole grawitacyjne jest prostopadłe do podłoża.

Wskazówka: Otrzymane równanie różniczkowe można sprowadzić do równania oscylatora harmonicznego za pomocą podstawienia $u = x - \mu mg/k$.

Zadanie 8.

Linę, na której wisi odważnik o ciężarze F_C , przerzucono przez nieruchomy, poziomy walec. Lina dotyka walca na łuku o mierze katowej α . Z jaką najmniejszą siłą F_R należy trzymać wolny koniec liny, aby odważnik nie opadł? Współczynnik tarcia między liną a walcem wynosi μ .

Wskazówka: Ułożyć równanie różniczkowe rozpatrując zmiany siły F_R przy małych zmianach kąta α ; przyczynek do siły nacisku liny na walec można uzyskać z bilansu sił.

Zadanie 9.

Początkowo spoczywającą cząstkę o dodatnim ładunku Q i masie m przyspieszono za pomocą akceleratora o długości L . W akceleratorze wytwarzane jest jednorodne pole elektryczne E . Tuż za akceleratorem cząstka wleciała w obszar jednorodnego pola magnetycznego B . W jakiej odległości D od końca akceleratora cząstka uderzy w ekran? Kąt między osią akceleratora a płaszczyzną ekranu wynosi α . W wybranym układzie współrzędnych wektory pól są wyrażone następująco: $\vec{E} = E(\cos \alpha \hat{e}_x + \sin \alpha \hat{e}_y)$ i $\vec{B} = B\hat{e}_z$, równanie ekranu ma postać $y = 0$, a cząstka opuszczając akcelerator przelatuje przez początek układu współrzędnych.

Zadanie 10.

Cząstka o ładunku Q i masie m , mając początkową prędkość $\vec{v}_0 = v_{0x}\hat{e}_x + v_{0y}\hat{e}_y$, wlatuje w obszar równoległych, jednorodnych pól: elektrycznego $\vec{E} = E\hat{e}_y$ i magnetycznego $\vec{B} = B\hat{e}_y$. Wynikające z drugiej zasady dynamiki Newtona równania na współrzędne położenia cząstki x i z rozwiązać po sprowadzeniu do jednego równania na zmienną zespoloną $f = \dot{x} + i\dot{z}$. Podać równanie ruchu cząstki zakładając, że w chwili początkowej przelatowała przez początek układu współrzędnych. Jaki warunek musi być spełniony, aby cząstka dotarła do ekranu, którego równanie ma postać $x = L$? Jaki obraz utworzą na ekranie cząstki o różnych wartościach v_{0x} , jeśli założyć, że odległość L jest mała w porównaniu z promieniem toru w płaszczyźnie XZ , tzn. $L \ll |v_{0x}m/(QB)|$?

Wskazówka: Obraz można znaleźć jako zależność $y(z)$ po zastosowaniu następujących przybliżeń dla $x(t)$ i $z(t)$: jeśli $\sin \alpha \ll 1$, to $\sin \alpha \approx \alpha$ oraz $\cos \alpha \approx 1 - \alpha^2/2$.

Zadanie 11.

Cząstka o ładunku Q i masie m znajduje się w obszarze prostopadłych, jednorodnych pól: elektrycznego $\vec{E} = E\hat{e}_z$ i magnetycznego $\vec{B} = B\hat{e}_y$. Wynikające z drugiej zasady dynamiki Newtona równania na współrzędne położenia cząstki x i z rozwiązać po sprowadzeniu do jednego równania na zmienną zespoloną $f = \dot{x} + i\dot{z}$. Podać równanie ruchu cząstki zakładając, że w chwili początkowej wyruszała ona z początku układu współrzędnych z prędkością początkową $\vec{v}_0 = v_{0x}\hat{e}_x + v_{0y}\hat{e}_y$. Jakie warunki muszą być spełnione, aby torem cząstki była zwykła cykloida? Jakie warunki muszą być spełnione, aby cząstka poruszała się ruchem jednostajnym prostoliniowym? Jaka będzie wtedy jej prędkość?