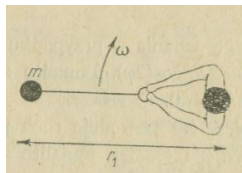


Lista 5: Praca, energia kinetyczna, energia potencjalna, zderzenia.

- Zadanie 1. Deska o masie m i długości l leży na granicy zetknięcia dwóch stołów. W chwili początkowej znajduje się ona w całości na stole pierwszym. Jaką minimalną pracę należy wykonać, aby przesunąć ją ze stołu pierwszego na drugi, jeżeli współczynniki tarcia pomiędzy deską a stołem wynoszą f_1 i f_2 , odpowiednio dla pierwszego i drugiego stołu?
- Zadanie 2. Obliczyć pracę wykonaną przez siłę $\vec{F} = a[y^2, -x^2]$ [N], przy przesuwaniu cząstki o masie m z punktu $A(0, 1)$ do punktu $B(1, 0)$. Zakładamy, że torem ruchu cząstki jest (a) linia prosta $y = 1 - x$; (b) linia składająca się odcinków $\overline{AC}$ i $\overline{CB}$, przy czym odcinek $\overline{AC}$ należy do prostej $x = 0$ i jego końcami są odpowiednio punkty $(0, 1)$ i $(0, 0)$, natomiast odcinek $\overline{CB}$ należy do prostej $y = 0$ i jego końcami są odpowiednio punkty $(0, 0)$ i $(1, 0)$. Porównaj oba rezultaty.
- Zadanie 3. Czy siła (a) $\vec{F} = (x + z)\vec{i} + (x + y)\vec{j} + (y + z)\vec{k}$; (b) $\vec{F} = (-kx)\vec{i} + (-ky)\vec{j} + (-kz)\vec{k}$ jest zachowawcza? Jeżeli, tak wyznacz odpowiadającą jej energię potencjalną.
- Zadanie 4. Na cząstkę o masie $m = 0,1$ kg, poruszającą się wzdłuż osi OX, działa tylko jedna siła, która jest siłą zachowawczą. Energia potencjalna związana z działaniem tej siły określona jest wyrażeniem $E_p = kx^2/2$, gdzie $k = 2$ N/m to współczynnik sprężystości, a x - współrzędna położenia wyrażona w metrach. W punkcie o współrzędnej $x = 0,5$ m cząstka posiada energię kinetyczną równą $E_k = 1,75$ J. (a) Oblicz energię mechaniczną tej cząstki. (b) Sporządź wykres $E_p(x)$ dla $-2 < x < 2$ i zaznacz energię mechaniczną układu. (c) Na podstawie tego wykresu wyznacz punkty zwrotne oraz największą wartość energii kinetycznej. (d) Wyznacz zależność siły działającej na cząstkę od współrzędnej. (e) Wyznacz punkt równowagi i sprawdź, czy jest ona trwała czy chwiejna.
- Zadanie 5. Z wierzchołka idealnie gładkiej kuli ześlizguje się ciało o masie $m = 100$ g. Na jakiej wysokości ciało oderwie się od kuli? Promień kuli wynosi $r = 90$ cm.
- Zadanie 6. Zakładamy że planeta porusza się po elipsie wokół nieruchomego Słońca. Największa odległość planety od Słońca wynosi R_1 a najmniejsza R_2 . Oblicz moment pędu planety? Masę planety - m_p , masę Słońca - M_S i stałą grawitacji - G przyjmując za dane.
- Zadanie 7. Oblicz pracę jaką musi wykonać miotacz młotem (rysunek poniżej), jeżeli po nabraniu prędkości kątowej ω , pragnie ściągnąć do siebie młot z odległości r_1 na odległość r_2 (mierząc) od osi obrotu? Jak zależy energia potencjalna w tym polu sił od odległości od centrum siły, tzn. od odległości osi obrotu? Zakładamy, że cała masa młota m skupiona jest w kuli znajdującej się na jego końcu.



- Zadanie 8. Ołówek o długości l i masie m ustawiono pionowo na stole. Na skutek lekkiego wstrząśnięcia stołu ołówek przewraca się. Obliczyć: prędkość kątową, prędkość środka masy ołówka, prędkość końca ołówka oraz jego energię kinetyczną w chwili uderzenia o stół. Przyjąć, że dolny koniec ołówka nie przemieszcza się.
- Zadanie 9. Na poziomym, gładkim stole leży nieruchomo ciało o masie $M = 10$ kg, przymocowane sprężyną do ściany. W ciało wbija się pocisk o masie $m = 10$ g, lecący poziomo z prędkością $v = 500$ m/s. Po zderzeniu ciało wraz z pociskiem wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie $A = 5$ cm. Pomiń wszelkie opory ruchu. (a) Wyznacz częstotliwość drgań. (b) Oblicz maksymalną energię kinetyczną układu.

Zadanie 10. Cząstka o masie m_1 i prędkości v_1 porusza się po poziomej powierzchni i zderza się doskonale sprężyście z nieruchomą cząstką o masie $m_2 = 2m_1$ również znajdującą się na poziomej powierzchni. Po zderzeniu cząstka o masie m_2 porusza się pod kątem α względem pierwotnego kierunku ruchu cząstki o masie m_1 . (a) Oblicz kąt, względem pierwotnego kierunku ruchu, pod którym porusza się cząstka o masie m_1 . (b) Oblicz końcowe prędkości u_1 i u_2 cząstek.

Zadania do samodzielnego rozwiązania

- Z.1 Na podłodze leży łańcuch o masie m_o i długości l_o . Jeden z jego końców podnosimy do góry dopóki łańcuch nie oderwie się od podłogi. Wyznaczyć minimalną wartość pracy jaką należy wykonać, aby podnieść łańcuch z podłogi w polu grawitacyjnym Ziemi w przypadku, gdy łańcuch jest niejednorodny i jego masa m zależy od odległości od jednego z końców i jest wyrażona się zależnością $m(x) = m_o \left(\frac{x}{l_o}\right)^2$.
- Z.2 Z piwnicy o powierzchni podłogą S należy wypompować wodę, której poziom znajduje się na wysokości h nad podłogą. Wysokość piwnicy - H . Jaką pracę należy przy tym wykonać? Gęstość wody wynosi ρ_w .
- Z.3 Czy siła $\vec{F} = -G \frac{Mm}{x^2} \vec{i}$ jest zachowawcza? Jeżeli, tak wyznacz odpowiadającą jej energię potencjalną.
- Z.4 W pewnym obszarze przestrzeni energia potencjalna cząstki ma postać $E_{pot}(x, y, z) = Ax^2y^2z$. Oblicz siłę działającą na tę cząstkę.
- Z.5 Energia potencjalna dwóch atomów w cząsteczce dwuatomowej ma w przybliżeniu postać $E_{pot} = \frac{a}{r^{12}} - \frac{b}{r^6}$, przy czym r jest odległością między atomami (można ustalić położenie jednego z atomów; wtedy jest to energia potencjalna drugiego atomu w polu sił pochodzących od pierwszego). (a) Znajdź siłę $F(r)$ działającą na jeden z atomów. Naskicuj $U(r)$ i $F(r)$. (b) Oblicz wartość r_o odpowiadającą położeniu równowagi układu. Czy jest to równowaga trwała? (c) Załóżmy, że atomy znajdują się w odległości r_o od siebie (cząsteczka jest w równowadze). Jaką energię trzeba dostarczyć cząsteczce, aby ją zdysocjować (tzn. rozdzielić atomy na nieskończoną odległość)? Wartość ta nazywana jest *energią dysocjacji cząsteczki*. (d) Dla cząsteczki CO, stan równowagi odpowiada odległości $r_o = 1,13 \cdot 10^{-10}$ m, a energia dysocjacji wynosi $E_d = 1,54 \cdot 10^{-18}$ J na cząsteczkę. Oblicz wartości stałych a i b dla cząsteczki CO.
- Z.6 Sanki o masie $m = 10$ kg zsuwają się z równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 15^\circ$ i wysokości $h = 10$ m. Współczynnik tarcia kinetycznego wynosi $f = 0,1$. Oblicz pracę siły tarcia do momentu osiągnięcia przez sanki podstawy stoku. Ile wynosi energia kinetyczna sanek w tym punkcie?
- Z.7 Zbudowano pętlę śmierci o promieniu r . Oblicz jaką musi być wysokość początkowa zjeżdźalni dla wózków, aby nie odpadły od toru w najwyższym punkcie pętli.
- Z.8 W pobliżu Słońca w odległości $r_{min} = 40$ mln km przeleciała kometa z prędkością $v_o = 100$ km/s. Czy kiedykolwiek wróci ona w okolicę Słońca?
- Z.9 Neutron o energii kinetycznej E_k zderza się sprężyście z jądrem atomu o masie M . Zakładamy że przed zderzeniem atom był nieruchomy. Oblicz energię rozproszonego neutronu i atomu w zależności od kąta rozproszenia atomu.
- Z.10 Na jaką wysokość liczoną od położenia równowagi wzniesie się wahadło balistyczne o masie $M=100$ kg, gdy utkwi w nim pocisk o masie $m=0,1$ kg lecący poziomo z prędkością $v=450$ m/s?