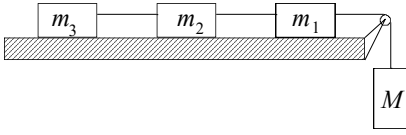
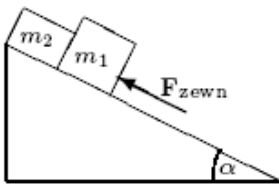


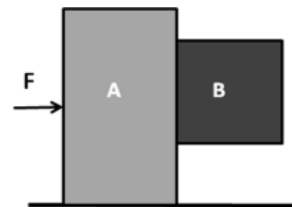
# Ćwiczenia rachunkowe z fizyki

## Lista 3

### Zasady dynamiki Newtona

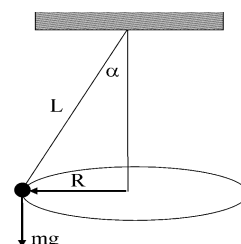
- Samolot o ciężarze  $Q=231\text{kN}$  startujący z lotniskowca wznosi się po osiągnięciu prędkości  $85\text{m/s}$ . Ile to jest  $\text{km/h}$ ? Silnik samolotu wytwarza siłę ciągu  $F_1=107\text{kN}$  na lotniskowcu o długości  $90\text{ m}$ . Z jaką minimalną stałą siłą powinna działać wyrzutnia lotniskowca, aby samolot wniósł się?
- Na dynamometrze zawieszono odważnik o masie  $m = 2\text{kg}$ . Podczas opuszczania dynamometru w dół wskazał on siłę o  $\Delta T_1 = 19.82\text{N}$  mniejszą niż w spoczynku, natomiast podczas podnoszenia siłę o  $\Delta T_2 = 19.82\text{N}$  odpowiednio większą. Z jakim przyspieszeniem poruszał się dynamometr w górę i w dół?
- Człowiek o masie  $m = 50\text{kg}$  wspina się po pionowej linii z przyspieszeniem równym  $a=0,2\text{ m/s}^2$ . Oblicz napięcie liny. Masę liny zaniedbać, a przyspieszenie ziemskie przyjmując  $g=9,8\text{ m/s}^2$ .
- Balon o masie  $M$  opada w dół z prędkością  $v$ . Jaką masę balastu należy z niego wyrzucić, aby zaczął się on wznosić z taką samą prędkością? Na balon działa siła wyporu powietrza  $W$ . Wskazówka: na balon działa siła ciężkości, siła wyporu powietrza i siła oporu ośrodka proporcjonalna do prędkości.
- Na stole przymocowano jedna za drugą masy  $m_1, m_2$  i  $m_3$ .  
Znaleźć:  
a) przyspieszenie  $a$  układu, b) naprężenia wszystkich nici.  
Tarcie mas o płaszczyznę stołu i tarcie w bloczku pominąć.
- Wiadomo, że przy wciąganiu ciała o masie  $m$  ruchem jednostajnym po chropowatej równi pochyłej o kącie nachylenia  $\alpha$  należy przyłożyć daną stałą siłę  $F_0$ . Z jakim przyspieszeniem będzie się zsuwało ciało puszczone swobodnie w dół tej równi?
- Na wierzchołku równi pochyłej o kącie  $\alpha = 30^\circ$  utrzymywane są w spoczynku przez siłę zewnętrzną  $F_z$  dwa stykające się ze sobą bloczki o masach  $m_1 = 70\text{ kg}$  i  $m_2 = 50\text{ kg}$  (patrz rysunek). Współczynniki tarcia wynoszą odpowiednio  $f_1 = 0,1$  i  $f_2 = 0,4$ . Wyznaczyć: minimalną i maksymalną wartość  $F_z$ , przy której klocki spoczywają; (b) przyspieszenia obu klocków, gdy usuniemy siłę zewnętrzną; (c) odległość między klockami po czasie  $t = 5\text{ s}$ ; (d) ich przyspieszenia w przypadku, gdy zamienimy je miejscami i usuniemy siłę zewnętrzną.
- Na końcach nieważkiej nici, przerzuconej przez nieważki blok, zawieszono ciężarki o masach  $M$  i  $m$ , przy czym  $M > m$ . Lżejszy z nich znajduje się o  $l$  [m] niżej od cięższego. Wszelkie opory ruchu pomijamy. Po jakim czasie ciężarki znajdą na tej samej wysokości jeśli puścimy je swobodnie?
- Na gładkim stole położono dwa ciężarki o masach  $m_1 = 250\text{ g}$  i  $m_2 = 500\text{ g}$  połączone gumką. W pewnej chwili ciężarki te rozsunęto, napinając gumkę, a następnie puszczone. Lżejszy z nich zaczął poruszać się z przyspieszeniem o wartości  $a_1 = 0,2\text{ m/s}^2$ . Z jakim przyspieszeniem poruszał się drugi ciężarek?

10. Jaką minimalną siłą należy działać na ciało A o masie  $M_A$  (patrz rysunek), aby ciało B o masie  $M_B$  nie poruszało się względem niego, jeśli: a) współczynnik tarcia między A i B wynosi  $f_{AB}$ , gdy A porusza się po idealnie gładkiej powierzchni? b) współczynnik tarcia między A i B wynosi  $f_{AB}$ , a między A i poziomą powierzchnią wynosi  $f$ ? Obliczenia wykonać dla  $f_{AB} = 0,6$ ,  $f = 0,4$ ,  $M_A = 20$  kg i  $M_B = 2$  kg.



11. Droga ma łagodny płaski zakręt o promieniu  $R = 100$  m. Jakie powinno być ograniczenie prędkości na tym zakręcie (wyrażone w km/h) jeśli w niesprzyjających warunkach współczynnik tarcia  $\mu = 0,2$ ?
12. Samochód porusza się po łuku drogi o promieniu  $R$ . Powierzchnia drogi jest nachylona pod kątem  $\alpha$  względem poziomu w kierunku do wnętrza zakrętu. Współczynnik tarcia wynosi  $f$ . Pokazać, że maksymalna prędkość, przy której samochód nie wypadnie z zakrętu na skutek poślizgu spełnia równość  $(v_{\max})^2 = Rg(f + \tan \alpha) / (1 - f \tan \alpha)$ .
13. Wyznaczyć nacisk ciała pilota o masie  $M$  na fotel samolotu wykonującą pętlę o promieniu  $R = 6$  km leżącą w płaszczyźnie pionowej, gdy samolot jest: a) w najniższym punkcie okręgu (fotel jest pod ciałem pilota) a prędkość samolotu wynosi 280 m/s; b) w najwyższym punkcie pętli (fotel jest nad pilotem) a prędkość samolotu wynosi 120 m/s. Obliczenia wykonać dla  $M = 62$  kg. W jakim punkcie pętli i przy jakich wartościach podanych parametrów pilot przez chwilę znajdzie się w stanie nieważkości?

14. Wahadło matematyczne można wprawić w ruch po okręgu (patrz rysunek), otrzymujemy wówczas wahadło stożkowe. Załóżmy, że wychylenie takiego wahadła wynosi  $\alpha$ . Oblicz okres obiegu takiego wahadła.



### Zadania ciekawsze

15. Cząstka o masie  $m = 3$  kg porusza się pod wpływem siły zależnej od czasu  $\vec{F} = (15t, 3t-12, -6t^2)$  (czas w sekundach). Przyjmując warunki początkowe  $\vec{r}_0 = (5, 2, -3)$  m oraz  $\vec{v}_0 = (2, 0, 1)$  m/s, znajdź położenie i prędkość cząstki w funkcji czasu. Co oznacza, że mechanika klasyczna jest w pełni deterministyczna?
16. Punkt materialny o masie  $m$  znajduje się na zboczu w kształcie paraboli o równaniu  $y = ax^2$ , gdzie  $a > 0$ . Współczynnik tarcia jest równy  $f$ . Znajdź maksymalną wysokość na której ciało będzie pozostawać w spoczynku.
17. Na ciało o masie  $m$  działa siła hamująca proporcjonalna do prędkości:  $F = -bv$ ,  $b$  jest stałą dodatnią. Znajdź prędkość i przebytą drogę w funkcji czasu oraz drogę pokonaną do chwili zatrzymania się ciała. Prędkość początkowa ciała wynosi  $v_0$ , przyjmij też, że  $s(0) = 0$ .
18. Na ciało o masie  $m$  działa siła hamująca proporcjonalna do kwadratu prędkości  $F = -kv^2$ ,  $k$  jest stałą dodatnią. Znajdź prędkość i przebytą drogę w funkcji czasu oraz drogę pokonaną do chwili gdy prędkość ciała zmaleje do połowy. Prędkość początkowa ciała wynosi  $v_0$ , przyjmij też, że  $s(0) = 0$ .