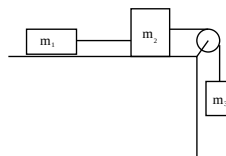


Dynamika punktu materialnego

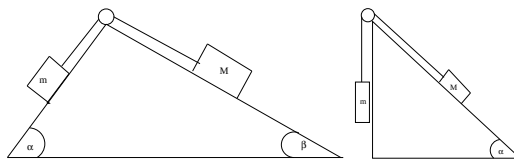
1. O czasie $t_1=14.0$ s samochód o masie $m=1200$ kg był w punkcie $\vec{r}_1=[100,0,25]$ m i miał pęd $\vec{p}_1=[6000,0,-3600]$ kg·m/s. Jaka była pozycja samochodu w czasie $t_2=14.5$ s?
2. Kierowca prowadzi samochód (o masie $m=1000$ kg) z prędkością $\vec{v}_0=[25,15,0]$ m/s. Nagle wykonał manewr skrętu i hamowania w wyniku czego jego prędkość zmalała do $\vec{v}_1=[10,18,0]$ m/s.
 - a) Jaki był wektor zmiany pędu podczas trwania manewru?
 - b) Jeżeli manewr trwał 3 sekundy, jaka była wtedy średnia siła działająca na samochód?
3. Na ciało o masie $m = 500$ g działa siła $F = 10$ N przez czas $t = 4$ s. Jakim ruchem porusza się ciało podczas działania siły? Jaka będzie prędkość końcowa v ciała? Ile wynosi droga s przebyta przez to ciało? Jaka jest prędkość średnia?
4. Siła $F=50$ N działa na swobodną masę $m=20$ kg na drodze $s=2$ m. Z jaką prędkością będzie poruszać się to ciało, gdy siła przestanie działać?
5. Kulka o promieniu r i masie m spada swobodnie w powietrzu. Opór powietrza jest proporcjonalny do kwadratu prędkości v kulki i wyraża się wzorem: $F_{op} = asv^2$, gdzie a jest współczynnikiem kształtu, s jest maksymalną powierzchnią prostopadłą do kierunku prędkości. Znajdź maksymalną prędkość, do której może rozpedzić się kulka.
6. Wagon o masie $m=16$ ton porusza się z prędkością $v=5$ m/s. Obliczyć średnią siłę działającą na wagon, gdy:
 - a) zatrzymuje się pod wpływem siły tarcia w ciągu 1 minuty,
 - b) gdy zostaje zahamowany w czasie 15 s.,
 - c) gdy natrafia na przeszkodę i zatrzymuje się w ciągu 0.5 s.
7. Samochód o ciężarze 13 000 N jadący z prędkością 80 km/h zostaje zatrzymany, przy czym jego droga hamowania jest równa 61 m. Znaleźć:
 - a) siłę hamującą,
 - b) czas potrzebny do zatrzymania samochodu,
 - c) obliczyć, jaka byłaby droga i
 - d) czas hamowania przy takiej samej sile hamującej, gdyby samochód przed rozpoczęciem hamowania poruszał się z prędkością 40 km/h.
8. Na samochód o masie 1000 kg, poruszający się z prędkością 72 km/h po prostym torze poziomym, w pewnej chwili zaczęła działać siła hamująca F skierowana przeciwnie do ruchu. Jaka jest wartość siły F , jeżeli samochód zatrzymał się po upływie 5 s. Jaka odległość przejeździe do chwili zatrzymania?
9. Wagon o masie $m = 10^4$ kg odcepił się od poruszającego się pociągu i przebywając drogę 20 m ruchem jednostajnie opóźnionym zatrzymał się po upływie 20 s. Znaleźć siłę tarcia, efektywny współczynnik tarcia oraz początkową prędkość pociągu.
10. Jaką siłą należy działać na masę 1 kg, aby w ciągu 1 s podnieść ją na wysokość 2 m?
11. Porównaj siły hamowania samochodu, jeżeli zatrzymuje się on w czasie 3 s na suchej powierzchni, a na oblodzonej droga hamowania wynosi 60 m. Prędkość w obydwu przypadkach wynosi 60 km/h.
12. Krążek hokejowy ważący 1.1 N ślizga się po lodzie, przebywając do chwili zatrzymania odległość 15 m.
 - a) Jaka jest siła tarcia pomiędzy krążkiem i lodem, jeśli prędkość początkowa krążka wynosiła 6 m/s?
 - b) czemu jest równy współczynnik tarcia kinetycznego?

13. Pojazd o masie 854 kg porusza się po poziomej jezdni z prędkością 57 km/h.
 - a) jaka musi być siła hamująca, aby zatrzymać ten pojazd na drodze 10 m?
 - b) Oblicz czas hamowania pojazdu.
14. Balon opada ze stałą prędkością. Jaką masę balastu należy wyrzucić, aby balon zaczął się wznosić z tą samą prędkością? Przyjąć, że masa balonu M i siła wyporu F_w są znane.
15. Prędkość samochodu maleje jednostajnie od 45 km/h do 30 km/h na drodze 50 m.
 - a) Jaka jest wartość i kierunek przyspieszenia?
 - b) Jak długo jechał samochód?
 - c) Ile czasu upłynie do zatrzymania?
 - d) Jaką drogę przejedzie do zatrzymania?
16. Dwa odważniki, każdy o masie $m=400\text{g}$, zrównoważone są na krążku nieruchomym na wysokości $h=5\text{ m}$ nad powierzchnią Ziemi. Po jakim czasie spadnie jeden z odważników na Ziemię, jeżeli położy się na niego bez pchnięcia ciało o masie $m_1=100\text{ g}$. Zakładamy, że krążek porusza się bez tarcia i jego masę można zaniedbać.
17. Na końcach nici przerzuconej przez krążek wiszą na tej samej wysokości dwa ciała o różnych masach. Po upływie czasu $t=2\text{ s}$ od momentu rozpoczęcia ruchu pod wpływem siły ciężkości, różnica poziomów pomiędzy odważnikami wynosiła $h=1.0\text{ m}$. Ile waży lżejszy odważnik, jeżeli masa cięższego wynosi $M=0.3\text{ kg}$.
18. Człowiek ważący 100 kg opuszcza się na ziemię z wysokości 10 m za pomocą liny przełożonej przez doskonale gładki bloczek, do której z drugiej strony doczepiony jest worek z piaskiem ważący 70 kg.
 - a) Z jaką prędkością człowiek uderzy w ziemię ?
 - b) Czy sam mógłby zmniejszyć prędkość, z jaką uderzy w ziemię ?
19. a) Na nici przerzuconej przez krążek zawieszone są nierówne masy $M = 200\text{g}$ i $M + m = 210\text{g}$. Znaleźć przyspieszenie mas, napięcie nici N i siłę F działającą na oś krążka. Krążek i nić uznać za bardzo lekkie. Pominąć tarcie.
 b) Na nici przerzuconej przez krążek A zawieszone są masa m_1 i oś krążka B. Na nici przerzuconej przez krążek B zawieszone są nierówne masy m_2 i m_3 ($m_2 > m_3$, $m_1 > m_2 + m_3$). Znaleźć przyspieszenie mas i naciąg nici. Tarcie zaniedbać, masę krążka przyjąć równą zero.
20. Do nieważkiej nici przerzuconej przez nieruchomy bloczek przyczepiono klocek o masie 3.5 kg. Jakie przyspieszenie nada temu klockowi siła $F=40\text{ N}$ przyłożona do drugiego końca nici i skierowana pionowo w dół?
21. Klocek początkowo spoczywający zsuwa się ze szczytu gładkiej równi pochyłej o długości 16 m w ciągu 4s. W chwili, gdy zaczyna się zsuwać, inny klocek zostaje pchnięty wzdłuż równi z dołu pod górę w ten sposób, że oba klocki jednocześnie osiągną podstawę.
 - a) Znaleźć przyspieszenie każdego z klocków.
 - b) Jaka jest prędkość początkowa drugiego klocka?
 - c) Jaką drogę mierzoną od podstawy równi w górę przebędzie drugi klocek?
 - d) Jaki jest kąt nachylenia równi?
22. Ciało zsuwa się bez prędkości początkowej po równi o nachyleniu 60° . Po czasie 2 sekund prędkość ciała wynosi 14 m/s. Obliczyć współczynnik tarcia.
23. Ciało porusza się ze stałą prędkością po równi o nachyleniu 30° pod działaniem siły 10 N równoległej do podłoża. Wyznaczyć ciężar ciała.

24. Na gładkiej równi pochyłej nachylonej do poziomu pod kątem 60° znajduje się ciało o ciężarze 500 N utrzymywane w równowadze przez siłę R działającą w kierunku równoległym do podstawy równi. Obliczyć wartość tej siły oraz wartość siły nacisku działającej na równię.
25. Chłopiec ciągnie pod górę sanki za sznurek skierowany pod kątem 20° do stoku góry nachylonej pod kątem 30° do poziomu. Ile wynosi siła, z jaką chłopiec ciągnie sanki, jeżeli współczynnik tarcia wynosi 0.2, a masa sanek wynosi 20 kg? Przyjmij, że chłopiec porusza się ruchem jednostajnym.
26. Ciało zsuwa się bez prędkości początkowej po równi pochyłej o kącie nachylenia α . Po czasie t prędkość ciała wynosi v . Oblicz współczynnik tarcia.
27. Jaką prędkość początkową należy nadać ciału o masie m , aby wjechało na szczyt równi o długości l i kącie nachylenia α , jeżeli współczynnik tarcia wynosi f ? Oblicz czas t trwania ruchu.
28. Samochód wjeżdżając na wznoszący się odcinek drogi miał prędkość początkową $v_0 = 10$ m/s. W tym momencie przestał działać silnik samochodu. Znaleźć drogę, jaką przebył samochód do chwili zatrzymania się oraz czas ruchu jednostajnie opóźnionego, jeżeli efektywny współczynnik tarcia wynosi 0.5, a kąt nachylenia drogi wynosi 10° .
29. Sześciąt mający ciężar W spoczywa na chropowatej równi pochyłej, tworzącej kąt θ z poziomem.
 - a) ile wynosi najmniejsza siła potrzebna do wprowadzenia ciała w ruch w dół równi?
 - b) ile wynosi najmniejsza siła potrzebna do wprowadzenia ciała w ruch w górę równi?
 - c) ile wynosi najmniejsza siła pozioma, która spowoduje, zsuwanie się sześciatu po równi? (RH)
30. Jaką siłą należy działać w kierunku toru na skrzynię o masie 100 kg, jeżeli współczynnik tarcia wynosi $\mu = 0.5$, aby poruszała się ona ruchem jednostajnym i przyspieszonym:
 - a) po torze poziomym,
 - b) po pochylni w górę, jeżeli jej kąt nachylenia wynosi 30° z poziomem,
 - c) po tej samej równi w dół.
31. Sanki zaczynają się ześlizgiwać z góry o wysokości $h = 10$ m i kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$ i z rozpędu jadą jeszcze po poziomym śniegu poza stoki. Po przebyciu poziomego odcinka drogi $s = 15$ m zatrzymują się. Oblicz:
 - a) ile wynosi współczynnik tarcia f ,
 - b) jak długo trwał ruch sanek.
32. Trzy klocki połączone ze sobą przesuwają się po gładkim, poziomym stole pod wpływem siły $T_3 = 60$ N przyłożonej do jednego z klocków. Znaleźć naprężenia T_1 i T_2 , jeśli $m_1 = 10$ kg, $m_2 = 20$ kg, $m_3 = 30$ kg.
33. Trzy klocki połączone ze sobą w sposób pokazany na rys. Znaleźć naprężenia wszystkich nici i przyspieszenie układu.



34. Dwa ciała o masach m i M połączone nierozciągliwą nicią (rys.) znajdują się na równi pochyłej o kątach nachylenia α i β . Wyznaczyć przyspieszenie każdego z ciał oraz siłę naciągu nici. Współczynnik tarcia pomiędzy ciałami a równią wynosi f .
35. Ciało o masie 20 kg jest pchane przez poziomą siłę F w górę doskonale gładkiej 30° równi pochyłej o długości 3 m.
 - a) Jeżeli prędkość u dołu wynosi 0.6 m/s, a u góry 3 m/s, obliczyć jaką pracę wykonała siła F .



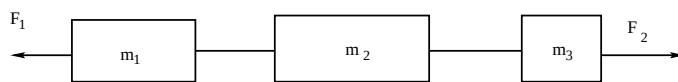
b) Jaka jest wartość siły F ?

c) Gdyby równia nie była gładka i $\mu_k = 0.15$, to do jakiego punktu równi dojdzie ciało?

36. Dwa ciała o masach m i M połączone nierozciągliwą nicią. Do Drugiego ciała przyłożono siłę F . Wyznaczyć przyspieszenie każdego z ciał.

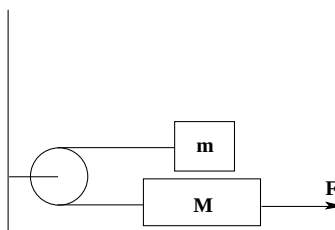
37. Dwa klocki o masach m_1 i m_2 połączone sznurkiem podnoszone są w górę z siłą F . Jakie jest przyspieszenie każdego klocka i napięcie sznurka łączącego oba klocki?

38. Trzy ciała (rys) połączone są nićmi. Do pierwszego ciała przyłożono siłę F_1 , do trzeciego F_2 . Obliczyć przyspieszenie każdego z ciał.

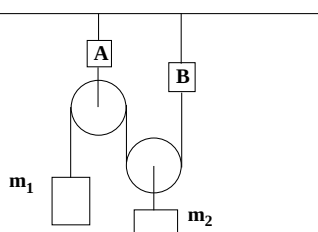


39. Trzy klocki leżą na gładkiej płaszczyźnie. Do ostatniego klocka przyłożono siłę F . Znaleźć przyspieszenie układu.

40. Jaką siłę należy przyłożyć do masy M (rys.), aby poruszała się ona z przyspieszeniem a ? Siła tarcia działa tylko między masą m a M , a współczynnik tarcia wynosi μ .



41. Wyznaczyć wskazania dynamometrów A i B w układzie przedstawionym na rysunku, jeśli $m_1 = 300$ kg, a $m_2 = 100$ kg. Masy bloczków można zaniedbać.

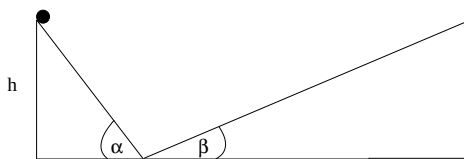


42. Na szczycie równi pochyłej o długości l i kącie nachylenia θ znajduje się ciało o masie m , które zaczyna zsuwać się w dół.

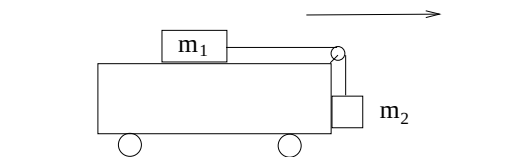
a) Przyjmując, że współczynnik tarcia wynosi μ , obliczyć przyspieszenie ciała oraz prędkość ciała przy podstawie równi.

b) Po zsunięciu się z równi ciało przesuwa się na pewną odległość d po takiej samej powierzchni, ale poziomej. Obliczyć tę odległość.

43. Na gładkiej poziomej płaszczyźnie znajdują się trzy ciała o masach m_1 , m_2 , m_3 , połączone ze sobą lekkimi nićmi. Masa M zawieszona jest na lekkiej nici przerzuconej przez krążek. Drugi koniec nici zaczepiony jest do masy M . Znaleźć przyspieszenie z jakim poruszają się te ciała. Znaleźć naciąg N poszczególnych nici.
44. Nowy typ nart pozwala na skrócenie czasu zjazdu z łagodnego 200-metrowego stoku z 61 s do 41 s.
 a) obliczyć średnie przyspieszenie dla obu typów nart.
 b) Zakładając, że kąt nachylenia stoku wynosi 3° , obliczyć dla obu przypadków współczynnik tarcia kinetycznego.
45. Kłosek zsuwa się ze stałą prędkością po równi pochyłej o kącie nachylenia α . Następnie zostaje on pchnięty w górę po tej samej równi, z prędkością początkową v_0 .
 a) Jak daleko przesunie się klocek?
 b) Czy zacznie się on znowu zsuwać?
46. Pozioma siła $F=50$ N dociska klocek ważący 2 kg do pionowej ściany. Współczynnik tarcia statycznego między ścianą a klockiem wynosi 0.60, a współczynnik tarcia kinetycznego 0.40. Zakładamy, że w chwili początkowej klocek jest nieruchomy.
 a) Czy klocek zacznie się zsuwać?
 b) Jaką siłą ściana działa na klocek?
47. Równie pochyłe o kątach nachylenia α i β złączono jak na rysunku. Na wysokości h położono ciało, które zaczęło się zsuwać z równi bez tarcia, a następnie wznosić się na drugą równię. Korzystając jedynie z metod kinematycznych wyznacz okres ruchu ciała po tych równiach.



48. Z jakim przyspieszeniem powinien poruszać się wózek, aby położenie mas m_1 i m_2 pozostawało takie samo? Współczynnik tarcia między masami i wózkiem wynosi k .



49. Na płaskim podłożu spoczywa równia o masie M i kącie α . Położono na nią ciało o masie $m = M/2$. Obliczyć przyspieszenie tych ciał, pominać wpływ tarcia.
50. Na klocku o masie 5 kg położono klocek o masie 4 kg. Gdyby dolny klocek był przytwierdzony do podłoża, to przyłożenie siły 12 N do górnego klocka spowodowałoby jego ślizganie. Przyjąć następnie, że dolny klocek położony jest na doskonale gładkim stole.
 a) Znaleźć maksymalną wartość poziomej siły F , jaką można przyłożyć do dolnego klocka, przy której klocki będą się poruszać razem.
 b) Znaleźć przyspieszenie nadane klockom.
51. Klocek o masie m ślizga się w nachylonej prostokątnej rynnie. Znaleźć przyspieszenie klocka jeżeli współczynnik tarcia kinetycznego pomiędzy klockiem a rynną wynosi μ_k .
52. Ciało o masie m uwiązane jest na nici o długości l i porusza się po okręgu w płaszczyźnie pionowej. Oblicz siłę naciągu nici w najwyższym i najniższym punkcie okręgu.

53. Kamień o masie $m=5$ kg jest przywiązany do sznura o długości $l=50$ cm i porusza się w płaszczyźnie pionowej. Naprężenie sznura w dolnym punkcie okręgu jest równe $F_n=44.1$ N. Jak wysoko polecą kamień, jeżeli sznur pęknie w chwili, gdy prędkość jest skierowana pionowo do góry?
54. Szklankę napełnioną wodą zawieszamy na sznurku i wprawiamy w ruch w płaszczyźnie pionowej. Przy jakiej prędkości woda nie będzie się wylewać ze szklanki, jeżeli sznurek ma długość 1 m.
55. Kula o masie $m=810$ g zostaje wprowadzona w ruch po okręgu w płaszczyźnie pionowej. Koło ma promień $r=1.20$ m, częstotliwość ruchu $f=96$ obr/min.
Jaka jest prędkość i naciąg sznurka N , gdy kula przechodzi przez:
a) najwyższy punkt na górze,
b) najniższy punkt na dole
obwodu koła.
56. Jaka może być najwyższa prędkość samochodu w najwyższym punkcie wypukłego mostu przy której nie oderwie się od powierzchni? Promień krzywizny mostu wynosi 100 m.
57. Ciało o masie m porusza się bez tarcia po wewnętrznej stronie toru kołowego o promieniu R ustawionego w płaszczyźnie pionowej.
a) Jaka powinna być najmniejsza prędkość ciała w najwyższym punkcie toru, aby nie oderwało się ono od toru?
b) Po jakim torze poleciałoby ciało, gdyby w najwyższym punkcie toru usunięto drugą połowę toru?
58. Tor zbudowany z płaskiej i gładkiej taśmy ma kształt okręgu o promieniu R i ustawiony jest pionowo. Ciało o masie m porusza się ze stałą wartością prędkości v po wewnętrznej stronie taśmy. Jaka siła działa na tor, gdy ciało znajduje się na wysokościach h oraz $2R-h$ od podłoża? ($h < R$)
59. Prędkość pojazdów jadących po kołowym zakręcie autostrady ma wynosić 60 km/h.
a) Jeśli promień krzywizny tego zakrętu wynosi 120 m, jaki jest największy kąt pochylenia autostrady?
b) Jeśli autostrada nie jest pochylona, jaki powinien być minimalny współczynnik tarcia między oponami i drogą, aby samochody nie ślizgały się przy tej prędkości?
60. Tramwaj jadący z prędkością v wjechał na zakręt o promieniu R . Przy jakiej wartości współczynnika tarcia μ paczka leżąca na podłodze wagonu pozostanie nieruchoma?
61. Na wirującej tarczy w odległości x od jej środka położono monetę o masie m . Jaka może być największa prędkość kątowa ω_m tarczy, przy której moneta nie zmieni swojego położenia (współczynnik tarcia wynosi μ)?
62. Bardzo mały sześciąt o masie m znajduje się wewnątrz lejka obracającego się wokół pionowej osi, ze stałą szybkością ν obr/s. Ściana lejka tworzy z poziomem kąt α . Współczynnik tarcia statycznego pomiędzy sześciątem a lejkiem wynosi f , a odległość środka sześciąta od osi obrotu wynosi r . Jaka jest największa i najmniejsza wartość ν , przy której sześciąt nie będzie się poruszał względem lejka?
63. Oblicz siłę działania fotela na lotnika o masie 75 kg w górnym i dolnym punkcie pętli, którą zatacza on w płaszczyźnie pionowej lecąc samolotem? Rozważ przypadki, gdy: promień pętli wynosi 400 m i 200 m, a prędkość samolotu 360 km/h.
64. Lotnik o masie 78 kg znajdując się w dolnym punkcie „martwej pętli” naciska na siedzenie siłą 6275 N. Wyznaczyć prędkość samolotu, jeżeli promień pętli wynosił 250 m.

65. Kulka o masie m wisi na nici o długości l i obraca się wokół pionowej osi poruszając się po poziomym okręgu o promieniu r . a) Jaka jest prędkość kątowa kulki? b) Jakie jest napięcie nici?
66. Rowerzysta jedzie ze stałą prędkością $v=10$ m/s po torze kołowym. Kąt nachylenia płaszczyzny roweru do poziomu wynosi 60° . Oblicz promień toru.
67. Pod jakim kątem do pionu powinien pochylić się rowerzysta, aby jadąc po poziomej płaskiej powierzchni z prędkością v mógł zatoczyć koło o promieniu R ? Jaki musi być współczynnik tarcia, aby rowerzysta mógł bezpiecznie zakręcić?
68. Pod jakim kątem α powinien być nachylony tor do poziomu na zakręcie o promieniu R , aby kolarze jadący z prędkością v pozostawali w pozycji prostopadłej do niego?
69. Z jaką największą prędkością może samochód pokonać zakręt o promieniu krzywizny 20 m, jeżeli współczynnik tarcia wynosi 0.5?
70. Jaki musiałby być okres obrotu Ziemi, aby na równiku zostało zniesione przyspieszenie ziemskie?
71. Po równi pochyłej o kącie nachylenia α zsuwa się naczynie z wodą. Współczynnik tarcia $f < \tan \alpha$. Wyznaczyć nachylenie powierzchni cieczy w naczyniu.
72. Kłosek (masa m) zsuwa się po gładkiej równi pochyłej, nachylonej pod kątem θ do podłogi windy. Znaleźć przyspieszenie klocka w następujących przypadkach:
 a) winda zjeżdża w dół ze stałą prędkością v ,
 b) winda jedzie do góry ze stałą prędkością v ,
 c) winda zjeżdża w dół z przyspieszeniem a ,
 d) winda zjeżdża w dół z opóźnieniem a ,
 e) liny, na których wisi winda urywają się.
 f) Jaka siła w przypadku c) jest wywierana na klocek przez równię? (RH)
73. W wagonie, który porusza się z przyspieszeniem a po prostym torze poziomym znajduje się równia nachylona pod kątem α do poziomu. Na równi leży ciało o masie m .
 a) Jakiego powinno być przyspieszenie a_0 wagonu, aby ciało nie zsuwało się z równi, jeżeli nie ma siły tarcia?
 b) Jaką siłą nacisku ciało działa na równię?
 c) Jak porusza się ciało względem równi, jeżeli wagon jedzie z przyspieszeniem $a > a_0$, $a < a_0$?
74. W nieruchomej windzie rzucono do góry ciało z prędkością v_0 . W chwili, gdy ciało znajdowało się na maksymalnej wysokości winda zaczęła się poruszać z przyspieszeniem a skierowanym do góry. Po jakim czasie od chwili wyrzucenia ciało powróci do położenia początkowego?
75. Windę wznosi się do góry z przyspieszeniem a . W chwili, gdy jej prędkość wynosi v , z sufitu windy spada obciążona śruba. Windę ma wysokość h . Obliczyć: a) po jakim czasie śruba spadnie na podłogę windy, b) jaką odległość przebędzie ona w stosunku do ścian domu.
76. Z jaką największą stałą prędkością może wjeżdżać samochód o masie 900 kg pod wzniesienie o nachylenie 30° , jeżeli maksymalna moc silnika wynosi 50 kW? Współczynnik tarcia wynosi $f=0.05$.
77. Z jaką największą prędkością może jechać wagon na zakręcie o promieniu R , aby nie wyskoczyć z pionowo ułożonych szyn? Środek ciężkości wagonu znajduje się na wysokości h nad torem, w którym szyny ustawione są na odległość $2s$.
78. Na linie przyczepionej do sufitu windy wisi pionowo lampa. Windę zjeżdża na dół hamując z opóźnieniem 2.4 m/s².
 a) Jaka jest masa lampy, jeżeli napięcie linki jest równe 100 N?
 b) Jakiego byłoby napięcie linki, gdyby winda jechała do góry z przyspieszeniem 2.4 m/s²

79. Wahadło o masie m wisi na podstawie umocowanej na wózku. Znaleźć kierunek nici wahadła, tj. kąt α nici z pionem oraz jej naprężenie T w następujących przypadkach:
- a) wózek porusza się ruchem jednostajnym po płaszczyźnie poziomej,
 - b) wózek porusza się po płaszczyźnie poziomej z przyspieszeniem a ,
 - c) wózek stacza się swobodnie z równi pochyłej, która tworzy kąt β z poziomem.
80. Ile razy zwiększy się czas spadania ciała w windzie, jeżeli ruszyła ona w dół z przyspieszeniem $0.5 g$?
81. Przez krążek przerzucona jest lina, na której końcach zawieszono są ciężary o masach $m_1=20$ kg i $m_2=30$ kg. Znajdź przyspieszenie każdego ciężaru, gdy cały układ umieścimy w windzie poruszającej się do góry z przyspieszeniem $a = 2m/s^2$.
82. Na płycie umocowano statyw, na którym zawieszono na nici kulkę, a następnie pozwolono płycie zsuwać się z równi. Znaleźć naciąg nici i kąt jaki tworzy z pionem na równi, gdy:
- a) ruch odbywa się bez tarcia,
 - b) współczynnik tarcia wynosi μ .
83. Obliczyć stosunek siły bezwładności F_B do ciężkości dla ciała umieszczonego w wirówce o promieniu $R= 100$ cm, wykonującej $n= 10\ 000$ obr/min.
84. Na platformie znajduje się skrzynia. Jaki co najmniej musi być współczynnik tarcia, aby skrzynia nie zmieniła położenia, gdy porusza się ona z przyspieszeniem $a= 5$ m/s²?