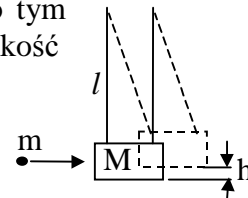
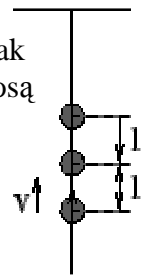


1. Z działa o masie $5 \cdot 10^3$ kg wylatuje pocisk o ciężarze 100 kG. Energia kinetyczna wylatującego pocisku wynosi $7.5 \cdot 10^6$ J. Jaką energię kinetyczną uzyskuje działko wskutek odrzutu ?
2. Między dwa klocki o masach $m_1 = 2$ kg i $m_2 = 5$ kg, spoczywające na poziomej, idealnie gładkiej powierzchni, włożono ściśniętą sprężynę. Po rozprężeniu i odpadnięciu sprężyny klocek m_1 uzyskał prędkość $v_1 = 1,5$ m/s. Wyznaczyć końcową prędkość drugiego klocka. Jaką energię miała ściśnięta sprężyna ?
3. We wnętrzu zamkniętego wagonu kolejowego znajduje się armatka strzelająca w prawo; wagon cofa się w lewo. Pociski po uderzeniu w przeciwległą ścianę pozostają w wagonie. Udowodnić, że wagon może się przetoczyć najwyżej o swoją długość L , przy założeniu, że wagon początkowo spoczywa. Założyć, że między wagonem i szynami nie występuje tarcie.
4. Dwie równe masy M złączono sztywnym prętem o pomijalnej masie i długości a . Środek masy tego układu jest w spoczynku w przestrzeni, w której nie działa zewnętrzna siła grawitacyjna. Układ obraca się względem środka masy z prędkością kątową ω . Jedna z wirujących mas zderza się z trzecią masą M będącą w spoczynku i łączy się z nią. Wyznaczyć położenie środka masy układu trzech cząstek w chwili poprzedzającej zderzenie. Jaka jest prędkość środka masy? Czy zderzenie mogło zmienić prędkość środka masy?
5. Blondynka o masie $m_b = 45$ kg stoi na tratwie o masie $m = 405$ kg i długości 5 m, spoczywającej na powierzchni wody. Dziewczyna rozpoczyna spacer po tratwie z prędkością $u = 1$ m/s względem tratwy. Z jaką prędkością porusza się względem wody dziewczyna, a z jaką tratwa? Jak daleko przesunie się względem wody dziewczyna, jeśli przejdzie z jednego końca tratwy na drugi? Jak daleko przesunie się w tym czasie tratwa? Wskazówka: współrzędna środka masy układu dziewczyna+tratwa nie zmienia się.
6. Człowiek o masie $m = 80$ kg stoi w tyle łodzi bojowej o masie $M = 400$ kg, która jedzie po lodzie z prędkością $v_1 = 4$ m/s. W pewnej chwili człowiek postanawia przejść na przód 18-metrowej łodzi i robi to z prędkością $v_2 = 2$ m/s względem łodzi. Jak daleko przejechała łódź w czasie, w którym człowiek szedł ?
7. Sfrustrowany hokeista o masie 120 kg stojący nieruchomo na lodzie rzuca poziomo przed siebie z prędkością 25 m/s krążek hokejowy o masie 0,2 kg. W jakim kierunku i z jaką prędkością poruszał się hokeista, jeśli tarcie jest zanedbywalnie małe?
8. W wahadło balistyczne o masie M uderza pocisk o masie m . Po tym uderzeniu środek masy wahadła podnosi się o h . Obliczyć prędkość pocisku tuż przed zderzeniem, przyjmując, że utkwiał on w wahadle.

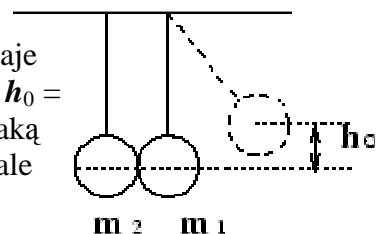


9. Klocek drewniany o masie 2 kg spoczywa początkowo na poziomej płaszczyźnie, na której nie ma tarcia. W klocek uderza i wbija się kula o masie 5 g lecąca z poziomą prędkością 500 cm/s. Jaka jest prędkość końcowa klocka i kuli po zderzeniu?
10. Ciało o masie m zderza się sprężysto z innym ciałem będącym w spoczynku i po zderzeniu ciało to porusza się dalej w tym samym kierunku, lecz z prędkością równą $\frac{1}{4}$ prędkości początkowej. Jaka jest masa ciała pozostającego początkowo w spoczynku?
11. Z wierzchołka pętli o promieniu R zsuwa się bez tarcia klocek o masie m_1 . W najniższym punkcie toru zderza się doskonale niesprężysto z poruszającym się w przeciwnym

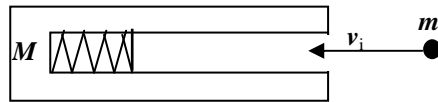
- kierunku z prędkością v_1 klockiem o masie m_2 . Jaka będzie prędkość sczepionych klocków po zderzeniu?
12. Cząstki o masach m_1 i m_2 poruszające się prostopadle do siebie z prędkościami V_1 i V_2 zderzają się ze sobą i skleją. Podać prędkość zlepionych kulek. Jaka część energii kinetycznej kulek została zużyta na ich ogrzanie?
13. Cząstka α (jądro atomu helu) jest emitowana z prędkością $1,4 \cdot 10^7$ m/s i z energią kinetyczną 4,1 MeV przez jądro uranu 238, pozostające początkowo w spoczynku. Znaleźć prędkość odrzutu powstałego jądra.
14. Z działa o masie $M = 11000$ kg następuje wystrzał pocisku o masie $m = 54$ kg pod kątem $\alpha = 60^\circ$ do poziomu. Oblicz prędkość, z jaką działko zostaje odrzucone wstecz, jeżeli prędkość pocisku względem ziemi wynosi $v = 900$ m/s.
15. Wykaż, że przy sprężystym centralnym zderzeniu dwu kul o jednakowych masach, kule wymieniają się prędkościami po zderzeniu.
16. Kula o masie $m_1 = 1$ g poruszająca się z prędkością $v = 10$ m/s zderza się centralnie i sprężysto z nieruchomą kulą o masie $m_2 = 30$ g. Jaka część energii kinetycznej przekazała kulka o mniejszej masie drugiej kuli?
17. Trzy jednakowe kulki z plasteliny wiszą jedna pod drugą w odległościach $l = 10$ cm (rys.). Dolnej kulce nadano prędkość $v = 12$ m/s pionowo do góry. Jak wysoko (licząc od poziomu, na którym znajduje się środek górnej kulki) wzniosą się te kulki po zderzeniach doskonale niesprężystych?



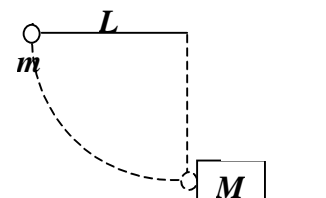
18. Do dwóch równoległych linek o długościach d przyczepiono kulki o masach m_1 i m_2 . Kulkę o masie m_1 odchyłono o kąt α i pozwolono jej opaść. W najniższym punkcie swej drogi kulka uderza w kulkę o masie m_2 . Zderzenie jest doskonale niesprężyste. Znaleźć kąt o jakie odchyłają się od pionu obie kulki.
19. Z wiatrówki strzelono do kawałka wosku leżącego w odległości $l = 50$ cm od końca stołu. Śrut o masie $m = 1$ g, lecący poziomo z prędkością $v = 150$ m/s przebija wosk i leci dalej z prędkością $0,5v$. Masa kawałka wosku wynosi $M = 50$ g. Przy jakim współczynniku tarcia wosku o stół, wosk spadnie ze stołu?
20. Na równi pochyłej o kącie nachylenia do podłoża $\alpha = 30^\circ$ spoczywa ciało. Z jakim przyspieszeniem a_0 powinna poruszać się równia aby ciało a) zaczęło się zsuwać, b) poruszać się w górę równi? Współczynnik tarcia między ciałem a równią wynosi $\mu = 0,725$. Tarcie między równią a podłożem zaniedbać. Zakładamy że ciało spoczywa na równi gdy jej przyspieszenie wynosi zero.
21. Dwie kule zawieszono na równoległych niciach tej samej długości stykają się (rys.). Kula o masie $m_1 = 0,2$ kg zostaje odchyłona od pionu tak, że jej środek ciężkości wznosi się o $h_0 = 4,5$ cm do góry, a następnie puszczona swobodnie. Na jaką wysokość wzniosą się kule po zderzeniu doskonale niesprężystym, jeśli masa drugiej kuli wynosi $m_2 = 0,5$ kg ?



22. Młot o masie m_1 spada z wysokości h na drewniany pal o masie m_2 i wbija go w ziemię na głębokość s . Obliczyć średni opór stawiany przez ziemię, jeżeli zderzenie traktować jako niesprężyste.
23. Kula o masie m_1 porusza się z prędkością v_1 . Kulę tę dopędza druga kula o masie m_2 i prędkości v_2 poruszająca się w tym samym kierunku. Zakładając, że zderzenie jest doskonale sprężyste obliczyć prędkości kul po zderzeniu oraz energie kul po zderzeniu.
24. Poruszające się ciało o masie m_1 zderza się z ciałem nieruchomym o masie m_2 . Uważając zderzenie za sprężyste i centralne znaleźć, jaką część swej początkowej energii kinetycznej pierwsze ciało oddaje drugiemu podczas zderzenia.
25. Z pistoletu sprężynowego wystrzelono pionowo do góry pocisk o masie $m = 0,02\text{kg}$. Współczynnik odkształcenia sprężystego sprężyny pistoletu wynosi $k = 1,96\text{N/m}$, a przed wystrzałem sprężyna była ściśnięta o $0,1\text{m}$. Oblicz prędkość początkową pocisku v_0 oraz wysokość H na jaką on się wzniesie. Opór powietrza pominąć.
26. Kula o masie $m_1 = 0,3\text{kg}$ została zawieszona na nieważkiej i nierozciągliwej nici i długości $l = 0,41\text{m}$. Nic z kulą odchyłono od pionu o kąt $\alpha = 30^\circ$ i puszczono. W chwili gdy nic była równoległa do pionu w kulę trafił lecący poziomo pocisk o masie $m_2 = 0,003\text{kg}$, kula zatrzymała się, a pocisk utkwiał w niej. Znaleźć prędkość v_2 pocisku tuż przed jego uderzeniem w kulę.
27. Łyżwiarz o ciężarze 10 kG , stojąc na łyżwach na lodzie, rzuca w kierunku poziomym kamień o ciężarze 3 kG z prędkością 8 m/s . Obliczyć, na jaką odległość przemieści się przy tym łyżwiarz, jeśli współczynnik tarcia o lód wynosi $0,02$.
28. Kula o masie m wpada z początkową prędkością v_i do lufy karabinu sprężynowego o masie M , początkowo spoczywającego na doskonale gładkiej powierzchni (rys). Masa m utkwiała w lufie w punkcie, w którym sprężyna osiągnęła maksymalne sprężenie. Zakładamy, że nie było straty energii z powodu tarcia. Jaka część początkowej energii kinetycznej kuli jest zmagazynowana w sprężynie ?



29. Ciało o ciężarze 3 kG porusza się z prędkością 4 m/s i zderza się z nieruchomym ciałem o takim samym ciężarze. Rozpatrując zderzenie jako środkowe i niesprężyste, znaleźć ilość ciepła wydzielającego się podczas zderzenia.
30. Gwiazda hokeja na lodzie, Wayne Gretzky, najeżdża z prędkością 15m/s na obrońcę poruszającego się naprzeciw niego z prędkością 5m/s . Ciężary napastnika i obrońcy wynoszą odpowiednio 700N i 1000 N . Bezpośrednio po zderzeniu prędkość Gretzky'ego wynosi 2 m/s w pierwotnym kierunku. Zaniedbując siły tarcia, wyznaczyć prędkość obrońcy tuż po zderzeniu oraz zmianę całkowitej energii kinetycznej w jego trakcie.
31. Neutron zderza się czołowo i idealnie sprężysto ze spoczywającym początkowo jądrem atomu węgla ^{12}C . Jaka część początkowej energii kinetycznej neutronu jest przekazywana atomowi węgla? Wyznaczyć energię kinetyczną jądra węgla i neutronu po zderzeniu, jeśli początkowa energia kinetyczna neutronu wynosiła $1,6 \cdot 10^{-23}\text{ J}$. Masa jądra atomu węgla jest 12-krotnie większa od masy neutronu.
32. Do linki o długości L przyczepiono kulkę o masie m i pozwolono jej opaść w chwili, gdy linka znajdowała się w pozycji poziomej (rys). W najniższym punkcie swej drogi kula uderza w znajdujący się w spoczynku na poziomej



- powierzchni blok o masie M . Zderzenie jest sprężyste. Znaleźć prędkości kuli i bloku po zderzeniu.
33. Żołnierz wystrzeliwuje serię 8 pocisków o masie 7,45g każdy z broni o szybkostrzelności 1000 strzałów na minutę. Prędkość pocisków względem ziemi wynosi 293m/s. Znaleźć średnią siłę odrzutu działającą na broń w czasie serii.
34. Ciało o masie m spoczywa na równi pochyłej o masie M i kącie nachylenia α , która z kolei spoczywa na poziomym stole. Wszystkie powierzchnie są doskonale gładkie. Układ rozpoczyna ruch ze stanu spoczynku w chwili, w której masa m znajduje się na równi na wysokości h . Znaleźć prędkość równi w chwili, w której masa m dotknie stołu.
35. Ciało o masie $m = 8\text{kg}$, na które nie działają żadne siły zewnętrzne, porusza się z prędkością $v = 2\text{m/s}$. W pewnej chwili następuje wewnętrzna eksplozja, powodująca rozerwanie ciała na dwie części o równych masach. W wyniku eksplozji układ, który stanowią te dwie części, otrzymuje energię kinetyczną ruchu postępowego równą 16J. Znaleźć prędkości każdej z części przy założeniu, że żadna część nie opuszcza linii pierwotnego ruchu.
36. Naczynie będące w spoczynku nagle wybucha rozpadając się na trzy części. Dwie części o takich samych masach zostają wyrzucone pod kątem 90° (względem siebie) z prędkością 30m/s każda. Trzecia część ma masę trzykrotnie większą od masy pozostałych części. Jaki jest kierunek i wartość prędkości trzeciej części bezpośrednio po wybuchu.
37. Stoisz na tafli lodu. Kolega rzuca w Ciebie piłką o masie 0,6 kg, której nadaje prędkość początkową 15 m/s. Twoja masa wynosi 70 kg. (A) Jeśli złapiesz piłkę, to z jaką prędkością będziesz się poruszał? (B) Jeśli piłka odbije się od Ciebie i następnie poruszać się będzie w kierunku przeciwnym z poziomą prędkością 8,0 m/s, to z jaką prędkością będziesz poruszać się po idealnie gładkiej tafli?
38. Kulka karabinowa o masie 5 g poruszająca się z prędkością poziomą v uderza i grzęźnie w drewnianym klocek o masie 1,5 kg. Kłoczek przesuwają się po poziomej powierzchni na odległość 0,18 m. Wyznaczyć prędkość v , jeśli współczynnik tarcia między drewnem a powierzchnią wynosi 0,2.
39. Piłka o masie 0,25 kg lecąca poziomo w prawo z prędkością 14 m/s, zderza się centralnie z piłką o masie 0,40 kg lecącą poziomo w lewo z prędkością 8 m/s. Wyznaczyć prędkości (wartości i zwroty) obu piłek po idealnie sprężystym zderzeniu.
40. Znaleźć szybkość początkową poruszającego się po lodzie krążka, jeżeli przed zderzeniem z bandą przebył on drogę s_1 , a po zderzeniu, które można traktować jako doskonale sprężyste, przebył jeszcze drogę s_2 do chwili zatrzymania się. Współczynnik tarcia wynosi μ .
41. Trzy łódki, każda o masie M , poruszają się jedna za drugą z prędkością v . W pewnej chwili z drugiej łódki wyrzucono ciężar m do pierwszej łódki i taki sam ciężar do trzeciej łódki. Szybkość początkowa każdej masy względem środkowej łódki wynosi u . Znaleźć szybkości łódek po przerzuceniu ciężarów.
42. Dwie łódki o jednakowych masach M płyną na spotkanie po równoległych torach z jednakowymi prędkościami v . Kiedy łódki się spotkały z pierwszej łódki na drugą przerzucono ciężar o masie m , a z drugiej na pierwszą taki sam. Znaleźć szybkości łódek po przerzuceniu.
43. Dwa samochody A i B jadące odpowiednio na zachód i południe zderzają się ze sobą na skrzyżowaniu i sczepiają się. Przed zderzeniem samochód A (o masie m_A) jedzie z

- prędkością V_A , a samochód B (o masie m_B) jedzie z prędkością V_B . Znaleźć prędkość (wartość i kierunek) szepionych samochodów .
44. Ciało o masie 5 kg uderza z prędkością 30 m/s w płytę stalową pod kątem 45° i odbija się z tą samą prędkością i pod tym samym kątem. Jak zmienia się pęd ciała?
45. W podłodze wagonu towarowego wypełnionego piaskiem znajduje się otwór. Piasek wysypuje się ze stałą szybkością $-dm/dt = \lambda$. Na wagon działa siła F w kierunku jego ruchu. Podać chwilową prędkość v i napisać równanie ruchu tego wagonu.
46. Wózek z piaskiem porusza się po poziomej płaszczyźnie pod wpływem stałej siły F , której kierunek jest zgodny z kierunkiem jego prędkości. Piasek wysypuje się przez otwór w dnie ze stałą prędkością m/t [g/s], Znaleźć przyspieszenie i prędkość wózka w chwili t , jeśli w chwili t_0 wózek miał masę M_0 , a jego prędkość była równa zero. Tarcie i opór powietrza zaniedbać.
47. Wagon towarowy bez dachu o masie $m = 10t$ porusza się ze znikomym tarcie po torze poziomym z prędkością $V = 0,6m/s$. W pewnej chwili rozpoczyna się ulewa; krople padają prostopadle w dół. Jaka jest prędkość wagonu w chwili, gdy nagromadziło się w nim $\Delta m = 0,5t$ wody? Narysować wykres zależności prędkości wagonu od czasu.
48. Rakieta o masie początkowej M_0 poruszając się w przestrzeni kosmicznej wyrzuca spalone paliwo ze stałą szybkością dm_s/dt nadając mu prędkość (względem rakiety) równą u . Napisz równanie różniczkowe wiążące prędkość rakiety z jej zmienną masą i znajdź jego rozwiązanie. Oblicz początkowe przyspieszenie rakiety. Przyjąć, że siły zewnętrzne działające na raketę są równe zero.
49. Mała rakieta o masie 2 kg (w tym 1,8 kg paliwa) spala 0,05 kg paliwa na sekundę i wyrzuca spaliny z prędkością względną $u = 1600m/s$. Jaka jest jej siła ciągu? Ile wynosi jej przyspieszenie w chwili startu w ziemskim polu grawitacyjnym? Jak zależy prędkość tej rakiety od czasu, jeśli zaniedbać wszystkie siły zewnętrzne? Ile wynosi jej prędkość maksymalna?