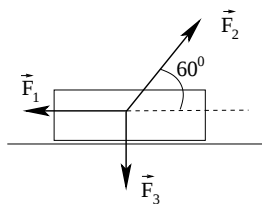


Praca, energia, moc

1. Jaką pracę należy wykonać, aby przesunąć ciężar $Q=10\text{ N}$ wzdłuż równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$ i wysokości $h=10\text{ m}$? Tarcie zaniedbać.
2. Pokaż, że wykonana praca jest równa zmianie energii kinetycznej ciała przy stałej i zmiennej działającej sile.
3. Dane jest pole sił: $\vec{F} = (y^2 \vec{i} - x^2 \vec{j})\text{ N}$.
 - a) Oblicz pracę sił pola przy przesuwanie cząstki od punktu A(0,1) do B(1,0). Zakładamy przy tym, że praca jest wykonywana:
 - po linii prostej $y = 1 - x$,
 - po okręgu $x^2 + y^2 = 1$,
 - po ośiach współrzędnych $x = 0$, $y = 0$.
 - b) Czy to pole jest potencjalne?
4. Bryła lodu ulega przemieszczeniu $\vec{d} = 15m\vec{i} - 12m\vec{j}$ po linii prostej przez siłę $\vec{F} = 210N\vec{i} - 150N\vec{j}$. Jaką pracę wykonuje ta siła?
5. Na rysunku pokazane są trzy siły przyłożone do bloku, który przesuwa się o 3 metry po gładkiej podłodze. Wielkości sił wynoszą: $F_1 = 5\text{ N}$, $F_2 = 9\text{ N}$ i $F_3 = 3\text{ N}$. Podczas ruchu:
 - a) jaka jest wypadkowa siła działająca na to ciało:



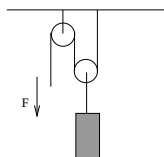
- b) jaka jest zmiana energii kinetycznej tego ciała?
6. Na ciało o masie 2 kg poruszające się w płaszczyźnie xy działa siła o wartości 10 N i kierunku tworzącym kąt 150° z dodatnim kierunkiem osi x (kąt mierzony jest w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara). Ile wynosi praca wykonana przez tę siłę nad ciałem w czasie zmiany położenia z początku układu współrzędnych do punktu $\vec{r} = (2m)\vec{i} - (4m)\vec{j}$?
 7. Blok o masie $m=4\text{ kg}$ został przesunięty ze stałą prędkością po poziomej podłodze, na odległość $d=4\text{ m}$, przy pomocy liny wywierającej na ten blok siłę $F=8\text{ N}$ i tworzącej z poziomem kąt $\theta = 30.0^\circ$. Obliczyć:
 - a) całkowitą pracę wykonaną przy przesuwanie bloku,
 - b) pracę wykonaną przez linę,
 - c) pracę wykonaną przez siłę tarcia,
 - d) współczynnik tarcia kinetycznego pomiędzy blokiem a podłogą.
 8. Blok lodu o masie 50 kg ześlizguje się z równi o długości 1.5 m i wysokości 0.9 m . Mężczyzna pcha ten lód siłą równoległą do równi w ten sposób, że prędkość ześlizgiwania jest stała. Współczynnik tarcia między lodem a równią wynosi 0.10 . Znaleźć:
 - a) siłę wywieraną przez mężczyznę na blok,
 - b) pracę wykonaną przez mężczyznę,
 - c) pracę wykonaną przez siłę grawitacyjną,
 - d) pracę wykonaną przez siłę, jaką powierzchnia działa na blok,
 - e) pracę wykonaną przez siłę wypadkową przy przemieszczaniu bloku,
 - f) zmianę energii kinetycznej bloku.
 9. Na ciało o masie 1 kg , poruszające się z prędkością $v_0 = 100\text{ m/s}$, w pewnej chwili zaczęła działać siła $F = 10\text{ N}$ w kierunku ruchu ciała. Na jakiej drodze s_1 działała ta siła i jaką wykonała pracę, jeżeli czas jej działania wynosił $t_1 = 10\text{ s}$? Obliczyć energię kinetyczną ciała po upływie tego czasu. Po jakim czasie t_2 i po przebyciu jakiej drogi s_2 zatrzymałoby się to ciało, gdyby siła F działała w kierunku przeciwnym do ruchu?
 10. Człowiek przesuwa ruchem jednostajnym skrzynię o ciężarze 1000 N po podłodze na drodze 10 m . Jaką siłą F musi on działać na skrzynię, jeżeli kierunek działania zorientowany jest po kątem 30° do

poziomu? Jaką wykona przy tym pracę? Współczynnik tarcia wynosi μ . Rozważyć przypadki:

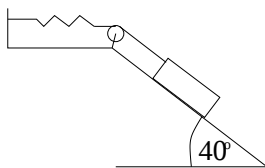
- a) człowiek pcha skrzynię,
- b) człowiek ciągnie skrzynię.

11. Bramkarz rzuca piłkę działając na nią stałą siłą przez czas 0.1 s. Ręka jego porusza się do przodu na odległość 1 m, masa piłki wynosi 600 g.
 - a) Znaleźć przyspieszenie piłki.
 - b) Jaka jest wartość siły działającej na piłkę?
 - c) Jaką pracę wykonał bramkarz?
12. Oblicz pracę wykonaną przez siłę $F = a/x^2$, gdzie $a=9 \text{ Nm}^2$ przy przemieszczaniu punktu materialnego z położenia $x_1=1\text{m}$ do położenia $x_2=3 \text{ m}$.
13. Na ciało o masie 15 kg w chwili początkowej znajdujące się w spoczynku, działa wypadkowa siła 5.0 N. Obliczyć:
 - a) pracę wykonaną przez tę siłę w ciągu pierwszej, drugiej i trzeciej sekundy,
 - b) chwilową moc na końcu trzeciej sekundy.
14. Kobieta o ciężarze 570 N biegnie po schodach do góry wznosząc się o 4.3 m co 3.5 s. Jaką średnią moc musi zużywać?
15. Wóz ciągnięty przez konia siłą 200 N, skierowaną pod kątem 30° do podłoża z prędkością 9 km/h.
 - a) Jaką pracę wykona koń w ciągu 10 min?
 - b) Jaka jest moc wyzwalana przez konia?
16. Samochód ciężarowy może wjeżdżać pod górę po drodze, której nachylenie wynosi 0.3 m na 15 m z prędkością 24 km/h. Siła oporu równa jest 0.25% ciężaru samochodu. Z jaką prędkością będzie zjeżdżał ten samochód z tej samej góry, przy tej samej mocy silnika.
17. Oblicz średnią moc silnika samochodu o masie 1000 kg, który poruszając się ruchem jednostajnie zmiennym w ciągu czasu 10 s od początku ruchu uzyskał prędkość 50 km/h. Współczynnik tarcia wynosi $f=0.01$.
18. Wyznacz maksymalne nachylenie wzniesienia po jakim może wjechać ze stałą prędkością v samochód o masie M . Maksymalna moc użytkowa silnika wynosi P .
19. 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 $f=0.05$.
20. Pociąg o masie m jedzie ruchem jednostajnym po torze prostoliniowym. Jaką pracę wykonuje silnik lokomotywy na drodze s , jeżeli opory ruchu można opisać współczynnikiem tarcia μ , a ruch odbywa się:
 - a) po torze poziomym,
 - b) po torze nachylonym pod kątem α do poziomu i pociąg jedzie pod górę,
 - c) po torze nachylonym pod kątem α do poziomu i pociąg jedzie w dół.
21. Samochód o masie $m= 500 \text{ kg}$ wjeżdża z wyłączonym silnikiem pod górę o kącie nachylenia $\alpha= 30^\circ$ z prędkością 72 km/h.
 - a) Obliczyć, jaką drogę s przebędzie samochód, jeżeli opory ruchu opisać można współczynnikiem tarcia $\mu=0.2$.
 - b) Jaką moc powinien rozwijać silnik samochodu, aby poruszał się on na tym odcinku ze stałą prędkością 72 km/h.
22. Pociąg o masie $m = 1000 \text{ ton}$ rusza ze stacji i po upływie 10 min osiąga prędkość 36 km/h.
 - a) Obliczyć pracę którą wykonały maszyny napędowe pociągu, jeżeli współczynnik tarcia wynosi $\mu=0.01$.
 - b) Oblicz jaka siła działa na pociąg.
23. Samochód jadąc pod górę ruchem jednostajnym po drodze nachylonej pod kątem α rozwija prędkość v_1 , jadąc w dół po tej samej drodze i przy tej samej mocy silnika ma prędkość v_2 . Jaka będzie prędkość v_3 samochodu przy tej samej mocy na poziomym odcinku drogi. W każdym przypadku przyjąć, że opory ruchu opisane są przez ten sam współczynnik tarcia.

24. Siła potrzebna do holowania łodzi ze stałą prędkością jest proporcjonalna do tej prędkości. Jaka moc jest potrzebna do holowania łodzi ze stałą prędkością 12 km/h, jeśli przy holowaniu tej łodzi z prędkością 4 km/h potrzebna jest moc 10 KM.
25. Dźwig budowlany podnosi w ciągu 8 godzin ciężar 30 MN na wysokość 60 m. Jaka jest moc silnika dźwigu, jeżeli współczynnik sprawności całego urządzenia wynosi 60%?
26. Młot o masie $m=1.5$ kg, poruszany z prędkością $v=10$ m/s wbija gwoźdź na głębokość $h = 1$ cm. Z jaką siłą uderza młot?
27. Dźwig budowlany podnosi w ciągu $t=8$ h ciężar $Q=30$ MN materiału na wysokość $h=9$ m. Jaka jest moc silnika tego dźwigu, jeżeli współczynnik sprawności całego urządzenia wynosi $\eta=60\%$?
28. Przy wbijaniu pali w ziemię młotem o ciężarze 1000 N, który porusza się z prędkością $v=10$ m/s ziemia stawia opór równy 50 kN. Znaleźć, na jaką głębokość wbija się pal przy każdym uderzeniu młota. Jaka jest średnia moc przy jednym uderzeniu?
29. Turysta o masie $m=75$ kg wznosi się w ciągu czasu $t=2$ h na wysokość $h=600$ m. Jaką pracę wykonuje turysta przy wchodzeniu? Jaka jest jego średnia moc?
30. Pociąg o masie $m=900$ ton rusza ze stacji i po czasie $t=3$ min nabywa prędkość $v=90$ km/h. Obliczyć moc lokomotywy.
31. Sanki ześlizgują się z pagórka, którego zbocze ma długość $l=10$ m i jest nachylone pod kątem 30° do podłoża. Jaką odległość x przebędą sanki na odcinku poziomym po zjechaniu ze zbocza, jeżeli na całej drodze współczynnik tarcia wynosi $f=0.2$?
32. Wyznaczyć pracę wciągnięcia ciężaru po równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$ oraz średnią i maksymalną moc urządzenia wciągającego, jeżeli masa ciężaru wynosi 100 kg, długość równi 2 m, współczynnik tarcia 0.1, a przyspieszenie wciągania 1 m/s^2 . U podnóża równi ciężar był w spoczynku.
33. Ciało o masie $m=100$ kg zsuwane jest z równi pochyłej o wysokości $h=1$ m i podstawie $l=10$ m siłą F przyłożoną poziomo (rys.). Współczynnik tarcia ciała o równię wynosi $f = 0.3$. Oblicz pracę wykonaną przez siłę F przy zsuwaniu ciała ruchem jednostajnym wzdłuż całej równi.
34. Spadający swobodnie kamień miał na wysokości h prędkość v_0 , a w chwili upadku prędkość v_k . Jaką prędkość miał ten kamień na wysokości równej $1/4 h$?
35. Punkt materialny o masie m zawieszony na nieważkiej nici o długości l przemieszczamy po drodze kołowej o promieniu l od położenia, w którym $\phi = 0$ do położenia $\phi = \phi_0$ przykładając do niego pewną stałą poziomą siłę F . Obliczyć pracę wykonaną przez siłę F .
36. Neutron, jedna z cząstek tworzących jądro, przebiega między dwoma punktami odległymi od siebie o 6.0 m w czasie $1.8 \cdot 10^{-4}$ s. Znaleźć jego energię kinetyczną zakładając, że prędkość neutronu jest stała. Masa neutronu wynosi $1.7 \cdot 10^{-27}$ kg.
37. Łyżwiarz o ciężarze 800 N, stojąc na lodzie, rzuca w kierunku poziomym kamień o ciężarze 10 N z prędkością 8 m/s. Obliczyć na jaką odległość przemieści się przy tym łyżwiarz, jeśli współczynnik tarcia o lód wynosi 0.02.
38. Kanister o masie 20 kg zawieszony jest na ruchomym bloczku (rys.)
 - a) Jaką siłą należy ciągnąć za drugi koniec sznura, aby ciężar poruszał się ze stałą prędkością?
 - b) Jaką pracę wykona ta siła przy podnoszeniu kanistra o 2 cm?
 - c) Jaką pracę nad kanistrem wykona wtedy siła grawitacji?



39. Jak pokazano na rysunku pojemnik o masie 2 kg znajduje się na równi pochyłej i początkowo znajduje się w spoczynku. Stała sprężystości sprężyny wynosi $k=120 \text{ N/m}$. Zwalniamy pojemnik.
- Ile wynosi prędkość pojemnika po przebyciu w dół równi drogi 10 cm?
 - Jak daleko od położenia początkowego prędkość pojemnika zmniejszy się do zera?
 - Wyznacz wartość i kierunek przyspieszenia w chwili, gdy prędkość pojemnika zmniejszy się do zera.



40. Pokazać na podstawie rozważań energetycznych, że minimalna odległość, na jakiej może zatrzymać się samochód o masie m , jadący po poziomej drodze z prędkością v , wynosi $v^2/2\mu_s g$, gdzie μ_s jest współczynnikiem tarcia statycznego między oponami i drogą.
41. Piłkę o masie 50 g wyrzucono przez okno pod kątem 30° w górę od poziomu z prędkością początkową o wartości 8 m/s.
- Oblicz energię kinetyczną piłki w najwyższym punkcie jej toru.
 - Oblicz wartość prędkości piłki, gdy znajdzie się ona o 3 metry poniżej punktu wyrzucenia.
42. Znaleźć siły działające w polach, w których energia potencjalna dana jest następującymi wzorami: a) $E_p = \frac{k_1}{r} + \frac{k_2}{2r^2}$, b) $E_p = \frac{k}{\pi} \cos(\pi r)$, c) $E_p = kr$, gdzie k_i to stałe, a r - odległość od centrum.
43. Wyjaśnić, na podstawie odpowiednich praw fizycznych następujące problemy:
- Dlaczego podczas zeskoku zgina się kolana?
 - Dlaczego pasy bezpieczeństwa w samochodzie zmniejszają ryzyko uszkodzenia ciała?
 - Na szklance położono tekturkę, a na niej monetę. Dlaczego moneta wpada do szklanki po gwałtownym szarpnięciu tekturką, a nie wpada przy powolnym pociągnięciu?
 - Jaka metoda mocowania obłuzowanego młotka na trzonku jest lepsza - uderzając trzonkiem o podłoże, czy częścią metalową?
 - Baron Munchhausen opowiada, że gdy kiedyś wpadł w bagno i już miał utonąć, uratował się ciągnąc sam siebie w górę za włosy. Czy to możliwe?

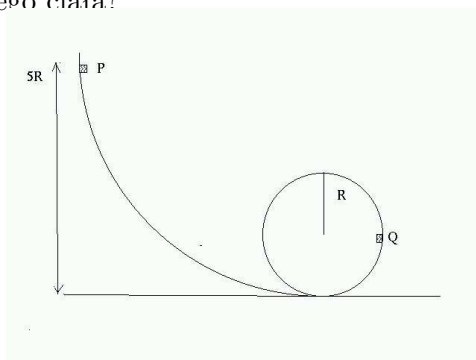
Grawitacja

1. Obliczyć prędkość v , jaką powinien mieć satelita Ziemi krążący po orbicie o promieniu R , jeśli:
a) $R \approx R_Z = 6370$ km, b) $R \approx R_K = 3.84 \cdot 10^5$ km.
Obliczyć czas T pełnego obiegu satelity wokół Ziemi w obu powyższych przypadkach.
2. Statek kosmiczny o masie m krąży swobodnie (bez napędu) po orbicie okołoziemskiej o promieniu R . Obliczyć całkowitą energię mechaniczną statku.
3. Z powierzchni Ziemi wyrzucono pionowo do góry z prędkością początkową v_0 . Na jaką wysokość wznie- sie się to ciało? Jaką powinno mieć najmniejszą prędkość, aby nigdy nie spadło na Ziemię?
4. Promień Marsa stanowi 0.53 promienia Ziemi, masa Marsa stanowi 0.11 masy Ziemi. Porównać ciężary ciała o jednakowej masie na Ziemi i Marsie.
5. Gwiazda podwójna składa się z dwóch mas m_1 i m_2 , które obracają się wokół wspólnego środka masy po kołowych orbitach. Ich wzajemna odległość wynosi r . Z jaką prędkością kątową obraca się ten układ?
6. Ciało, któremu na pewnej planecie nadano prędkość v_0 pionowo w górę, wzniosło się z jej powierzchni na wysokość równą jej promieniowi. Jaką prędkość należy nadać ciału na powierzchni tej planety, aby oddaliło się od niej nieskończenie daleko?
7. Na jakiej wysokości ciężar ciała jest 9 razy mniejszy od ciężaru tego ciała na powierzchni Ziemi?
8. Rakieta o masie 150 kg została wystrzelona radialnie z powierzchni Ziemi i na wysokości 200 km ponad powierzchnią ma prędkość 3.70 km/s.
a) Oblicz energię kinetyczną rakiety na wysokości 1000 km.
b) Jaka jest maksymalna wysokość na jaką może wznieść się ta rakieta?
9. W jakiej odległości od środka Ziemi powinien krążyć satelita, aby znajdował się on stale nad tym samym punktem na kuli ziemskiej? Wyrazić promień tego satelity przez ogólnie znane wielkości: pro- mień Ziemi R_z , przyspieszenie na powierzchni Ziemi g_Z , oraz czas obiegu Ziemi wokół swej osi T_Z .
10. Pocisk o masie 100 ton został wystrzelony z pierwszą prędkością kosmiczną pionowo do góry. Obliczyć, jaką siłą pole grawitacyjne Ziemi będzie działać na pocisk w najwyższym punkcie jego toru.
11. Pewna planeta ma masę $5 \cdot 10^{23}$ kg i promień $2 \cdot 10^6$ m. Ciało o masie 10 kg ma być wystrzelone z jej powierzchni.
a) Jeżeli ciało zostało wystrzelone z początkową energią kinetyczną $5 \cdot 10^7$ J, jaka będzie jego energia kinetyczna w odległości $4 \cdot 10^6$ m od środka tej planety?
b) Jeżeli ciało ma się znaleźć na orbicie o promieniu $8 \cdot 10^6$ m, z jaką energią powinno być wystrzelone?

Zasada zachowania energii

1. Obliczyć energię potencjalną, kinetyczną oraz sumę tych energii dla ciała o masie $m=200$ g wzniesionego na wysokość $H=4$ m i puszczanego swobodnie. Obliczenia przeprowadzić dla wysokości 4 m, 3 m i 0 m.
2. W grze w baseball gracz rzuca piłkę ważącą 0.25 kG z prędkością początkową 18 m/s. Inny gracz łapie tę piłkę na tej samej wysokości, przy czym jej prędkość jest zmniejszona do 12 m/s. Jaką pracę wykonała piłka przy pokonywaniu oporu powietrza?
3. Kamień o masie $m=250$ g rzucono z wysokości $h=50$ m pod pewnym kątem do poziomu z prędkością początkową $v_0=20$ m/s. Kamień upadł na powierzchnię Ziemi z prędkością $v=30$ m/s. Obliczyć pracę zużytą na pokonanie oporów powietrza.
4. Dwugramowa moneta leży na pionowo ustawionej sprężynie. Monetę pchnięto w dół tak, że sprężyna skróciła się o 1.0 cm. Współczynnik sprężystości wynosi 40 N/m. Jak wysoko moneta wzniesie się ponad położenie pierwotne po zwolnieniu sprężyny?
5. Klocek o masie 2 kg spada z wysokości 0.40 m na sprężynę o współczynniku sprężystości $k=1960$ N/m. W wyniku tego sprężyna zostaje ściśnięta. Oblicz maksymalną zmianę długości sprężyny.
6. Klocek o masie 4 kg ślizga się po gładkim poziomym stole z prędkością 2 m/s. Napotkawszy na swej drodze sprężynę klocek ten ścisną ją i zatrzymuje się. O ile została ściśnięta sprężyna, jeśli jej współczynnik sprężystości wynosi 1.6 kG/m?
7. Idealna nieważka sprężyna S może być ściśnięta o 1.0 m pod wpływem siły 100 N. Ta sama sprężyna została umieszczona przy podstawie doskonale gładkiej równi pochyłej, która tworzy z poziomem kąt $\theta = 30^\circ$. Ciało o masie $M=10$ kg pozostające początkowo w spoczynku na szczycie równi zostaje zwolnione i ześlizguje się w dół. Ciało to zatrzymuje się natychmiast po ściśnięciu sprężyny o 2.0 m.
 - a) Jaką odległość przebywa ślizgające się ciało do chwili zatrzymania?
 - b) Jaką prędkość ma to ciało bezpośrednio przed zetknięciem się ze sprężyną?
8. Ciało o masie 15 kg porusza się w górę bez tarcia po powierzchni nachylonej do poziomu pod kątem 5° z przyspieszeniem 2 m/s^2 . Na pewnej drodze jego prędkość zwiększa się od wartości 10 m/s do 30 m/s.
 - a) Ile wynosi przy tym zmiana energii mechanicznej ciała?
 - b) Jaka jest wtedy średnia szybkość, z jaką energia jest przekazywana blokowi?
 - c) Ile wynosi chwilowa moc, gdy prędkość ciała wynosi 30 m/s?
9. Ciało zsuwa się po powierzchni nachylonej pod kątem α do poziomu. Współczynnik tarcia f zależy od przebytej przez ciało drogi s i $k(s) = bs$, gdzie b jest dodatnim współczynnikiem. Wyznaczyć drogę przebytą przez ciało do momentu zatrzymania się oraz maksymalną prędkość ciała na tej drodze.
10. Kamień o masie m został rzucony w górę z prędkością początkową v_0 . Spadając kamień minął miejsce wyrzucenia i wpadł do studni o głębokości l .
 - a) Obliczyć wysokość h , na jaką wzleci kamień, korzystając z zasady zachowania energii.
 - b) Z jaką prędkością kamień doleciał do dna studni?
 - c) Jaka siła działała na kamień po wyrzuceniu? Czy praca tej siły jest dodatnia czy ujemna?
11. Z pistoletu sprężynowego wystrzelono pionowo do góry pocisk o masie $m=0.002$ kg. Współczynnik odkształcenia sprężystego sprężyny wynosi $k=1.96$ N/m, a przed wystrzałem sprężyna została ściśnięta o 0.1 m. Obliczyć prędkość początkową pocisku oraz wysokość, na jaką się wzniesie.
12. Wahadło matematyczne składa się z nici o długości l i kulki o masie m . W chwili gdy kulka ma prędkość v_0 , nić wahadła tworzy z pionem kąt θ_0 ($0 < \theta_0 < \pi/2$). Przy pomocy g oraz przy pomocy podanych wyżej wielkości określić:
 - a) całkowitą energię mechaniczną układu;
 - b) prędkość v_1 kulki w jej najniższym położeniu;
 - c) najmniejszą wartość prędkości v_2 , którą mogłaby mieć v_0 , aby nić podczas ruchu osiągnęła położenie poziome;
 - d) prędkość v_3 taką, że jeśli $v_0 > v_3$ to wahadło nie będzie wykonywało drgań, lecz będzie poruszało się w sposób ciągły po okręgu koła w płaszczyźnie pionowej.

13. Mała kulka stacza się po rynnie zakończonej pionową pętlą o promieniu r . Z jakiej wysokości kulka ta powinna być puszczona, aby:
 - a) nie odpaść od pętli, b) odpaść na wysokości $h = 3/2 r$.
14. 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?
15. Jaką pracę wykona silnik pociągu elektrycznego na drodze 100 m, jeżeli pociąg pokonał tę drogę z przyspieszeniem 1.5 m/s^2 ? Pracę wyznacz dla przypadku, gdy pociąg jedzie po torze poziomym oraz gdy jedzie po torze wznoszącym się po kątem 30° do poziomu. Masa pociągu wynosi 120 ton, a efektywny współczynnik tarcia 0.05.
16. Po torze wygiętym jak na rys. zsuwa się bez tarcia ciało o masie m .
 - a) Obliczyć siłę działającą na to ciało w punkcie Q, jeżeli zaczęło się ono zsuwać z punktu P.
 - b) Z jakiej wysokości ciało musi się zsunąć, aby siła, którą wywiera ono na tor w najwyższym punkcie pętli, była równa ciężarowi tego ciała?



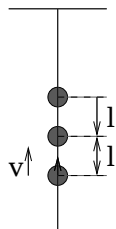
17. Gdy winda o ciężarze 1800 kG znajduje się w spoczynku na pierwszym piętrze następuje zerwanie liny. W chwili wypadku winda znajduje się $d=3.5 \text{ m}$ ponad sprężyną amortyzującą o współczynniku sprężystości $k=15 \text{ kG/m}$. Dzięki włączaniu się urządzenia zabezpieczającego pojawiła się stała siła tarcia o wartości 450 kG, która przeciwstawia się ruchowi windy.
 - a) znaleźć prędkość windy tuż przed uderzeniem w sprężynę,
 - b) znaleźć odległość s , o jaką sprężyna zostanie ściśnięta.
 - c) znaleźć odległość, na jaką winda odskoczy z powrotem do góry,
18. Wahadło matematyczne, utworzone z lekkiego sztywnego pręta o długości l i z ciała o masie m przymocowanego do końca pręta ustawiono tak, aby to ciało zajmowało najwyższe położenie, po czym je puszczono.
 - a) Obliczyć prędkość v ciała oraz
 - b) naprężenie T działające na punkt zawieszenia w chwili, gdy znajduje się ono w najniższym położeniu.
 - c) Następnie to samo wahadło umieszczono w położeniu poziomym i puszczono. Pod jakim kątem, licząc od pionu, wahadło będzie się znajdowało w chwili, gdy siła działająca na punkt zawieszenia będzie się równała ciężarowi ciała?
19. Małe ciało położono na półkuli o promieniu R w jej najwyższym punkcie, skąd zaczęło się zsuwać bez tarcia. Wyznaczyć miejsce (kąt θ) oderwania się ciała od czaszy.
20. Pocisk o masie $m = 5g$ poruszający się z prędkością $v_1=800 \text{ m/s}$ przebija deskę grubości $d=2 \text{ cm}$ i leci dalej z prędkością $v_2=600 \text{ m/s}$. Oblicz średnią wartość siły oporu działającą na pocisk podczas przebijania deski.
21. Piłka spada z wysokości H na gładką twardą powierzchnię. Z jaką prędkością początkową v_o powinna być rzucona piłka z tej wysokości, aby po n odbiciach znów wróciła na wysokość H , jeżeli przy każdym odbiciu zachowuje ona k -tą część energii początkowej?

22. Piłkę puszcza się swobodnie z wysokości h nad podłożem. Podczas odbicia piłka traci $1/3$ swojej energii mechanicznej. Oblicz na jaką wysokość wzniesie się ona po 4 odbiciach i ile energii mechanicznej zamieniło się w energię wewnętrzną.
23. Kula o masie m została wystrzelona z prędkością v_0 pionowo w dół z wysokości H i wryła się w ziemię na głębokość h . Nie uwzględniając sił tarcia w czasie lotu w powietrzu, obliczyć średnią siłę tarcia działającą na kulę, gdy zagłębiała się ona w ziemię.
24. Transporter przenosi 200 kg piasku w czasie 1 s. Długość taśmy przenoszącej piasek wynosi 3 m, a kąt nachylenia do poziomu $\alpha = 30^\circ$. Obliczyć moc rozwijaną przez silnik napędzający transporter, jeżeli sprawność urządzenia wynosi 85%.
25. Chłopiec o masie M , który huśtając się na huśtawce wychylał się na wysokość H od swojego położenia równowagi, w pewnej chwili chwycił podany mu ciężar o masie m . Obliczyć maksymalną wysokość h na jaką wychyli się huśtawka, gdy ciężar będzie podany:
- w chwili największego wychylenia,
 - w chwili przechodzenia jej przez położenie równowagi.

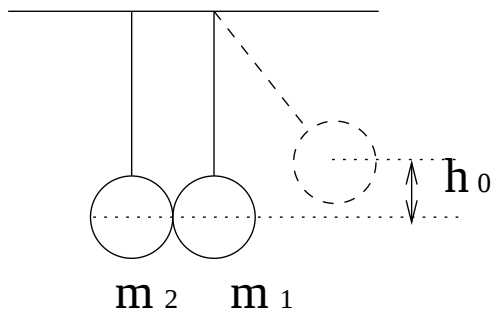
Pęd, Zasada zachowania pędu

1. 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 toru ($M_\alpha/M_{tor}=4/234$).
2. Jaką część swojej energii kinetycznej traci neutron o masie m_1 w zderzeniu centralnym ze spoczywającym jądrem atomowym o masie m_2 ?
3. 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.
4. Człowiek o masie 60 kg biegnący z prędkością 8 km/h dogania wózek o masie 80 kg, który jedzie z prędkością 2.8 km/h i na niego wskakuje.
 - a) Z jaką prędkością będzie poruszał się wózek z człowiekiem?
 - b) Jaka będzie prędkość wózka z człowiekiem w przypadku, gdy człowiek przed skokiem będzie biegł naprzeciw wózka?
5. Dwie platformy o masie M każda poruszają się po równoległych torach z prędkościami v i $3/2v$. Na wolniejszej platformie stoi człowiek o masie m . W pewnej chwili przeskakuje on na szybszą platformę w taki sposób, że prędkość wolniejszej spada do $1/2v$. Jaka będzie prędkość szybszej platformy po wylądowaniu człowieka?
6. Od dwustopniowej rakiety o masie $M=1200$ kg, po osiągnięciu szybkości $v=200$ m/s, oddzielił się pierwszy stopień o masie $m=700$ kg. Jaką szybkość osiągnął drugi stopień rakiety, jeżeli szybkość pierwszego stopnia zmalała w wyniku tej operacji do $v_1=150$ m/s?
7. Pocisk o masie m_1 i prędkości v_1 trafia w ciało o masie m_2 , które porusza się z prędkością $v_2 < v_1$, wzdłuż tej samej prostej co pocisk. Znaleźć prędkość drugiego ciała po trafieniu, jeżeli wiadomo, że pocisk poleciał dalej z prędkością v'_1 . Zbadać przypadki, gdy ciało porusza się w tą samą stronę co pocisk oraz gdy porusza się w stronę przeciwną.
8. W klocek o masie $M=0.98$ kg leżący na ogrodzeniu o wysokości $h=20$ m uderzył lecący poziomo z prędkością $v=500$ m/s pocisk o masie $m=0.02$ kg i utkwiał w nim.
 - a) W jakiej odległości od płotu upadł klocek z pociskiem?
 - b) Jaka była wartość prędkości klocka w chwili uderzenia o ziemię?
9. W klocek o masie $M=0.998$ kg wiszący swobodnie na linie o długości $d=1.0$ uderzyła kula karabinowa o masie $m=0.002$ kg lecąca poziomo z prędkością $v=500$ m/s i ugrzęzła w nim. Oblicz:
 - a) maksymalny kąt o jaki odchylił się linka,
 - b) ilość energii rozproszonej w zderzeniu.
10. Do klocka o masie $M=1.0$ kg wiszącego na linie o długości $d=1.0$ m terrorysta przyczepił materiał wybuchowy. Po eksplozji $1/11$ masy klocka odleciała z poziomą prędkością początkową $v_0=20$ m/s, a pozostała masa nie oderwała się od linki. Obliczyć:
 - a) o jaki maksymalny kąt wychyliła się wisząca na linie masa?
 - b) energię kinetyczną, jaką uzyskały obie masy.
11. Kula stalowa o masie $m=5$ kg pada z wysokości $h=50$ cm na gładką powierzchnię poziomą i po odbiciu wznosi się jeszcze na wysokość $h_1=39$ cm. Jaki pęd oddaje kula płaszczyźnie w czasie uderzenia?
12. Dwie kule o danych masach i prędkościach początkowych zderzyły się centralnie. Zderzenie było doskonale sprężyste. Znaleźć prędkości końcowe kul
13. Zderzają się centralnie dwie kule niesprężyste o masach $m=4$ kg i $M=5$ kg poruszające się z prędkościami $v_1=3$ m/s i $V_1=6$ m/s. Obliczyć prędkości kul po zderzeniu.
14. Dwie kule o masach $M=8$ kg i $m=4$ kg poruszające się po tej samej linii prostej zatrzymują się w zderzeniu centralnym sprężystym. Określić prędkość większej kuli przed zderzeniem, jeżeli mniejsza kula poruszała się z prędkością $v_1=3$ m/s.

15. Dwie kule o masach $M=5\text{ kg}$ i $m=3\text{ kg}$ poruszające się z prękościami $V_1=12\text{ cm/s}$ i $v_1=4\text{ cm/s}$ zderzają się centralnie. Obliczyć prękości kul po zderzeniu:
- w przypadku kul niesprężystych,
 - w przypadku kul doskonale sprężystych.
16. Trzy jednakowe kulki z plasteliny wiszą jedna pod drugą w odległościach $l=10\text{ cm}$ (rys.). Dolnej kulce nadano prędkość $v=12\text{ m/s}$ pionowo do góry. Jak wysoko (licząc od poziomu, na którym znajduje się środek górnej kulki) wzniosą się te kulki po zderzeniach doskonale niesprężystych?



17. Dwie kule zawieszone na równoległych niciach tej samej długości stykają się (rys.). Kula o masie $m_1=0.2\text{ kg}$ zostaje odchyłona od pionu tak, że jej środek ciężkości wznosi się o $h_0=4.5\text{ cm}$ do góry, a następnie puszczona swobodnie. Na jaką wysokość wzniosą się kule po zderzeniu doskonale niesprężystym, jeśli masa drugiej kuli wynosi $m_2 = 0.5\text{ kg}$?



18. Z wiatrówki strzelono do kawałka wosku leżącego w odległości $l=50\text{ cm}$ od końca stołu. śrut o masie $m = 1\text{ g}$, lecący poziomo z prędkością $v = 150\text{ m/s}$ przebija wosk i leci dalej z prędkością $0.5v$. Masa kawałka wosku wynosi $M=50\text{ g}$. Przy jakim współczynniku tarcia wosku o stół, wosk spadnie ze stołu?
19. Kula o masie $m_1= 0.3\text{ kg}$ została zawieszona na nieważkiej nici o długości 0.41 m . Nici z kulą odchyłono o 30° od pionu i puszczono. W chwili, gdy nici była równoległa do pionu w kulę trafił pocisk o masie $m_2= 0.003\text{ kg}$ i utknął w niej, a kula się zatrzymała. Znaleźć prędkość v_2 pocisku tuż przed jego uderzeniem w kulę.
20. Ciało o masie m spada z wysokości H . W połowie wysokości zostaje trafione poziomo lecącym pociskiem, który wbija się w nie niesprężysto. Masa pocisku wynosi $m = 0.1M$, a jego prędkość wynosi v . Oblicz prędkość układu w momencie upadku na Ziemię.
21. Obliczyć przyspieszenie środka masy układu trzech mas $m_1=1\text{ kg}$, $m_2=2\text{ kg}$, $m_3=3\text{ kg}$ umieszczonych w rogach trójkąta równobocznego o boku 1.0 m , na które działają siły $F_1= 6\text{ N}$, $F_2= 10\text{ N}$, $F_3= 14\text{ N}$.
22. Łódź o masie $M=150\text{ kg}$ stoi w nieruchomej wodzie. Znajdujący się na łodzi człowiek o masie $m=70\text{ kg}$ przechodzi z dziobu na rufę. Jaka jest długość łodzi, jeżeli przesunęła się ona przy tym o $s=1,4\text{ m}$, a tarcie w wodzie można zaniedbać?
23. Człowiek o masie m chwyta się drabiny linowej spuszczonej z balonu o masie M . Balon jest nieruchomy względem Ziemi.
- Jeżeli człowiek zacznie się wspinać po drabinie z prędkością v (względem drabiny), to w jakim kierunku i z jaką prędkością (względem Ziemi) zacznie się poruszać balon?
 - Jaki będzie stan balonu, gdy człowiek przestanie się wspinać?
24. Ricardo (masa 80 kg) i Carmelita podziwiają jezioro Merced o zmierniku, w kajaku (masa 30 kg). Gdy kajak znajduje się w stanie spoczynku, przy spokojnej wodzie zamieniają się miejscami. które są

od siebie oddalone o 3 m i umieszczone symetrycznie względem środka kajaka. Ricardo zauważył, że kajak poruszył się o 0.4 m względem zanurzonego logu i obliczył masę Carmelity, do której nigdy nie chciała się przyznać. Ile wynosi jej masa?

25. Człowiek (masa 80 kg) stoi w tyle łodzi bojerowej, która jedzie po lodzie (lód jest doskonale gładki) z prędkością 4 m/s. Postanawia przejść do przodu 18-metrowej łodzi i robi to z prędkością 2 m/s względem łodzi. Jak daleko pojechała łódź w tym czasie, gdy człowiek siedł?
26. Platforma kolejowa o masie $M_1=19$ ton porusza się z prędkością $v=20$ km/h. Na platformie znajduje się armata o masie $m_2=1.5$ tony, której lufa skierowana jest poziomo w kierunku ruchu platformy. Jaką prędkość v_2 uzyska platforma po wystrzale z armaty, jeżeli pocisk o masie $m_3=60$ kg wylatuje z prędkością $v_1=800$ m/s?
27. Trzy doskonale sprężyste kulki o masach $m_1=60$ g, $m_2=50$ g i $m_3=40$ g wiszą na równoległych nitkach tak, że ich środki leżą na jednej prostej, a powierzchnie stykają się ze sobą. Pierwsza z nich odchylona w płaszczyźnie zawieszenia, uderza w drugą z prędkością $v=30$ cm/s. Jaką prędkość uzyska ostatnia z kulek?
28. Piłka o masie $m=200$ g uderza w ścianę i odbija się od niej bez straty prędkości, tworząc z normalną do ściany kąt $\alpha = 60^\circ$. Kąt odbicia równy jest kątowi padania. Prędkość piłki $v=5$ m/s, czas zetknięcia się piłki ze ścianą $t=50$ ms. Oblicz siłę uderzenia.
29. Kula wylatuje z lufy karabinu z prędkością $v=600$ m/s, masa kuli wynosi $m=10$ g, masa karabinu $M=3,75$ kg. Wyznaczyć prędkość odskoku karabinu podczas wystrzału.
30. Kulka o masie m_1 zawieszona na nici o długości l_1 zostaje odchylona o kąt θ . Puszczona wraca do pionu i w tym momencie uderza w kulkę o masie m_2 zawieszoną na nici o długości l_2 . masie m_2 zatoczyła pełny okrąg. Rozpatrzyć zderzenia:
 - a) doskonale sprężyste,
 - b) doskonale niesprężyste (kulki się zlepiają).
31. W najniższym punkcie pochylni spoczywa wózek o masie m . Drugi taki sam wózek puszczono z wysokości h , a wyniku zderzenia wózki się połączyły i dalej poruszały razem. Na jaką wysokość wjadą wózki po zderzeniu?
32. Kulka o masie M znajdująca się na końcu mogącego się obracać pręta o długości L (masę pręta pomijamy), została wychylona o 180° ze swego najniższego położenia. Spadając kulka zderza się w najniższym punkcie z kulką z plasteliny o masie m . Na jaką wysokość wzniosą się obie kulki po zderzeniu i zlepieniu się?
33. Dwa ciała o jednakowych masach zsuwają się jednocześnie z równi o kącie nachylenia α . Pierwsze ciało znajduje się na wysokości h_1 , a drugie na h_2 . Ciała te zsuwają się z prędkościami odpowiednio v_1 i v_2 i na równi następuje doskonale sprężyste, centralne ich zderzenie. W jakim czasie każde ciało zsunie się z równi, jeżeli współczynnik tarcia wynosi $\mu = \tan \alpha$.
34. Korzystając z zasady zachowania energii obliczyć na jaką wysokość wzniesie się ciało poruszające się po drodze złożonej z dwóch odcinków: poziomego o długości s_1 i nachylonego pod kątem α . Na początku drogi s_1 ciało miało prędkość v_1 , a współczynniki tarcia wynoszą odpowiednio f_1 i f_2 .
35. W spoczywającą drewnianą kulę o masie m_1 uderza od dołu pocisk o masie m_2 poruszający się z prędkością v pionowo do góry. Pocisk przebija kulę. Oblicz, na jaką wysokość wzniesie się pocisk, jeżeli kula wzniosła się na wysokość h_1 .
36. Pocisk o masie m uderza w klocek o masie M zawieszony na nieważkiej nici o długości l . Znając końcowy kąt wychylenia klocka od pionu α , obliczyć poziomą początkową prędkość pocisku w przypadku gdy:
 - a) pocisk po uderzeniu grzęźnie w klocku,
 - b) pocisk po uderzeniu odskakuje od wahadła z prędkością u , c) pocisk po uderzeniu spada.
37. Człowiek o masie 100 kg, stojący na powierzchni o bardzo małym tarcu, kopnął do przodu kamień o masie 0.1 kg, który leżał przy jego stopie, tak, że nadał mu prędkość początkową 500 m/s. Jaką prędkość uzyska człowiek wskutek tego kopnięcia?

38. Młot o masie $m=1.5$ kg, poruszany z prędkością $v=10$ m/s wbija gwóźdź na głębokość $h = 1$ cm. Z jaką siłą uderza młot?
39. Pocisk rzucony jest z prędkością 5 m/s pod kątem 60^0 do poziomu. W najwyższym punkcie lotu rozrywa się na dwie równe części tak, że jedna połówka zatrzymuje się, a następnie opada w dół. Ile wynosi zasięg rzutu drugiej połówki?
40. Sanki ważące 12 kg i załadowane 80 kg piasku zjeżdżają w dół oblodzonego wzniesienia o długości 300 m, nachylonego pod kątem 30^0 do poziomu. Sanki mają dziurę, przez którą piasek wysypuje się w ilości 5 kg/s. Po jakim czasie sanki zjadą w dół?