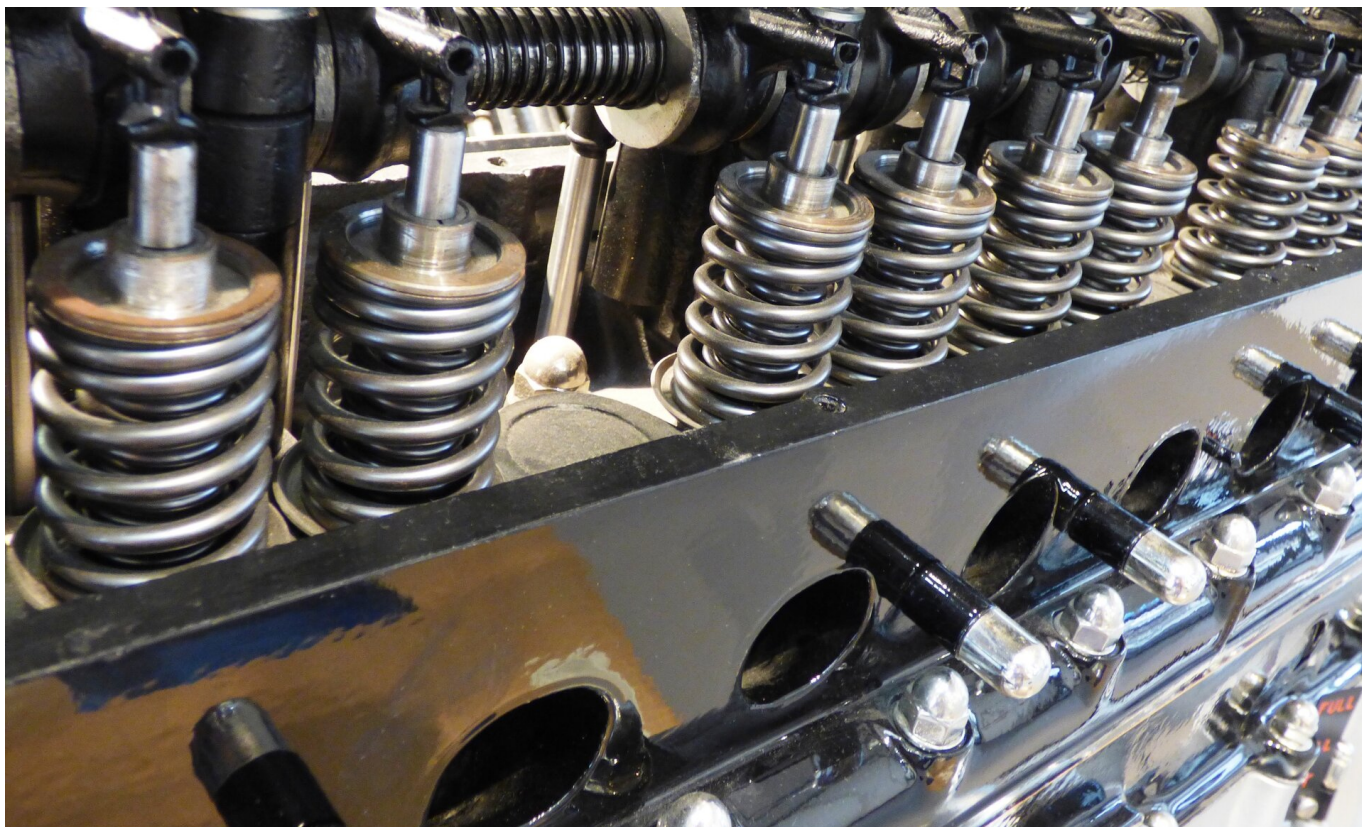




Praca i moc w zadaniach – przykłady

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Praca i moc w zadaniach – przykłady

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/silnik-motoryzacja-cylinder-1100580/> [dostęp 24.04.2022 r.].

Czy to nie ciekawe?

Zagadnienia pracy i mocy pojawiają się w wielu różnorodnych sytuacjach: sanki ciągnięte po śniegu, hamowanie pocisku w kamizelce kuloodpornej, maksymalna prędkość, jaką może uzyskać pojazd o danej mocy silnika, czy wreszcie praca, jaką wykonują silniki samolotu podczas startu. Te wszystkie (i jeszcze inne) problemy rozwiążemy w tym e-materiale.

Twoje cele

Dzięki temu e-materiałowi:

- rozwiążesz podstawowe zadania związane z pracą i mocą,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do analizy różnych zagadnień.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W tym e-materiale przedstawimy rozwiązania kilku przykładowych zagadnień związanych z tematyką pracy i **mocy**. Praca w sensie fizycznym ma dwa znaczenia:

1. Jest to sposób zamiany jednego rodzaju energii w inny (a zatem pewien proces);
2. Jest to wielkość fizyczna, która opisuje powyższy proces, czyli mówi, ile energii zostało zamienione z jednej formy w drugą.

Definicja pracy jako wielkości fizycznej jest następująca:

$$W = F \Delta r \cos \theta,$$

gdzie F i Δr są wartościami wektorów siły i przemieszczenia, a θ – kątem pomiędzy tymi wektorami. W przypadku, gdy ruch jest prostoliniowy (a tylko takimi sytuacjami będziemy zajmowali się w tym e-materiale), wartość wektora przemieszczenia jest równa przebytej drodze $\Delta r = s$. Jednostką pracy jest dżul (J).

Moc z kolei określa szybkość wykonywania pracy:

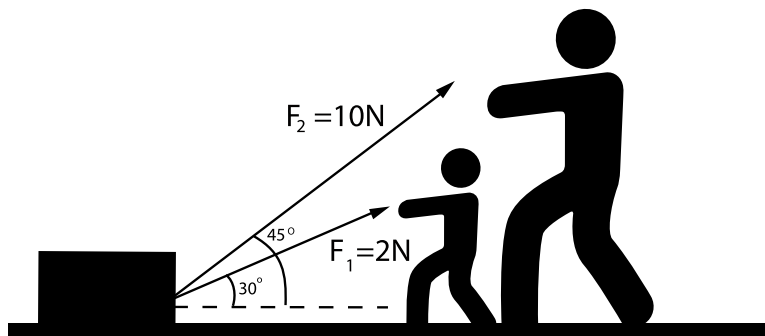
$$P = \frac{W}{t}.$$

Jednostką **mocy** jest wat (W). Więcej informacji dotyczących pracy i mocy znajdziesz w e-materiałach “Praca mechaniczna i jej jednostka” oraz “Moc i jej jednostka”. Tymczasem, przejdźmy do typowych zadań dotyczących tych zagadnień.

Przykład 1: praca kilku sił działających na ciało (dla zakresu rozszerzonego)

Treść zadania:

Kasia wraz ze swoim tatą ciągną sanki o masie $m = 10$ kg po płaskiej, pokrytej śniegiem polanie w sposób przedstawiony na rysunku. Sanki poruszają się ruchem jednostajnym. Oblicz: a) całkowitą pracę wykonaną przez przyłożone siły, jeśli sanki zostały przesunięte na odległość $s = 35$ m, b) współczynnik tarcia sanek o śnieg.



Rys. 1. Sytuacja opisana w przykładzie 1.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Dane:

Masa sanek: $m = 10 \text{ kg}$

Siła przyłożona przez Kasię: $F_1 = 2 \text{ N}$

Siła przyłożona przez tatę: $F_2 = 10 \text{ N}$

Kąt siły przyłożonej przez Kasię względem poziomu: $\theta_1 = 30^\circ$

Kąt siły przyłożonej przez tatę względem poziomu: $\theta_2 = 45^\circ$

Odległość jaką przebyły sanki: $s = 35 \text{ m}$

Przyspieszenie ziemskie: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

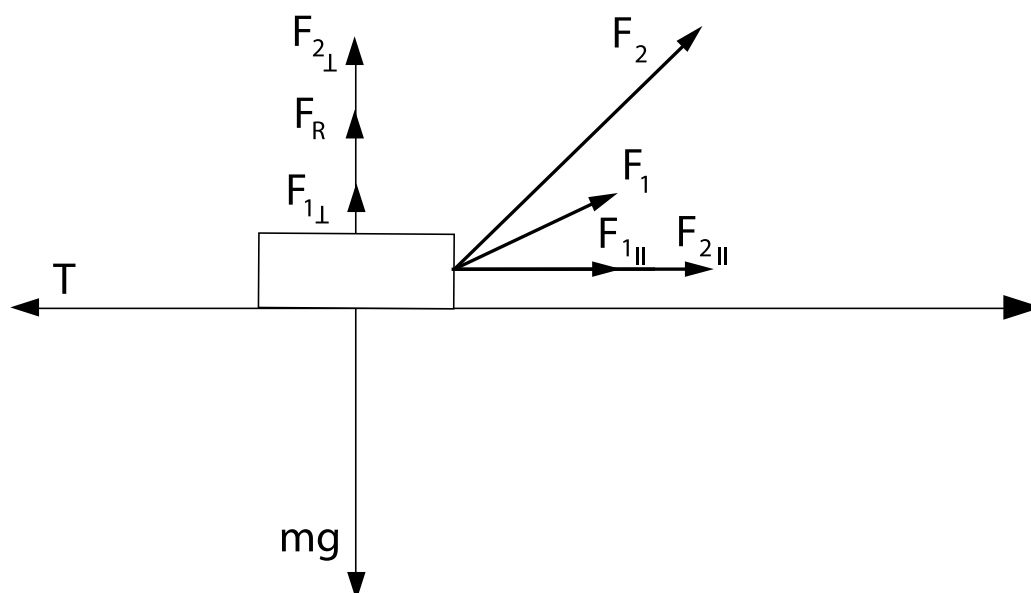
Szukane:

Praca wykonana przez siły: $W = ?$

Współczynnik tarcia sanek o śnieg: $f = ?$

Analiza zadania:

Kasia i tata działają na sanki pewnymi siłami. Siły te można rozłożyć na składową równoległą $F_{\parallel}$ (tutaj: poziomą) oraz prostopadłą $F_{\perp}$ do ruchu (pionową). Dodatkowo na sanki działa siła tarcia T (skierowana poziomo) oraz siły: ciężkości mg i reakcji podłoża F_R (skierowane pionowo). Wszystkie siły zaznaczyliśmy na rysunku.



Rys. 2. Rozkład sił przyłożonych przez Kasię i tatę do sanek na wektory składowe równoległe i prostopadłe do przemieszczenia sanek.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

W kierunku poziomym, sanki poruszają się ruchem jednostajnym – siły w tym kierunku muszą się więc równoważyć. Dzięki temu będziemy w stanie wyznaczyć nieznaną siłę tarcia T .

Ponadto, sanki nie wykonują ruchu w kierunku pionowym, a zatem siły w tym kierunku również muszą się równoważyć. Siła F_R jest co do wartości równa sile nacisku sanek na podłoże F_N . Siła F_N występuje we wzorze na siłę tarcia posuwistego: $T = fF_N$. Wartość siły F_N jest równa sile ciężkości pomniejszonej o pionowe składowe sił przyłożonych przez tatę i Kasię. W połączeniu z wyznaczoną poprzednio siłą T , znajomość siły F_N umożliwi nam wyznaczenie współczynnika tarcia f .

Rozwiązanie:

a) Praca wykonana przez siły:

Praca mechaniczna dana jest wzorem:

$$W = F \Delta r \cos \theta = Fs \cos \theta.$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy pracę:

$$[W] = N \cdot m = J.$$

Praca siły F_1 (przyłożonej przez Kasię) wynosi zatem:

$$W_1 = F_1 s \cos \theta_1 = 2 \text{ N} \cdot 35 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ \approx 60,6 \text{ J}.$$

Praca siły F_2 (przyłożonej przez tatę) wynosi:

$$W_2 = F_2 s \cos \theta_2 = 10 \text{ N} \cdot 35 \text{ m} \cdot \cos 45^\circ \approx 247,5 \text{ J}.$$

Całkowita praca jest sumą wszystkich prac „cząstkowych”:

$$W = W_1 + W_2 = 308,1 \text{ J}.$$

b) Wyznaczanie współczynnika tarcia:

Siły działające w kierunku poziomym równoważą się, więc możemy zapisać:

$$T = F_{1\parallel} + F_{2\parallel},$$

$$T = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2.$$

Siły działające w kierunku pionowym również równoważą się, możemy zatem zapisać:

$$mg = F_{1\perp} + F_{2\perp} + F_R.$$

Ponieważ $F_R = F_N$, to:

$$mg = F_1 \sin \theta_1 + F_2 \sin \theta_2 + F_N,$$

$$F_N = mg - F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2.$$

Wykorzystajmy teraz wzór na siłę tarcia i podstawmy otrzymane wcześniej wyrażenia na T oraz F_N :

$$T = f F_N,$$

$$F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2 = f(mg - F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2),$$

$$f = \frac{F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2}{mg - F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2}.$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy współczynnik tarcia:

$$[f] = \frac{N}{N} = 1$$

(współczynnik tarcia jest wielkością bezwymiarową).

$$f = \frac{2 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ + 10 \text{ N} \cdot \cos 45^\circ}{10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 2 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ - 10 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ} \approx \frac{8,8 \text{ N}}{90,03 \text{ N}} \approx 0,083.$$

Odpowiedź:

Łączna wykonana przez siły praca W wynosi ok. 308,1 J. Współczynnik tarcia sanek o śnieg f wynosi ok. 0,083.

Przykład 2: praca sił tarcia (dla zakresu podstawowego i rozszerzonego)

Treść zadania:

Pocisk o masie $m = 20 \text{ g}$ porusza się z prędkością $v = 400 \text{ m/s}$ i trafia w kamizelkę kuloodporną i zatrzymuje się po przebyciu odległości $s = 5 \text{ cm}$. Oblicz średnią siłę oporów ruchu działającą na pocisk w kamizelce.

Dane: Masa pocisku: $m = 20 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ Prędkość pocisku: $v = 400 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Odległość, jaką przebywa pocisk: $s = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	Szukane: Średnia siła oporów ruchu: F_O $= ?$
---	--

Analiza zadania:

Poruszający się pocisk ma pewną energię kinetyczną. Gdy trafi on w kamizelkę kuloodporną, energia ta, na skutek pracy sił oporu zamieniana jest na ciepło oraz pracę przy deformacji kamizelki (które tutaj pominiemy). Aby pocisk zatrzymał się w kamizelce, praca sił oporów ruchu W_O musi być równa początkowej energii kinetycznej pocisku E_k . Innymi słowy, energia kinetyczna jest “rozpraszana” na pracę sił oporu.

Rozwiązanie:

$$E_k = W_O,$$

$$\frac{mv^2}{2} = F_O s,$$

$$F_O = \frac{mv^2}{2s}.$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy siłę:

$$[F_O] = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{m}} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N},$$

$$F_O = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot (4 \cdot 10^2 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 3,2 \cdot 10^4 \text{ N} = 32\,000 \text{ N}.$$

Odpowiedź:

Średnia siła oporów ruchu F_O w kamizelce wynosi 32 000 N.

Przykład 3: praca sił ciężkości (dla zakresu podstawowego i rozszerzonego)**Treść zadania:**

Jaką pracę wykonała siła ciężkości działająca na swobodnie spadającą kulę o masie $m = 1 \text{ kg}$ w drugiej sekundzie jej lotu? Ruch zachodzi w pobliżu Ziemi.

Dane: Masa kuli: $m = 1 \text{ kg}$ Przyspieszenie ziemskie: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ $t_1 = 1 \text{ s}$ $t_2 = 2 \text{ s}$	Szukane: Praca siły ciężkości wykonana w drugiej sekundzie ruchu: $W = ?$
--	---

Analiza zadania:

Siła ciężkości powodująca ruch ciał w kierunku środka Ziemi wykonuje pewną pracę. Zarówno wektor siły ciężkości, jak i przemieszczenia skierowane są pionowo w dół. Praca siły ciężkości wynosi więc $W = F\Delta r = mgs$. Przemieszczenie ciała w drugiej sekundzie możemy wyznaczyć, korzystając z zależności drogi od czasu dla ruchu jednostajnie przyspieszonego.

Rozwiązanie:

Przemieszczenie ciała w drugiej sekundzie równe drodze s_2 wynosi:

$$s_2 = s - s_1 = \frac{gt_2^2}{2} - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{g}{2}(t_2^2 - t_1^2),$$

gdzie s jest przemieszczeniem po dwóch sekundach ruchu, a s_1 – przemieszczeniem po pierwszej sekundzie. Praca siły ciężkości wynosi zatem:

$$W = mgs_2 = \frac{1}{2}mg^2(t_2^2 - t_1^2).$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy pracę:

$$[W] = kg \cdot \frac{m^2}{s^4} \cdot s^2 = kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = J,$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ kg} \cdot \left(9,81 \frac{m}{s^2}\right)^2 (4s^2 - 1s^2) \approx 144,4 \text{ J}.$$

Odpowiedź:

Praca siły ciężkości w drugiej sekundzie wyniosła ok. 144,4 J.

Przykład 4: moc samochodu w ruchu poziomym (dla zakresu podstawowego i rozszerzonego)

Treść zadania: Samochód o masie $m = 1,5 \text{ t}$ ruszył z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym i w czasie $t_c = 2,5 \text{ s}$ przejechał drogę $s_c = 25 \text{ m}$. Oblicz średnią moc silnika tego samochodu, zakładając, że nie występowały żadne opory jego ruchu.

Dane: Masa samochodu: $m = 1,5 \text{ t} = 1\,500 \text{ kg}$ Czas ruchu: $t_c = 2,5 \text{ s}$ Droga przebyta podczas ruchu: $s_c = 25 \text{ m}$	Szukane: Średnia moc silnika samochodu: $P = ?$
--	---

Analiza zadania:

Na skutek działania silnika o określonej mocy pojawiła się pewna niezrównoważona siła ciągu działająca na samochód, która spowodowała jego ruch z przyspieszeniem. Średnią **moc** samochodu możemy obliczyć ze wzoru $P = Fv$. Prędkość w tym wzorze jest średnią prędkością samochodu. Nasz pojazd porusza się jednak ruchem jednostajnie przyspieszonym – jego prędkość cały czas się zmienia. Aby wyznaczyć średnią **moc**, musimy najpierw wyznaczyć średnią prędkość pojazdu v_{sr} oraz siłę ciągu wytworzoną przez silnik F .

Rozwiązanie:

Średnia prędkość samochodu jest równa:

$$v_{sr} = \frac{s_c}{t_c}.$$

Musimy jeszcze określić nieznaną wartość siły działającej na samochód. W tym celu wyznaczmy jego przyspieszenie. Samochód porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej. Zależność drogi od czasu ma wtedy postać:

$$s_c = \frac{at_c^2}{2}.$$

Stąd możemy wyznaczyć przyspieszenie:

$$a = \frac{2s_c}{t_c^2}.$$

Wyprowadźmy wzór na **moc** silnika:

$$P = Fv_{sr} = mav_{sr} = m \frac{2s_c}{t_c^2} \frac{s_c}{t_c} = 2m \frac{s_c^2}{t_c^3}.$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy moc:

$$[P] = kg \cdot \frac{m^2}{s^3} = \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{J}{s} = W,$$

$$P = 2 \cdot 1500 \text{ kg} \cdot \frac{(25 \text{ m})^2}{(2,5 \text{ s})^3} = 120000 \text{ W} = 120 \text{ kW}.$$

Odpowiedź:

Moc silnika samochodu wynosi 120 kW.

Komentarz:

Może się wydawać, że 120 kW to bardzo duża wartość. Jeśli przeliczymy ją na wartość w koniach mechanicznych, otrzymamy wynik ok. 160 KM, co jest typową wartością dla samochodów.

Przykład 5: moc lokomotywy w ruchu pod górę (dla zakresu rozszerzonego)

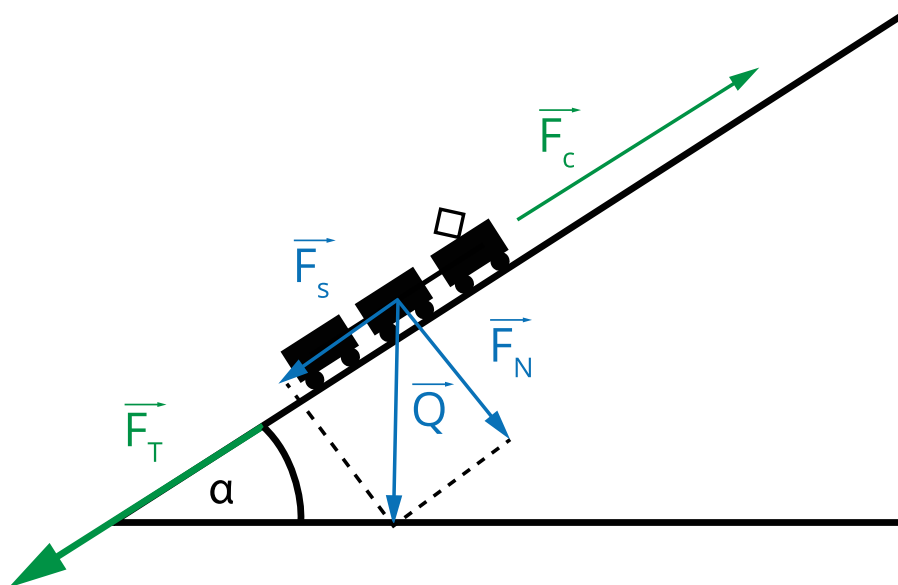
Treść zadania:

Lokomotywa ciągnie pociąg o ciężarze $Q = 2100 \text{ kN}$ pod górę o nachyleniu $\alpha = 3^\circ$. Maksymalna moc jej silnika wynosi $P = 0,5 \text{ MW}$. Z jaką największą prędkością pociąg może wjeżdżać na tę górę, jeśli siła tarcia kół o szyny wynosi $F_T = 30 \text{ kN}$?

Dane: Ciężar lokomotywy: $Q = 2100 \text{ kN} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ N}$ Nachylenie górki: $\alpha = 3^\circ$ Maksymalna moc silnika lokomotywy: $P = 0,5 \text{ MW} = 5 \cdot 10^5 \text{ W}$ Siła tarcia: $F_T = 30 \text{ kN} = 3 \cdot 10^4 \text{ N}$	Szukane: Maksymalna prędkość pociągu: $v = ?$
--	---

Analiza zadania:

Na skutek działania silnika o określonej mocy pojawia się pewna siła ciągu działająca na pojazd. Pociąg będzie poruszał się z największą prędkością, gdy moc silnika będzie maksymalna (a zatem maksymalna będzie również siła ciągu silnika). Aby znaleźć tę prędkość, musimy sprawdzić, dla jakiej siły ciągu zachodzi równowaga wszystkich sił działających na pociąg w kierunku ruchu. Siły działające na pociąg zaznaczono na rysunku. Są to: ciężar lokomotywy Q (który można rozłożyć na składową nacisku na podłoże górki F_N oraz składową zsuwającą z górki F_s), siła tarcia F_T oraz siła ciągu lokomotywy F_C .



Rys. 3. Siły działające na lokomotywę.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Rozwiązanie:

Lokomotywa będzie poruszać się ruchem jednostajnym o maksymalnej prędkości, gdy znajdzie następujący warunek:

$$F_c = F_s + F_T,$$

$$F_c = Q \sin \alpha + F_T.$$

Wykonajmy rachunek jednostek i obliczmy siłę ciągu lokomotywy:

$$[F_c] = N,$$

$$F_c = 2,1 \cdot 10^6 N \cdot \sin 3^\circ + 3 \cdot 10^4 N \approx 14 \cdot 10^4 N.$$

Aby określić prędkość lokomotywy w tym przypadku, korzystamy z definicji średniej mocy. Wykonajmy ponadto rachunek jednostek:

$$P = F_c v,$$

$$v = \frac{P}{F_c},$$

$$[v] = \frac{W}{N} = \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^3}}{kg \cdot \frac{m}{s^2}} = \frac{m}{s},$$

$$v = \frac{5 \cdot 10^5 W}{14 \cdot 10^4 N} \approx 3,6 \frac{m}{s}.$$

Odpowiedź:

Maksymalna prędkość pociągu wynosi ok. 3,6 m/s.

Słowniczek

Moc

(*ang.: Power*),

skalarna wielkość fizyczna określająca pracę wykonaną w jednostce czasu przez układ fizyczny.

Film samouczek

Praca i moc

Poniższy film przedstawia rozwiązanie prostego zagadnienia dotyczącego pracy i mocy.

Trwa wczytywanie danych...

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Zapoznaj się z alternatywną ścieżką samouczka.

Polecenie 1

Jak zmieni się moc murarza, jeśli podniesie on cegłę ruchem jednostajnie przyspieszonym?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż poprawne wzory opisujące pracę mechaniczną w sytuacji, gdy wektor działającej siły $\vec{F}$ znajduje się pod kątem 60° do wektora przemieszczenia $\vec{r}$.

☐ $W = F\Delta r$

☐ $W = F\Delta r \cos 60^\circ$

☐ $W = F\Delta r \sin 60^\circ$

☐ $W = \frac{1}{2}F\Delta r$

Ćwiczenie 2



Szyzyf wykonuje pracę polegającą na wtoczeniu ciężkiego głazu na szczyt góry. Jak zmieni się moc Syzyfa, w sytuacji, gdy głaz będzie on wtaczał szybciej?

☐ moc wzrośnie, gdyż Syzyf przebędzie w tym samym czasie krótszą drogę☐ moc wzrośnie, gdyż czas wtaczania zwiększy się☐ moc zmaleje, gdyż Syzyf szybciej wtoczy kamień na górę☐ moc wzrośnie, gdyż Syzyf szybciej wtoczy kamień na górę

Ćwiczenie 3



Samolot jadący po pasie startowym zaczyna się unosić po przebyciu po pasie lotniska drogi $s = 1,3$ km. Siła ciągu silników wynosi $F = 700$ kN. Oblicz pracę wykonaną przez silniki do rozpoczęcia unoszenia. Wynik podaj w MJ.

Odpowiedź: MJ

Ćwiczenie 4



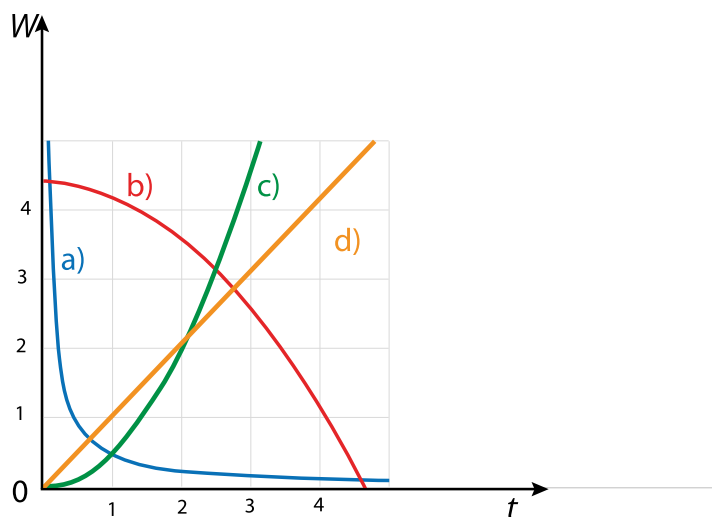
Moc silnika lokomotywy wynosi $P = 150 \text{ kW}$. Z jaką maksymalną prędkością może poruszać się pociąg ciągnięty przez dwie lokomotywy, jeśli wypadkowa siła oporów ruchu wynosi $F = 20 \text{ kN}$, niezależnie od prędkości? Wynik podaj w km/h.

Odpowiedź: km/h

Ćwiczenie 5



Na rysunku przedstawiono kilka wykresów zależności pracy od czasu. Wskaż, który wykres jest prawidłowy dla ciała poruszającego się pod wpływem stałej siły ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej.



☐ a)

☐ b)

☐ c)

☐ d)

Ćwiczenie 6



Ciało o masie $m = 30$ kg zsuwane jest w dół równi pochyłej o wysokości $h = 50$ cm i długości podstawy $l = 5$ m siłą F przyłożoną poziomo. Współczynnik tarcia ciała o równię wynosi $f = 0,2$. Wyznacz pracę siły F przy zsuwaniu ciała ruchem jednostajnym wzdłuż równi, od jej szczytu do podstawy. Wynik podaj w dżulach, z dokładności do jednego miejsca po przecinku, przyjmując $g = 9,81$ m/s².

Odpowiedź: J

Ćwiczenie 7



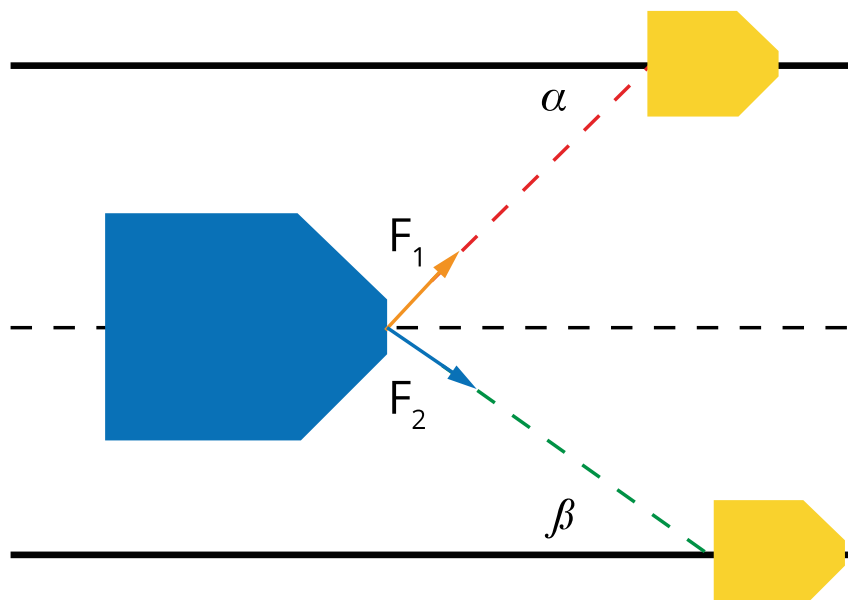
Ciało o masie $m = 40$ kg zsuwane jest w dół równi pochyłej o wysokości $h = 20$ cm i długości podstawy $l = 4$ m siłą F przyłożoną poziomo. Praca siły F wyniosła $W = 200$ J. Wyznacz, z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, wartość współczynnika tarcia ciała o równię, przyjmując $g = 9,81$ m/s².

$f =$

Ćwiczenie 8



Przy pierwszym uroczystym wyjściu statku w morze, jest on holowany przez dwa mniejsze statki w sposób pokazany na rysunku. Holowany statek przebył drogę $s = 2$ km w czasie $t = 20$ min. Wyznacz użyteczne moce silników mniejszych statków, jeśli siły działające na liny mają wartości $F_1 = 3$ kN oraz $F_2 = 2$ kN oraz $\cos \alpha = 0,3$, $\cos \beta = 0,6$. Wynik podaj w kilowatach.



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

$P_1 =$ kW

$P_2 =$ kW

Ćwiczenie 9



Samolot o masie $M = 200$ t jadący po pasie startowym zaczyna się unosić po przebyciu po pasie drogi $s = 1,3$ km w czasie $t = 12$ s. Oblicz pracę silników samolotu do momentu oderwania się od ziemi. Przyjmij, że początkowo samolot spoczywał, a ruch samolotu był jednostajnie przyspieszony. Pomiń opory ruchu. Wynik podaj w MJ i zaokrąglij do pełnych jednostek.

Odpowiedź: MJ

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Przemysław Michalski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Praca i moc w zadaniach
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II. Mechanika. Uczeń: 10) posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń; Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II. Mechanika. Uczeń: 20) posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń;
------------------------------------	--

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. stosuje podstawowe wzory opisujące pracę mechaniczną i moc w podstawowych zagadnieniach. 2. analizuje wykresy pracy od czasu. 3. analizuje i rozwiązuje zagadnienia związane z pracą i mocą w dwóch wymiarach. 4. na podstawie danych zagadnień potrafi otrzymać abstrakcyjne relacje związane z pracą i mocą.
Strategie nauczania:	blended learning
Metody nauczania:	ćwiczenia rachunkowe
Formy zajęć:	rozwiązywanie zadań przy tablicy
Środki dydaktyczne:	tablica
Materiały pomocnicze:	brak
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel rozpoznaje wiedzę uczniów niezbędną do realizacji lekcji (wzory opisujące pracę mechaniczną i moc, rozkładanie wektora na składowe).	
Faza realizacyjna:	
Lekcja ma charakter rachunkowy, jej główna część opiera się na rozwiązaniu zadań 4, 6, 7, 8 i 9 z zestawu ćwiczeń wraz z wyjaśnieniami i komentarzami nauczyciela.	
Faza podsumowująca:	
Ponieważ lekcja ma charakter rachunkowy, podsumowanie całości nie jest konieczne. Lepszym pomysłem jest krótkie podsumowanie i komentarz po rozwiązaniu każdego zadania.	
Praca domowa:	

Rozwiązanie zadań 1, 2, 3 oraz 5 z zestawu ćwiczeń w celu powtórzenia i utrwalenia wiadomości.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium:**

Multimedium bazowe należy zlecić uczniom do przeanalizowania w domu przed lub po lekcji.