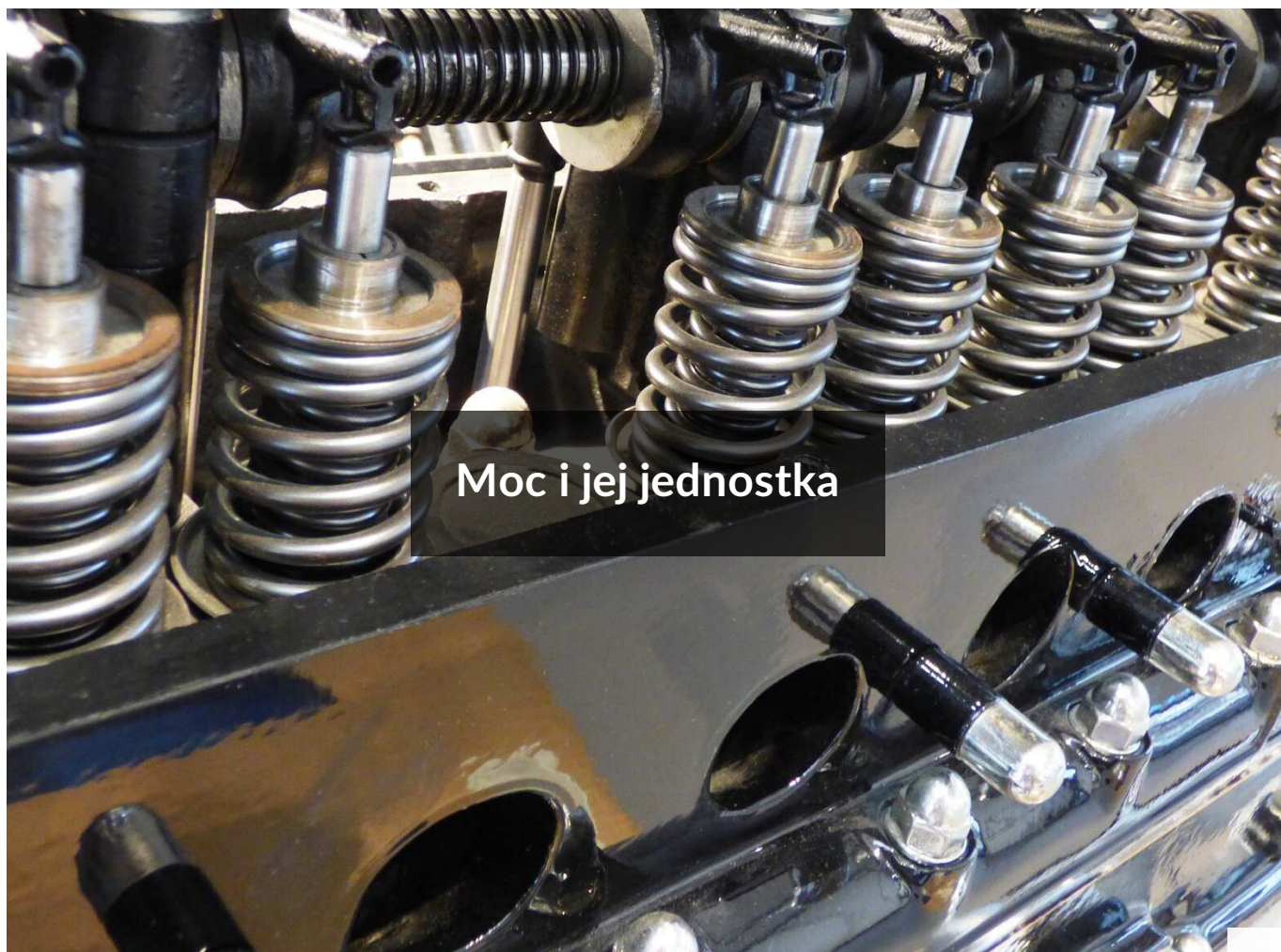


Moc i jej jednostka

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna (schemat)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Czy to nie ciekawe?

W codziennym życiu często spotykamy się z określeniami „żarówka o dużej mocy”, „odkurzacz o małej mocy”. O rzeczach, które są bardzo intensywne lub stężone, mówimy, że są „mocne” (np. mocna czerwień, mocny kwas siarkowy). Używamy również przymiotnika „mocny” na określenie osoby silnej i witalnej. Moc w języku polskim pojawia się zatem w różnych znaczeniach. W tym e-materiale wprowadzimy definicję mocy jako wielkości fizycznej i pokażemy, w jaki sposób wyznacza się tę wielkość.

Twoje cele

- Dowiesz się, czym jest moc i jaka jest jej jednostka,
- Poznasz wzory opisujące moc średnią i chwilową,
- Dowiesz się, jakie zapotrzebowanie na moc mają różne urządzenia,
- Przeanalizujesz zagadnienia związane z mocą i prędkością pojazdów.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Definicja mocy w fizyce jest następująca:

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

gdzie W jest pracą wykonaną przez układ fizyczny, a t czasem, w którym praca ta została wykonana. Moc, tak jak praca, jest skalarem. Aby dowiedzieć się więcej o pracy, zajrzyj do e-materiału „Praca mechaniczna i jej jednostka”. Jednostką mocy w układzie [SI](#) jest wat, który odpowiada pracy jednego dżula wykonanej w ciągu jednej sekundy:

$$[P] = \frac{1J}{1s} = \frac{1N \cdot 1m}{1s} = \frac{1 \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot 1m}{s} = 1 \frac{kg \cdot m^2}{s^3} = 1W.$$

Na przykład, gdy mówimy o pracy dźwigów budowlanych, polegającej na podnoszeniu do góry, na ustaloną wysokość, ciężkich kontenerów (przy założeniu, że masa tych kontenerów jest taka sama), wówczas dźwigiem o największej mocy będzie ten, który wykona tę pracę najszybciej. Jako ciekawostkę warto dodać, że istnieją także inne jednostki mocy. Należy do nich [koń mechaniczny](#) [KM]. Związek między koniem mechanicznym, a watem jest następujący:

$$1 KM = 735,49875 W.$$

Jak zapewne się domyślasz, koń mechaniczny jest jednostką mocy związaną z ilością pracy, jaką może wykonać pracujący w zaprzęgu koń. To dlatego liczbową relacją między 'koniem mechanicznym' i 'watem' jest taka skomplikowana.



Rys. 1. Jednostka konia mechanicznego powstała w oparciu o jednostkę konia parowego służącą do porównywania mocy maszyn parowych z koniem. Silnik parowy o mocy 3 KM może oddać w przybliżeniu taką moc co 1 pracujący koń. Przelicznik 3/1 bierze się stąd, że silnikiem o mocy 3 KM można było zastąpić 3 konie pracujące przez cały dzień w zmianach co 8 godzin i taki opis mocy silnika miał ułatwić kalkulacje inwestorom chcącym zastąpić konie przez maszynę parową.

Wzór opisujący pracę mechaniczną ma postać:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta r} = F \Delta r \cos \theta$$

gdzie \vec{F} oznacza siłę działającą na ciało i wykonującą pracę, $\vec{\Delta r}$ jest przemieszczeniem tego ciała pod wpływem siły, zaś θ jest kątem między wektorami siły i przemieszczenia. Spróbujmy wyznaczyć moc związaną ze stałą siłą \vec{F} . Zgodnie z definicją:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \Delta r \cos \theta}{t} = F \cos \theta \frac{\Delta r}{t}.$$

W powyższym wyrażeniu iloraz przemieszczenia i czasu oznacza średnią prędkość ciała $v_{sr} = \frac{r}{\Delta t}$. Wyrażenie to pozwala zatem wyznaczyć **średnią moc** P_{sr} związaną z działaniem stałej siły:

$$P_{\dot{s}r} = F \cos \theta v_{\dot{s}r}.$$

Z drugiej zasady dynamiki wiemy jednak, że jeśli na ciało działa stała siła, to porusza się ono ruchem jednostajnie przyspieszonym, z prędkością, która zmienia się w czasie. Z taką sytuacją mamy na przykład do czynienia, gdy w samochodzie wciskamy pedał gazu. Wówczas obroty silnika rosną, a samochód przyspiesza. Innymi słowy, silnik wykonuje pewną pracę, która powoduje, że wzrasta energia kinetyczna pojazdu. Aby wyznaczyć moc silnika w danej chwili, możemy posłużyć się wyrażeniem na tzw. **moc chwilową** P_{ch} . W tym celu musimy rozważyć pracę, która jest wykonana w bardzo krótkim przedziale czasu Δt . Z matematycznego punktu widzenia oznacza to, że rozpatrujemy wyrażenie graniczne, które zapisujemy w następujący sposób:

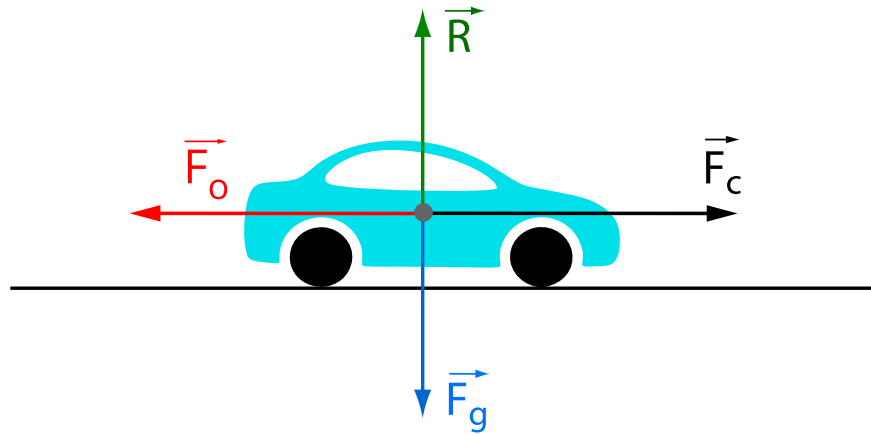
$$P_{ch} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W}{\Delta t} = F \cos \theta \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t}.$$

Wyrażenie $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t}$ oznacza bardzo małą zmianę przemieszczenia samochodu w bardzo krótkim czasie, a zatem jego chwilową prędkość v_{ch} . Chwilowa moc jest zatem wyrażona wzorem:

$$P_{ch} = F \cos \theta v_{ch}$$

i jest ona proporcjonalna do jego chwilowej prędkości. Zauważmy, że wyrażenia na moc średnią i chwilową są do siebie bardzo podobne. Różnią się jedynie tym, że we wzorze na moc średnią $P_{\dot{s}r}$ występuje średnia wartość prędkości, a we wzorze na moc chwilową P_{ch} , jej chwilowa wartość.

Rozważmy wreszcie sytuację, gdy prędkość danego ciała jest stała. Dzieje się tak np. w samochodzie, na który oprócz siły ciągu silnika \vec{F}_c działają, równoważące siłę ciągu, siły tarcia i oporu powietrza, których sumę będziemy nazywać wypadkową siłą oporu ruchu \vec{F}_o .



Rys. 2. Siły działające na samochód. Siła reakcji podłoża została zaczepiona w środku ciężkości samochodu dla zachowania przejrzystości rysunku.

Wszystkie te siły są równoległe do przemieszczenia samochodu, przy czym zwrot siły \vec{F}_c jest zgodny ze zwrotem przemieszczenia, zaś zwrot siły \vec{F}_o jest przeciwny do przemieszczenia. Załóżmy, że siła ciągu działająca na samochód wynosi $F_c = 5000 \text{ N}$, a pojazd przejechał drogę $s = 200 \text{ m}$ w czasie $t = 10 \text{ s}$. Praca każdej z tych sił wynosi, odpowiednio:

$$W_C = F_C s \cos 0^\circ = 5000 \text{ N} \cdot 200 \text{ m} \cdot 1 = 1000000 \text{ J},$$

$$W_O = F_O s \cos 180^\circ = 5000 \text{ N} \cdot 200 \text{ m} \cdot (-1) = -1000000 \text{ J}.$$

Prace wykonane przez obydwie siły są równe co do wartości, lecz różnią się znakiem. Oznacza to, że praca wykonana przez siłę ciągu silnika ulega „rozproszeniu” z powodu działania siły oporu. Wynika stąd, że efektywnie nad samochodem nie wykonano żadnej pracy – jego zasób energii kinetycznej nie mógł zatem ulec zmianie i samochód cały czas porusza się z tą samą prędkością, która jest równa $v = \frac{s}{t}$. Moc samochodu można teraz obliczyć za pomocą przedstawionych powyżej wzorów, zastępując w nich prędkość średnią lub chwilową ustaloną prędkością pojazdu v . Ponadto, ponieważ w tym przypadku kierunek i zwrot siły ciągu silnika są takie same jak wektora przemieszczenia, zachodzi $\theta = 0^\circ$. Moc można zatem zapisać jako:

$$P = Fv.$$

Słowniczek

Układ SI

(*ang.: System of units of measurements*), (*fr.: Système international d'unités*), polska pełna nazwa: Międzynarodowy Układ Jednostek Miar – znormalizowany układ jednostek miar zawierający siedem jednostek podstawowych, które od 20 maja 2019 roku określone są poprzez wartości uniwersalnych stałych fizycznych. Za pomocą jednostek podstawowych układu SI można tworzyć jednostki pochodne, tj. wykorzystywany przez nas w tym e-materiale wat będący jednostką mocy.

Koń mechaniczny

(*ang.: horsepower*) - jednostka mocy stosowana do określenia mocy silnika samochodu. Nie wchodzi w skład jednostek [układu SI](#). Jeden koń mechaniczny (KM) jest równy ok. 735,5 W.

Grafika interaktywna (schemat)

Moc i jej jednostka

Zamieszczona poniżej grafika interaktywna przedstawia różne obiekty potrzebujące źródła mocy lub będące źródłem mocy. Obiekty te są uszeregowane od najmniejszych mocy do największych. Wykorzystaj tę grafikę do zbadania, jaka moc związana jest z różnymi obiektami.

Polecenie 1

Zastanów się, dlaczego sprzęty gospodarstwa domowego (np. odkurzacz, czajnik, blender) powinny cechować się dużą mocą, skoro i tak ostatecznie liczy się efekt (odkurzony dywan, zagotowana woda, rozdrobnione jedzenie).

Polecenie 2

Odszukaj w swoim otoczeniu urządzenia, których moc jest jeszcze mniejsza niż ładowarki do telefonu.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Wyprowadź ogólny wzór opisujący chwilową moc silnika w samochodzie, który porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem a . Załóż, że siła ciągu silnika F jest znana i ma stałą wartość, a początkowa prędkość samochodu wynosi v_0 .

Ćwiczenie 6



Serce człowieka to wyjątkowo niezawodna pompa. Każdego dnia pobiera i rozprowadza po organizmie około 7500 litrów krwi. Załóżmy, że praca wykonywana przez serce jest równa pracy wymaganej do podniesienia tej ilości krwi na wysokość przeciętnego mężczyzny $h = 1,8 \text{ m}$. Gęstość (masa na jednostkę objętości) krwi wynosi $\rho = 1,05 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Ile pracy wykonuje serce w ciągu dnia? Jaka jest średnia moc serca w watach? Załóż, że przyspieszenie ziemskie jest równe $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Oba wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Ćwiczenie 7



Dzienne zapotrzebowanie energetyczne sportowca wynosi ok. 4000 kcal. Oblicz, ile czasu w ciągu dnia przeznaczą on na trening, jeśli podczas treningu zużycie energii wynosi 500 W, a w pozostałym wynosi 150 W. Przyjmij, że $1 \text{ kcal} = 4,2 \text{ kJ} = 4200 \text{ J}$. Wynik zaokrąglij do pełnych godzin.

Ćwiczenie 8



Poziomy ruchomy chodnik porusza się zawsze z ustaloną prędkością. Wyjaśnij, jak zmieni się (wzrośnie, czy zmaleje) moc silnika napędzającego chodnik, jeśli ludzie stojący na tym chodniku zaczną iść ze stałą prędkością w kierunku zgodnym do ruchu chodnika?

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Przemysław Michalski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	“Niech moc będzie z Tobą!” - różne oblicza mocy
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

- I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.
- II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;

- 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:

- 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;

- 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:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. <ul style="list-style-type: none"> • 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. podaje definicję i jednostkę mocy, 2. rozróżnia moc chwilową, średnią i użyteczną, 3. stosuje poznane definicje do wyznaczania mocy w prostych sytuacjach fizycznych, 4. analizuje różne sytuacje fizyczne i określa źródło mocy i skutki jej działania, 5. wykorzystuje zdobytą wiedzę do przeprowadzenia eksperymentu polegającego na wyznaczeniu mocy organizmów żywych i maszyn. 6. porównuje wyznaczoną moc z mocą występującą w innych znanych zjawiskach.
Strategie nauczania:	grywalizacja
Metody nauczania:	<ul style="list-style-type: none"> - pogadanka, - zadania rachunkowe, - burza mózgów.
Formy zajęć:	praca w grupach i indywidualna
Środki dydaktyczne:	tablica
Materiały pomocnicze:	
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca	
<p>Nauczyciel nawiązuje do tematu zajęć – słynnego cytatu z “Gwiezdných wojen”. Moc w tym znaczeniu dotyczyła specjalnych umiejętności bohaterów. Każdy z nas jednak ma dostęp do mocy – jednak innego rodzaju.</p>	
Faza realizacyjna	

Nauczyciel wprowadza definicję mocy w fizyce. Następnie zachęca uczniów do tzw. „burzy mózgów” - dzieli ich na zespoły i prosi, by znaleźli jak najwięcej sytuacji “życiowych”, w których pojawia się moc. Tę część można uatrakcyjnić proponując np. nazwy grup związane z bohaterami „Gwiezdných wojen”.

Nauczyciel zapisuje na tablicy propozycje uczniów. Nauczyciel i uczniowie analizują zebrane pomysły, odrzucają błędne oraz grupują pozostałe odpowiedzi (sugestie: moc cieplna, moc mechaniczna, moc prądu elektrycznego itp.).

Faza podsumowująca

Rozwiązanie zadań 1-4 z zestawu ćwiczeń zawartego w e-materiale. Można również wybrać niektóre przykłady występowania mocy podane przez uczniów i spróbować wyznaczyć/oszacować wartość mocy w rozważanych sytuacjach.

Praca domowa

Dla wszystkich uczniów rozwiązanie zadań 5-8 z zestawu ćwiczeń, dla chętnych eksperyment: Badanie mocy przy pokonywaniu wysokości. Do wykonania eksperymentu potrzebny jest kilkupiętrowy blok z windą. Uczniowie mają za zadanie pokonać określoną wysokość (np. między konkretnymi piętrami) na różne sposoby: wolnym krokiem, szybkim krokiem, biegiem oraz windą. Niezbędne do realizacji doświadczenia jest wyznaczenie pionowej odległości, którą się pokonuje, pracy potrzebnej na zmianę energii potencjalnej oraz zmierzenie czasu. W klasach zaawansowanych dodajemy wyznaczanie niepewności oraz dyskusję, w jaki sposób można te niepewności zminimalizować. Uczniowie wyznaczają moc i porównują ją ze znanymi wielkościami (przykłady na grafice interaktywnej). W przypadku przejazdu windą można dodatkowo wykorzystać informacje zawarte w specyfikacji windy.

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

Multimedium może być wykorzystane przez uczniów po zakończeniu lekcji, jako dodatkowe źródło wiedzy. Można je również wykorzystać w czasie lekcji podczas podsumowywania „burzy mózgów” nt. różnych źródeł/odbiorników mocy.