



## I zasada dynamiki

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Czy to nie ciekawe?

Czy zastanawialiście się kiedyś, dlaczego niektóre ciała poruszają się ze stałą prędkością lub pozostają w spoczynku, pomimo tego, że działają na nie siły zewnętrzne? Dlaczego spadający obiekt po pewnym czasie zaczyna poruszać się ze stałą prędkością? Dlaczego samochód jadący ze stałą prędkością ma włączony i pracujący silnik? We wszystkich tych przypadkach na rozpatrywany obiekt działają siły, które wzajemnie równoważą się, co jest jednoznaczne ze wzajemnym znoszeniem się efektów, jakie wywołuje każda z nich z osobna.

### Twoje cele

- dowiesz się, czym jest I zasada dynamiki,
- dowiesz się, jakie warunki muszą zostać spełnione, aby obiekt nie zmienił prędkości, z jaką się porusza,
- poznasz przyczyny, dla których obiekty poruszają się ze stałą prędkością,

- zrozumiesz, dlaczego w realnym świecie, aby obiekt poruszał się ze stałą prędkością, muszą na niego działać siły, które wzajemnie się równoważą,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz układ sił spełniających I zasadę dynamiki.

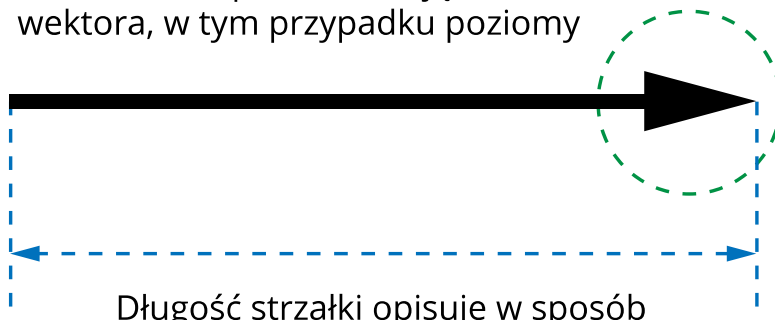
# Przeczytaj

---

## Warto przeczytać

Wielokrotnie w życiu codziennym posługujemy się terminem „siła”. Czym ona jednak jest i jak należy rozumieć jej znaczenie? Siłą, w ogólności, nazywamy wielkość wektorową, będącą miarą oddziaływania pomiędzy dwoma ciałami. Stwierdzenie, iż jest to wielkość wektorowa sprawia, że do opisu siły należy wykorzystać trzy podstawowe właściwości wektora: wartość, kierunek oraz zwrot.

Ułożenie strzałki przedstawiające kierunek wektora, w tym przypadku poziomy



Grot strzałki informujący o zwrocie wektora

Długość strzałki opisuje w sposób graficzny wartość wektora

Rys. 1. Wektor wraz z opisem podstawowych parametrów: wartości, kierunku oraz zwrotu

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

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

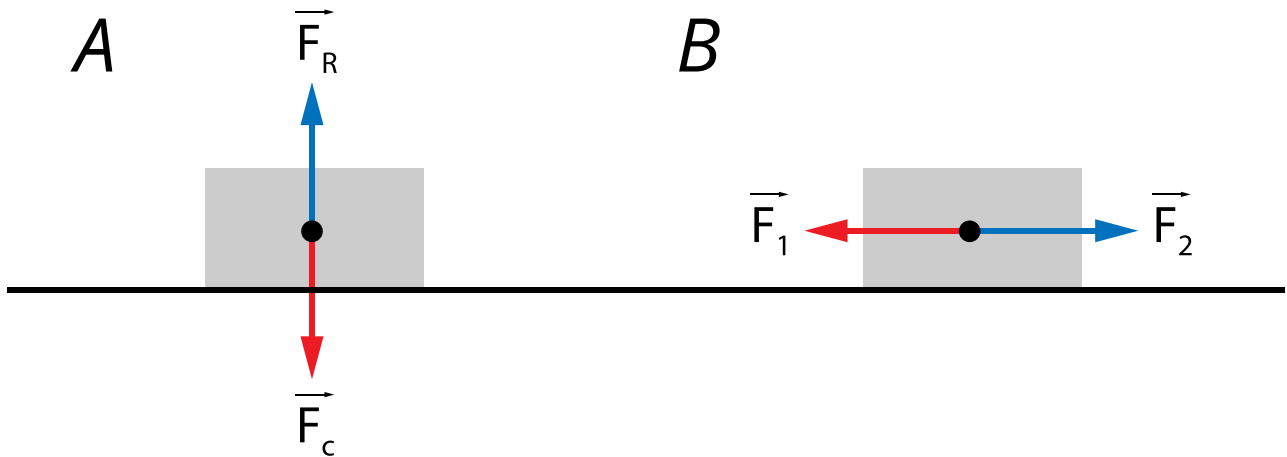
Siła jest równa iloczynowi masy oraz przyspieszenia:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Jednostką siły w układzie SI jest niuton, oznaczany symbolem N, przy czym

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Jednym z efektów działania sił może być brak ruchu lub ruch ze stałą prędkością. Na początku rozważmy przypadek klocka umieszczonego na płaskiej powierzchni i przeanalizujmy siły działające w kierunkach pionowym oraz poziomym.



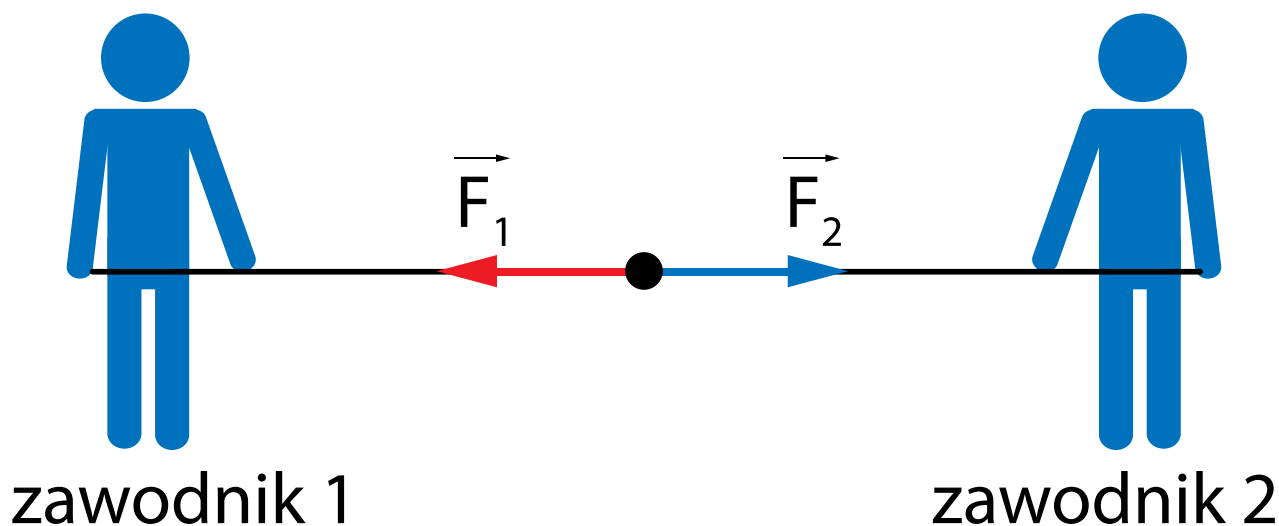
Rys. 2. Ciało umieszczone na poziomej i płaskiej powierzchni, pozostające w bezruchu, gdy siły działające w kierunkach a) pionowym b) poziomym wzajemnie się równoważą

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

W przypadku A siła ciężkości  $\vec{F}_c$  równoważona jest przez siłę reakcji podłoża  $\vec{F}_R$ , wobec czego klocek nie doznaje przemieszczenia w kierunku pionowym. Analogiczna sytuacja zaprezentowana jest w przykładzie B, gdzie siły  $\vec{F}_1$  oraz  $\vec{F}_2$  mają takie same wartości oraz kierunki, ale przeciwne zwroty. W obu przypadkach wypadkowa siła działająca na klocek jest wektorem zerowym.

### Przykład 1.

W pewnym mieście odbywają się zawody w przeciąganiu liny. Naprzeciw siebie stają dwaj najsilniejsi zawodnicy. Jeden z nich ciągnie linę w swoją stronę siłą  $\vec{F}_1$  o wartości 1000 N. Zawody zakończyły się remisem. Wyznacz siłę, z jaką drugi z zawodników ciągnął linę w swoją stronę.



Rys. 3. Przeciąganie liny zakończone remisem

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

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

### Rozwiązanie:

Z treści zadania wiemy, iż zawody nie zostały rozstrzygnięte, zatem środek liny nie zmienił swojego położenia pod wpływem działania obu zawodników. Taki przypadek jest możliwy wtedy i tylko wtedy, gdy obie siły równoważą się, tzn.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0.$$

Wobec tego wartość siły  $|\vec{F}_2| = |\vec{F}_1| = 1000 \text{ N}$ . (Oczywiście zwroty tych sił muszą być przeciwne.)

**Odpowiedź:** Drugi z zawodników ciągnął linę siłą o takiej samej wartości jak pierwszy, tj. 1000 N.

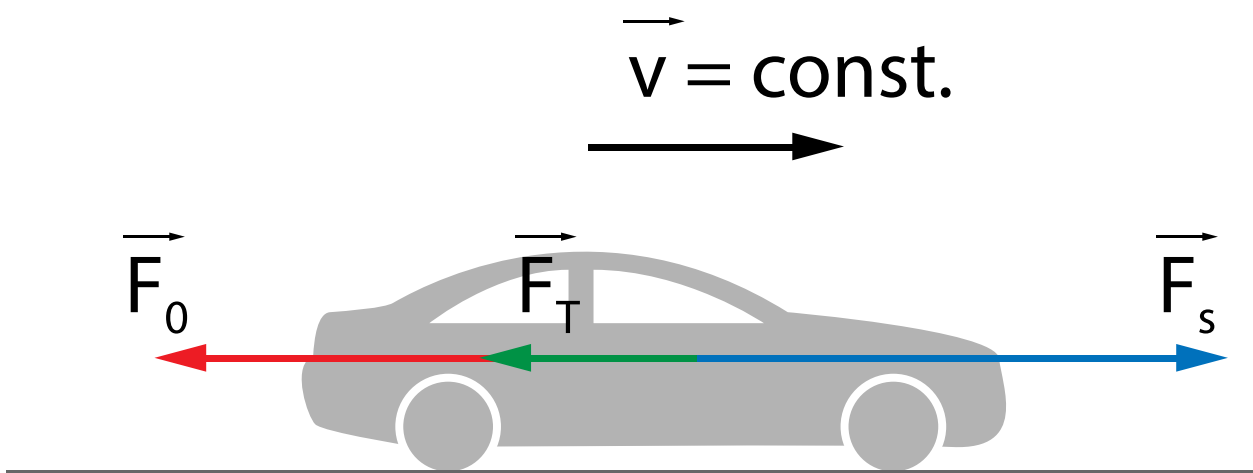
W opisanym przykładzie mamy do czynienia z dwoma źródłami sił (zawodnik 1 i zawodnik 2), których działania znoszą się, co oznacza, że siły wzajemnie się równoważą. Możemy zatem stwierdzić, że jednym z warunków koniecznych do

pozostania ciała w bezruchu jest równowaga sił. W praktyce oznacza to, że wypadkowa siła działająca na ciało musi być równa 0 N.

Rozpatrzmy inny przypadek, w którym mamy do czynienia z więcej niż dwoma siłami, a obiekt tym razem porusza się ze stałą prędkością.

### Przykład 2.

Dany jest samochód napędzany silnikiem generującym siłę o wartości  $F_s = 50$  kN, konieczną do wprowadzenia go w ruch. Samochód porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym z szybkością  $v = 50$  km/h. Siła tarcia opon samochodu o jezdnię ma wartość  $F_T = 20$  kN. Wyznacz wartość siły oporu powietrza  $\vec{F}_o$  działającej na samochód.



Rys. 4. Samochód porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym

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

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

Z warunków zadania wiemy, że pojazd poruszał się ze stałą prędkością. Aby tak się stało, musi dojść do zrównoważenia się sił, wobec tego siła wypadkowa działająca na samochód musi wynosić 0 N,

$$|\vec{F}_w| = |\vec{F}_s + \vec{F}_T + \vec{F}_o| = 0 \text{ N} .$$

Uwzględniając zwroty wektorów sił, możemy stwierdzić że siła działająca w prawo i wywołująca ruch  $\vec{F}_s$  musi zostać zrównoważona przez sumę sił tarcia  $\vec{F}_T$  i oporu powietrza  $\vec{F}_o$ , czyli

$$|\vec{F}_s| = |\vec{F}_T| + |\vec{F}_o| .$$

Przekształcając powyższe wyrażenie, możemy wyznaczyć wartość siły oporu powietrza

$$|\vec{F}_o| = |\vec{F}_s| - |\vec{F}_T| .$$

co po wykorzystaniu wartości podanych w treści zadania daje wynik

$$|\vec{F}_o| = 50 \text{ kN} - 20 \text{ kN} = 30 \text{ kN}$$

**Odpowiedź:** Siła oporu powietrza ma w tym przypadku wartość 30 kN.

Analizując zaprezentowane przykłady można stwierdzić, że:

**Jeśli na ciało nie działa żadna siła lub siły działające równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.**

Jest to treść I zasady dynamiki Newtona.

Układ, w którym spełniony jest ten warunek, nosi nazwę [układu inercyjnego](#). Możemy stwierdzić, iż **I zasada dynamiki jest postulatem istnienia układu inercyjnego.**

## Słowniczek

Siła wypadkowa

(*ang.: resultant force*) – suma wszystkich sił działających w rozpatrywanym układzie.

### **Równowaga (równoważenie się) sił**

(*ang.: balance of forces*) – ma miejsce, gdy wypadkowa wszystkich sił działających w rozpatrywanym układzie wynosi 0.

### **Układ inercjalny**

(*ang.: inertial reference system*) – układ odniesienia, w którym ciało, dla którego wypadkowa wszystkich działających sił wynosi zero, pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

# Animacja

---

## I zasada dynamiki

Animacja przedstawia zmiany wartości siły wypadkowej działającej na ciało w przypadku, gdy jedna z sił składowych jest stała, a druga maleje liniowo w czasie. Obejrzyj animację i wykonaj polecenia.

# Trwa wczytywanie danych ..

### Polecenie 1

### Polecenie 2

W oparciu o przedstawiony wykres zależności wartości siły wypadkowej  $\vec{F}_w$  od czasu, wyznacz wartość siły  $\vec{F}_2$  w chwili  $t = 25$  s.

Przyjmij, że  $F_w(t = 10 \text{ s}) = 50 \text{ N}$  oraz  $F_w(30 \text{ s}) = 0$ .

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



# Dla nauczyciela

---

<b>Imię i nazwisko autora:</b>	Bartłomiej Klus
<b>Przedmiot:</b>	Fizyka
<b>Temat zajęć:</b>	<b>I zasada dynamiki Newtona</b>
<b>Grupa docelowa:</b>	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
<b>Podstawa programowa:</b>	<p><b>Cele kształcenia - wymagania ogólne</b></p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p><b>Zakres podstawowy</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>II. Mechanika. Uczeń: 6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.</p> <p><b>Zakres rozszerzony</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>II. Mechanika. Uczeń: 13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.</p>

<b>Kształtowane kompetencje kluczowe:</b>	<b>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,</li> <li>• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</li> <li>• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.</li> </ul>
<b>Cele operacyjne:</b>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. opíše zachowania się ciała pod wpływem sił zewnętrznych, które wzajemnie się równoważą.</li> <li>2. wyjaśni różnicę pomiędzy siłami wywołującymi ruch i siłami, które im przeciwdziałają.</li> <li>3. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązania problemów pojęciowych i rachunkowych.</li> </ol>
<b>Strategie nauczania:</b>	IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
<b>Metody nauczania:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- burza mózgów,</li> <li>- pokaz multimedialny,</li> <li>- analiza pomysłów,</li> <li>- poszukująca.</li> </ul>
<b>Formy zajęć:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- praca w grupach,</li> <li>- praca indywidualna.</li> </ul>
<b>Środki dydaktyczne:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- animacja obrazująca zachowanie się ciała, na które działają siły zewnętrzne wzajemnie się równoważące,</li> <li>- zestaw zadań,</li> <li>- model 3D: sznurek nierozciągliwy, który można przeciągać; klocek z możliwością zamocowania sznurków po dwóch przeciwnych stronach.</li> </ul>
<b>Materiały pomocnicze:</b>	e-materiał „I zasada dynamiki”
<b>PRZEBIEG LEKCJI</b>	
<b>Faza wprowadzająca:</b>	

- Zaciekawienie uczniów (wg „Czy to nie ciekawe?”).
- Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji.
- Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: (I zasada dynamiki Newtona, równowaga sił, składowa wektora siły w zadanym kierunku, siła wypadkowa, prędkość graniczna, siły które wzajemnie sobie przeciwdziałają).

### **Faza realizacyjna:**

- Uczniowie w grupie zapoznają się z animacją multimedialną opisującą zachowanie się ciała, na które nie działa żadna siła oraz ciała, na które działają siły zewnętrzne wzajemnie się równoważące.
- Uczniowie w grupie dyskutują w formie burzy mózgów nad warunkami koniecznymi do spełnienia I zasady dynamiki; rozpatrują oraz definiują siły działające na ciało oraz dzielą je na te, które wywołują ruch oraz te, które im przeciwdziałają.
- Uczniowie w grupie zapoznają się: ze sposobem przygotowania rysunku pomocniczego oraz jego użytecznością w celu analizy konkretnego problemu fizycznego; na podstawie rysunku uczą się zapisywać równanie opisujące równowagę sił.
- Uczniowie indywidualnie otrzymują zestaw zadań, które rozwiązują samodzielnie (uczniowie rozwiązują zadania 1, 2, 3, 4, 8). Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i podpowiedzi.
- Nauczyciel podsumowuje pracę grup prosząc o krótkie relacje, by wszyscy uczniowie poznali obie zależności.

### **Faza podsumowująca:**

Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają, które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

### **Praca domowa:**

Uczniowie utrwalają wiedzę i poszerzają rozumienie czytając tekst e-materiału oraz rozwiązując w domu zadania nr: 5, 6, 7 z zestawu ćwiczeń.

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

Animacja może być wykorzystana przez uczniów przed lekcją i być motywem do dyskusji na temat obserwowanego zjawiska równoważenia się sił.