

Pierwsza zasada dynamiki Newtona. Bezwładność ciał

Wstęp do pierwszej zasady dynamiki. zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: ilustrację przedstawiającą człowieka przesuwającego szafę (z wyjaśnieniem); fotografię człowieka na deskorolce; polecenie dla ucznia.

Zasób zawiera: wstęp do omówienia I zasady dynamiki; ilustrację ciała w spoczynku oraz lecącego samolotu (z zaznaczonymi siłami); sformułowanie I zasady dynamiki; ćwiczenie interaktywne typu prawda/fałsz składające się z trzech sformułowań.

Zasób zawiera: wstęp do wyjaśnienia siły bezwładności; film pt. Autobus ruszający z przystanku (wraz z wyjaśnieniem); określenie siły jako przyczyny ruchu lub spoczynku.

Zasób zawiera: zestawienie informacji dotyczących pierwszej zasady dynamiki i bezwładności ciał; cztery polecenia dla ucznia oraz zadanie interaktywne typu prawda/fałsz składające się z trzech sformułowań.

Zasób zawiera wyjaśnienia pojęć: bezwładność, siła nośna, siły oporu ruchu.

Pierwsza zasada dynamiki Newtona. Bezwładność ciał

Dlaczego niektóre ciała tak łatwo wprowadzić w ruch, a w przypadku innych jest to prawie niemożliwe? Które ciało łatwiej zatrzymać? To o większej czy o mniejszej masie? Dlaczego tak jest?



Gdyby nie pasy bezpieczeństwa, podczas wypadku lub gwałtownego hamowania uderzylibyśmy w kierownicę lub fotel z przodu – to przejaw I zasady dynamiki, zwanej również zasadą bezwładności, dla układu odniesienia poruszającego się ruchem niejednostajnym – w tym wypadku gwałtownie zatrzymującego się pojazdu

Źródło: Maximiliano Neira, dostępny w internecie: flickr.com, licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- czym jest ruch;
- jak brzmi definicja prędkości i jak obliczyć jej wartość;
- jaka wielkość fizyczna jest miarą wzajemnego oddziaływania ciał;
- czego miarą jest masa ciała;
- jak odróżniać skutki statyczne i dynamiczne działania sił.

Ich opracowanie znajdziesz w materiałach [Trzecia zasada dynamiki Newtona – wzajemne oddziaływanie ciał](#) oraz [Wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała](#).

Nauczysz się

- co jest przyczyną zmian ruchu ciał;
- podawać treść pierwszej zasady dynamiki Newtona, czyli podawać warunki, jakie muszą być spełnione, aby ciało poruszało się ruchem jednostajnym prostoliniowym lub było w spoczynku;
- posługiwać się pojęciem: bezwładność ciała.

Co wprowadza ciała w ruch?

Rozważ poniższe sytuacje i wskaż przyczynę zmian stanu ciał w każdej z nich:

- jesteś na boisku i chcesz „podać” koledze piłkę; co robisz?
- chcesz zmienić umeblowanie pokoju, np. przesunąć biurko bliżej okna; co robisz?
- chcesz pomóc wnieść zakupy do domu; co robisz?

Zapewne domyśliłeś się, że wspólną odpowiedzią na te pytania jest: muszę zadziałać pewną siłą.



Jak przesunąć szafę?

Przesuwając przedmioty po podłodze, na przykład przesuwając biurko czy szafę, musimy zadziałać siłą, która musi przynajmniej zrównoważyć siłę tarcia, która w tym przesuwaniu nam przeszkadza.

Czy łatwo jest przepchnąć samochód? Zadanie to do najłatwiejszych nie należy. Ale jak myślisz, z którym poszłoby łatwiej - niewielkim „maluchem” czy znacznie większym minivanem? Czy łatwiej jest poruszyć wiszący worek treningowy (taki, na jakim ćwiczą bokserzy) czy niewielki woreczek?

Jak zmienić prędkość ruchu?

Aby zmienić prędkość podczas jazdy na deskorolce, należy podziać na nią pewną siłą. Jej działanie może przyspieszyć lub opóźnić, a nawet zatrzymać ruch deskorolki.



Jak zmieniamy prędkość na deskorolce?

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Aby zmienić kierunek ruchu toczącej się piłki, również musimy podziać na nią siłą.

Zapamiętaj!

Przyczyną zmian prędkości ciała względem nieruchomego układu odniesienia jest działanie niezrównoważonej siły na to ciało.

Ćwiczenie 1



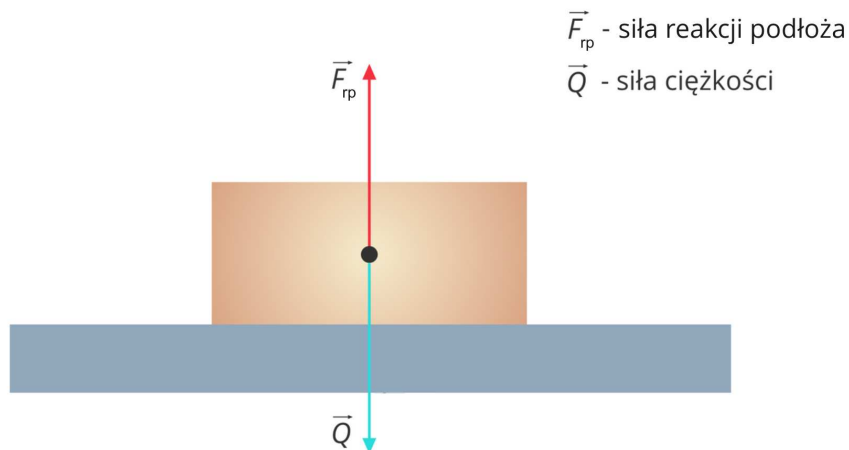
Zastanów się z kolegami i koleżankami, co się stanie, gdy na ciało poruszające się w poziomie dowolnym ruchem prostoliniowym nagle przestaną działać wszelkie siły?

- ☐ zacznie się kręcić
- ☐ będzie się poruszało dalej ruchem jednostajnym prostoliniowym
- ☐ zatrzyma się

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Pierwsza zasada dynamiki Newtona

Działanie niezrównoważonej siły (siły wypadkowej różnej od zera) powoduje zmianę prędkości poruszającego się ciała. Obserwujemy jednak i takie ciała, które poruszają się ze stałą prędkością lub też pozostają w spoczynku względem wybranego układu odniesienia.



Ciężar klocka równoważony jest przez siłę reakcji podłoża; klocek naciska na podłoże siłą nacisku, której wartość odpowiada ciężarowi klocka

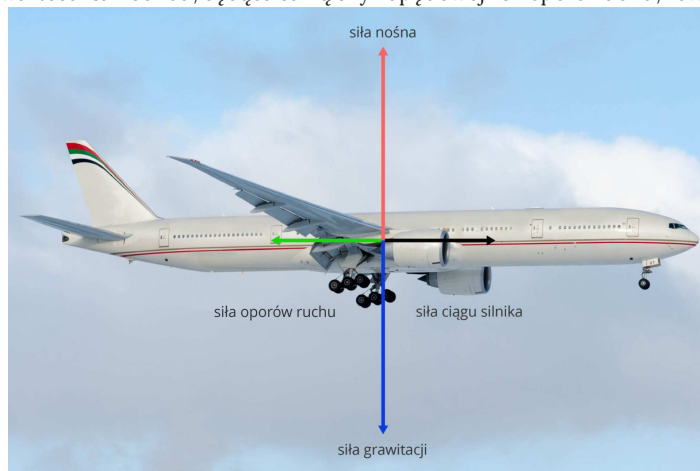
Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Dlaczego samochód może poruszać się ze stałą prędkością pomimo tego, że jego silnik cały czas pracuje i wytwarza siłę napędową? Dlaczego prędkość samochodu nie rośnie?

Podobnie jest ze spadochroniarzem. Opada on ruchem jednostajnym (poza początkowym odcinkiem drogi). Wiemy jednak, że kamień spadający swobodnie porusza się ruchem przyspieszonym. Dlaczego w takim razie spadochroniarz porusza się z prędkością o stałej wartości?

Przyczyną tego zjawiska są opory ruchu. Zagadnieniem tym zajmowaliśmy się już wcześniej w materiale dotyczącym [wpływu oporów ruchu na poruszające się ciała](#) i będziemy się również zajmować dokładniej w materiale [drugiej zasady dynamiki Newtona](#), dlatego też teraz ograniczymy się do stwierdzenia, że wartość siły oporu powietrza lub wody zależy od prędkości ruchu ciała w tych ośrodkach. Podczas opadania wartość prędkości spadochroniarza wzrasta i rośnie też siła oporu stawianego mu przez powietrze. Gdy siły się równoważą, dalszy ruch odbywa się już ze stałą wartością prędkości.

Siła napędowa silnika samochodu równoważona jest przez siły przeciwdziałające jego ruchowi, np. siłę tarcia toczących się po powierzchni jezdni opon lub siłę oporu powietrza. Noszą one wspólną nazwę [sił oporu ruchu](#). Siła wypadkowa działająca na jadący po linii prostej z prędkością o stałej wartości samochód, będąca sumą siły napędowej i sił oporu ruchu, równa jest zero.



Siły działające na samolot w locie poruszający się ze stałą prędkością

Źródło: BriYYZ (<http://commons.wikimedia.org>), Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Dlaczego lecący po linii prostej samolot może poruszać się ze stałą prędkością?

Na lecący samolot działają łącznie cztery siły, które muszą parami się równoważyć:

1. siła grawitacji (skierowana pionowo w dół) i [siła nośna](#) (skierowana pionowo w górę);
2. siła ciągu silników (zwrócona w tę stronę, w którą leci samolot) i siła oporów ruchu zwrócona przeciwnie do zwrotu prędkości samolotu.

Gdy zostanie spełniony warunek ich równowagi, tzn. siła wypadkowa działająca na samolot wyniesie zero, to będzie on się poruszał z prędkością o stałej wartości, kierunku i zwrocie.

Przedstawioną sytuację opisuje pierwsza zasada dynamiki, a sformułował ją na przełomie XVII i XVIII wieku sir [Isaac Newton](#).

Reguła: Pierwsza zasada dynamiki Newtona

Jeżeli na ciało nie działa żadna siła lub działające siły się równoważą, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem nieruchomego układu odniesienia.

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Jadący samochód porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, gdy siły oporów są równoważone przez siłę napędzającą samochód.	☐	☐
Stojący na parkingu samochód nie porusza się, ponieważ działające na niego siły równoważą się.	☐	☐
Samolot w locie porusza się ze stałą prędkością, ponieważ siła ciągu silnika jest większa niż siły oporu.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Bezwładność ciał

Wyobraźmy sobie, że jadący autobus nagle zaczyna hamować. Co się wtedy dzieje? Przedmioty, które nie są przymocowane, zaczynają się poruszać w tę stronę, w którą jechał autobus. Dotyczy to także ludzi. Niektórzy utrzymują równowagę przez trzymanie się barierki czy uchwyty, ale niektórzy mogą się przewrócić. Podobnie jest podczas ruszania z dużym przyspieszeniem. Wtedy nieumocowane przedmioty i jadący pojazdem ludzie zaczynają poruszać się względem ścian pojazdu do tyłu, co powoduje, że również się przewracają.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RQZIBtuktHkEe>

Co się dzieje gdy autobus gwałtownie rusza?

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Materiał przedstawiający autobus ruszający z przystanku.

Ciała pasażerów ruszającego z miejsca pojazdu przejawiają tendencję do pozostania w stanie, w którym znajdowały się dotąd. Jednak stopy na skutek występowania siły tarcia między podłogą a podeszwami obuwia „odjeżdżają” wraz z autobusem. Pasażerowie przewracają się do tyłu pojazdu.

Co stanie się w czasie hamowania autobusu? Ciała będą kontynuować swój ruch z prędkością, jaką miał on przed rozpoczęciem hamowania. Ich stopy związane są jednak siłami tarcia z podłogą pojazdu. Możemy wówczas zaobserwować, że pasażerowie, czasem nawet gwałtownie, przemieszczają się w stronę przodu autobusu, a nawet przewracają się.

Oba powyższe przykłady pokazują, że ciała mają tendencję do zachowania istniejącego stanu – spoczynku bądź ruchu jednostajnego prostoliniowego. Do utrzymania tego stanu nie jest potrzebne oddziaływanie zewnętrzne. Wynika z tego pewna właściwość ciał zwana **bezwładnością**.

Aby zmienić stan ruchu ciała, tzn. zmniejszyć lub zwiększyć prędkość, zatrzymać lub zmienić kierunek jego ruchu (gdy w ruchu się znajduje) lub wprowadzić w ruch (gdy spoczywa), wymagane jest działanie siły niezerównoważonej.

Zapamiętaj!

Bezwładność to skłonność ciała do pozostania w spoczynku, gdy wcześniej ciało nie poruszało się lub pozostania w ruchu, gdy wcześniej ciało poruszało się.

Podsumowanie

- Przyczyną zmian prędkości ciała względem nieruchomego układu odniesienia jest działanie na to ciało niezerównoważonej siły.
- Ciała spoczywające dążą do przebywania w stanie spoczynku, ciała poruszające się – do utrzymania tego ruchu bez zmiany prędkości. Cecha ciała polegająca na tym, że ciało dąży do zachowania stanu spoczynku lub stanu ruchu jednostajnego

prostoliniowego nazywa się bezwładnością. Bezwładność uwidacznia się w układach odniesienia, które przyspieszają, zwalniają lub zmieniają kierunek ruchu względem nieruchomego układu odniesienia.

- Masa jest miarą ilości materii w danym przedmiocie. Jest miarą bezwładności – oporu, jaki stawia ten przedmiot, gdy chcemy go poruszyć, zatrzymać lub zmienić w jakiś sposób jego ruch.
- Pierwsza zasada dynamiki Newtona głosi, że jeżeli na ciało nie działa żadna siła lub działające siły się równoważą, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem nieruchomego układu odniesienia.

Ćwiczenie 3



Wymień przykłady praktycznego zastosowania bezwładności.

- ☐ odbijanie się na trampolinie
- ☐ kopanie dziury w ziemi
- ☐ strącanie kropli wody przez wirowanie parasolką wokół jej osi
- ☐ odwirowywanie ubrań w pralce/suszarce bębnowej

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Pocisk porusza się w lufie armaty w wyniku parcia gazów powstałych po spaleniu prochu. Spośród poniższych wybierz te siły, które działają na pocisk po opuszczeniu lufy.

- ☐ siła wyporu
- ☐ siła Coriolisa
- ☐ siły oporu powietrza
- ☐ siła ciężenia (grawitacji)

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Doświadczenie 1

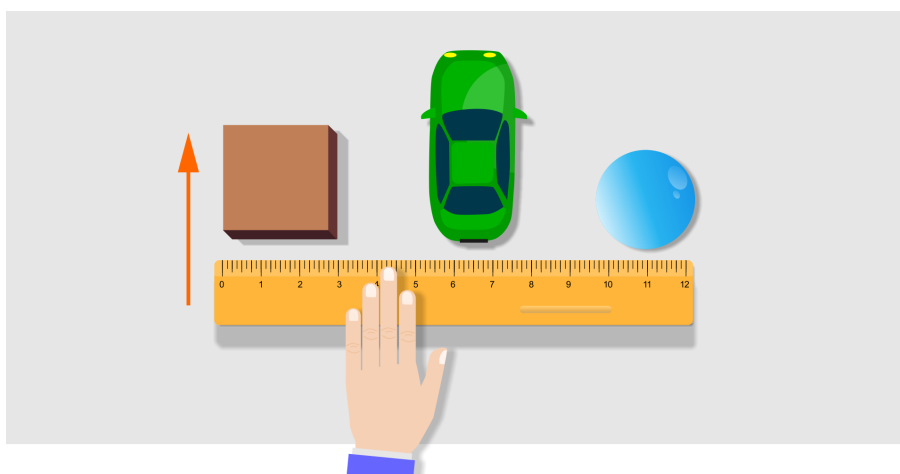
Jaki opór stawia siła tarcia w zależności od kształtu przedmiotu?

Co będzie potrzebne

- niewielki, prostopadłościenny klocek
- kulka o rozmiarze zbliżonym do rozmiaru klocka
- samochodzik z obracającymi się kółkami
- linijka (bądź prosty patyk)

Instrukcja

Ustaw klocek, kulkę i samochodzik wzdłuż jednej linii wzdłuż linijki. Zaczynaj przesuwając linijkę tak, aby wprawić w ruch wszystkie trzy przedmioty. W pewnej chwili zatrzymaj linijkę. Jak zachowują się przedmioty? Który dotrze najdalej, a który zatrzyma się najszybciej?



Schemat doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Uporządkuj poniższe przedmioty od tego, który zatrzymał się najszybciej, do tego, który skończył swój ruch najpóźniej.

kulka



klocek



samochodzik



Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6



Klocek leży na stole. W pewnym momencie Krzyś zaczął go popychać, wprawiając przedmiot w ruch. Narysuj i opisz siły działające na klocek podczas ruchu. W jakiej sytuacji klocek poruszałby się ruchem jednostajnym prostoliniowym?

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Zadanie podsumowujące lekcję

Ćwiczenie 7

W którą stronę przechylił się pasażerowie autobusu przy jego skręcie w lewo i jednoczesnym przyspieszaniu?

☐ w prawo i do przodu

☐ w lewo i do przodu

☐ w lewo i do tyłu

☐ w prawo i do tyłu

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

bezwładność

inaczej inercja; właściwość materii polegająca na zachowaniu przez ciało swojego stanu: ruchu lub spoczynku, dopóki działające siły równoważą się.

siła nośna

jedna z sił działających w ośrodku (powietrzu, cieczy) na poruszające się w tym ośrodku ciało. Siła ta jest zależna od kształtu ciała i wartości prędkości ciała.

siły oporu ruchu

wszystkie siły, które przeciwdziałają ruchowi poruszającego się ciała, np. tarcie lub opór powietrza.

Biogram



Sir Isaac Newton - jeden z największych uczonych w historii nauki

Źródło: Sir Godfrey Kneller (<http://commons.wikimedia.org>), domena publiczna.

Isaac Newton

1643.01.4 Woolsthorpe-by-Colsterworth – 1727.03.31 Kensington

Fizyk, astronom i matematyk angielski, profesor uniwersytetu w Cambridge. Sformułował podstawy mechaniki klasycznej (trzy zasady dynamiki). Innymi epokowymi odkryciami Newtona są: prawo powszechnego ciążenia i uzasadnienie praw Keplera. Był zwolennikiem korpuskularnej teorii światła (zgodnie z którą światło ma postać cząstek). Jest wraz z Leibnizem twórcą rachunku różniczkowego i całkowego.