

Trzecia zasada dynamiki Newtona – wzajemne oddziaływanie ciał

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

Zasób zawiera: wyjaśnienie wzajemności oddziaływań; film pt. Wzajemność oddziaływań; opis doświadczenia (wraz z filmem), którego celem jest doświadczalne potwierdzenie wzajemności oddziaływań; ilustrację i film przedstawiające siły wzajemnego oddziaływania.

Zasób zawiera: wstęp dotyczący wzajemności oddziaływań; opis doświadczenia (wraz z filmem), którego celem jest wykazanie, że wartości sił działania i przeciwdziałania są sobie równe; treść III zasady dynamiki wraz z zapisem wektorowym;

Zasób zawiera: wstęp do zastosowań III zasady dynamiki; film pt. Spacer a trzecia zasada dynamiki; film pt. Pływak w basenie; animację dotyczącą sił akcji i reakcji w przypadku szklanki stojącej na płaskiej powierzchni; polecenie dla ucznia wraz z ilustracją.

Zasób zawiera: informację o zastosowaniu III zasady dynamiki w silnikach odrzutowych; film pt. Silnik odrzutowy I rakietowy; polecenie dla ucznia.

Zasób zawiera: zestawienie informacji dotyczących III zasady dynamiki wraz zapisem wektorowym; pracę domową składającą się z dwóch poleceń; zestaw dwóch interaktywnych zadań podsumowujących (prawda/ fałsz, wyboru odpowiedzi); biogram Konstantego Ciołkowskiego.

Zasób zawiera zestaw dwóch zadań interaktywnych typu prawda/fałsz i doboru odpowiedzi.

Trzecia zasada dynamiki Newtona – wzajemne oddziaływanie ciał

Fizyka towarzyszy nam na co dzień, a jej zasady umożliwiają nam wykonywanie podstawowych czynności. Za każdym razem gdy wbijasz gwoździe, uderzasz ręką o stół czy rozbijasz szybę w telefonie, poznajesz doświadczalnie trzecią zasadę dynamiki Newtona. Każda akcja bowiem pociąga za sobą reakcję, a siły występują parami.



Gdyby nie wzajemne oddziaływanie między pływakiem a wodą nie byłoby możliwe pływanie

Źródło: Jeon Han, dostępny w internecie: flickr.com [dostęp 29.06.2022], licencja: CC BY-SA 2.0.

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

- co to jest siła i jaka jest jej jednostka;
- jakie są rodzaje oddziaływań i ich skutki;
- jak stwierdzić, że oddziaływania są wzajemne.

Ich opracowanie znajdziesz materiałach:

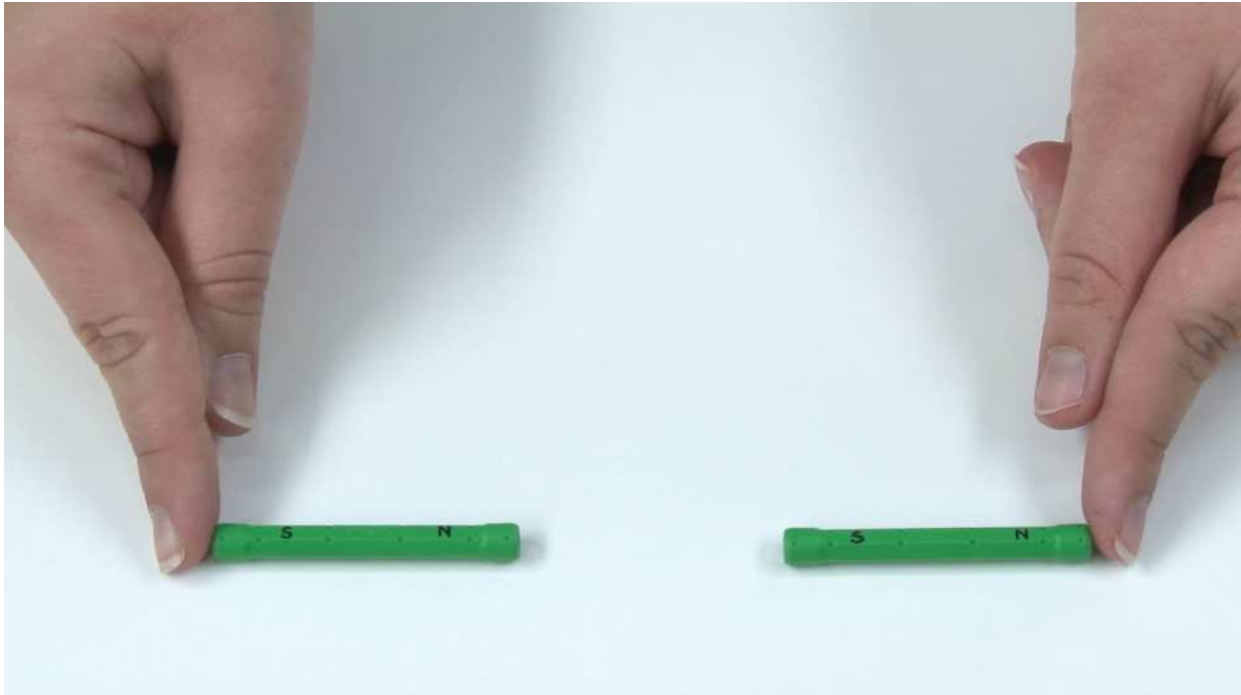
- [Siła jako miara oddziaływań. Równowaga sił. Siła wypadkowa. Wyznaczanie siły wypadkowej;](#)
- [Rodzaje oddziaływań i ich skutki. Wzajemność oddziaływań.](#)

Nauczysz się

- podawać treść trzeciej zasady dynamiki Newtona;
- podawać przykłady zastosowania tej zasady w życiu codziennym;
- opisywać zasadę działania silników: odrzutowego i raketowego.

Wzajemność oddziaływań

W przyrodzie występuje wiele rodzajów oddziaływań. Należą do nich między innymi oddziaływania grawitacyjne, magnetyczne, elektryczne czy sprężyste. Oddziaływania opisują przyczynę pewnych zjawisk, zaś ich miarą bardzo często jest wartość siły, jaką wywierają na obiekt w ich zasięgu. Oddziaływania są wzajemne, to znaczy, że jeśli wywołujemy pewną akcję przy użyciu działającej siły, musimy spodziewać się reakcji układu, na który działamy.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RnUN855bOvBfT>

Wzajemność oddziaływań

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

Film o wzajemności oddziaływań.

Wykonajmy doświadczenie.

Doświadczenie 1

Doświadczalne potwierdzenie wzajemności oddziaływań.

Co będzie potrzebne

- dwie pary łyżworolek, wrotek lub dwie deskorolki;
- para kasków ochronnych na głowę;
- dwie pary ochraniaczy na łokcie i kolana;
- gładkie podłoże;
- dwie osoby o zbliżonej masie.

Instrukcja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1YZB98x9VI8X>

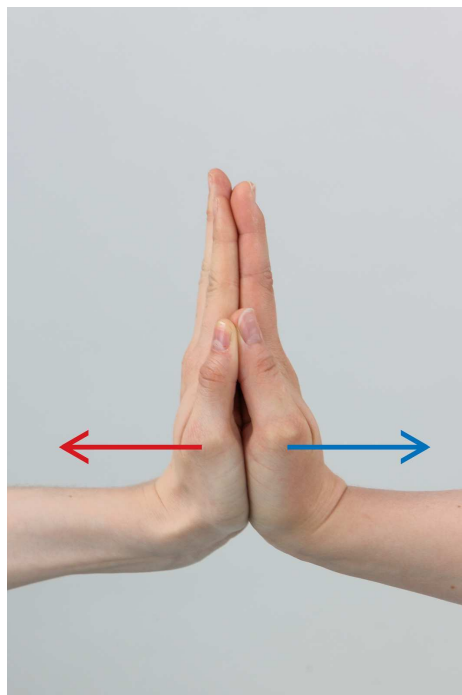
Wzajemność oddziaływań

Film dotyczący wzajemności oddziaływań.

1. Przeprowadź doświadczenie na płaskiej, gładkiej powierzchni, np. na asfaltowym boisku szkolnym lub sali gimnastycznej, tak aby w pobliżu nie znajdowały się żadne przedmioty (ściany, kamienie), które mogą stanowić zagrożenie w razie upadku.
2. Wybierz dwie osoby o zbliżonej masie.
3. Poleć im, by przed przeprowadzeniem doświadczenia założyły ubiór ochronny (kaski i ochraniacze) oraz rolki, wrotki lub, jak na filmiku wyżej, stanęły na deskorolkach.
4. Wybrane osoby ustaw naprzeciw siebie w takiej odległości, aby mogły zetknąć ze sobą płasko dłonie lub analogicznie jak na filmiku, niech trzymają w pewnej odległości dwa końce sznurka.
5. Niech jedna z osób spróbuje się odepchnąć od drugiej lub - jeżeli wybraliście wariant ze sznurem - spróbuje przyciągnąć do siebie drugą osobę.

Podsumowanie

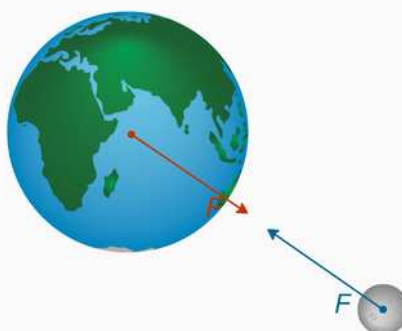
Mimo, że tylko jedna z osób w parze podziałała siłą na drugą, skutki tego oddziaływania odczuły obie osoby. Jeśli masy ich ciał były porównywalne, to porównywalna była również odległość, na jaką każda z nich się przesunęła. Przeprowadzone doświadczenie pozwala wyciągnąć wniosek, że jeśli jedno ciało działa na drugie pewną siłą (akcja), to drugie ciało oddziałuje na pierwsze siłą reakcji, która ma ten sam kierunek, lecz przeciwny zwrot. Siły akcji i reakcji nie równoważą się, ponieważ ich punkty przyłożenia są inne - siły zostały przyłożone do dwóch różnych ciał.



Siły akcji i reakcji nie równoważą się

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

W celu utrwalenia wiedzy o siłach wzajemnego oddziaływania (akcji i reakcji) obejrzyj poniższy film.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1QXhU5IgW3rt>

Akcja i reakcja

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

Film dotyczący zasady akcja-reakcja.

Trzecia zasada dynamiki Newtona

Jako pierwszy wzajemność oddziaływań opisał żyjący na przełomie XVII i XVIII wieku angielski uczony Isaac Newton, który wyniki swoich badań w tym zakresie sformułował w postaci trzeciej zasady dynamiki. W czasach mu współczesnych nie znano jeszcze wszystkich typów oddziaływań. Okazało się jednak, że trzecia zasada dynamiki ma charakter uniwersalny i dotyczy również tych ich rodzajów, które odkryto znacznie później (np. oddziaływań jądrowych).

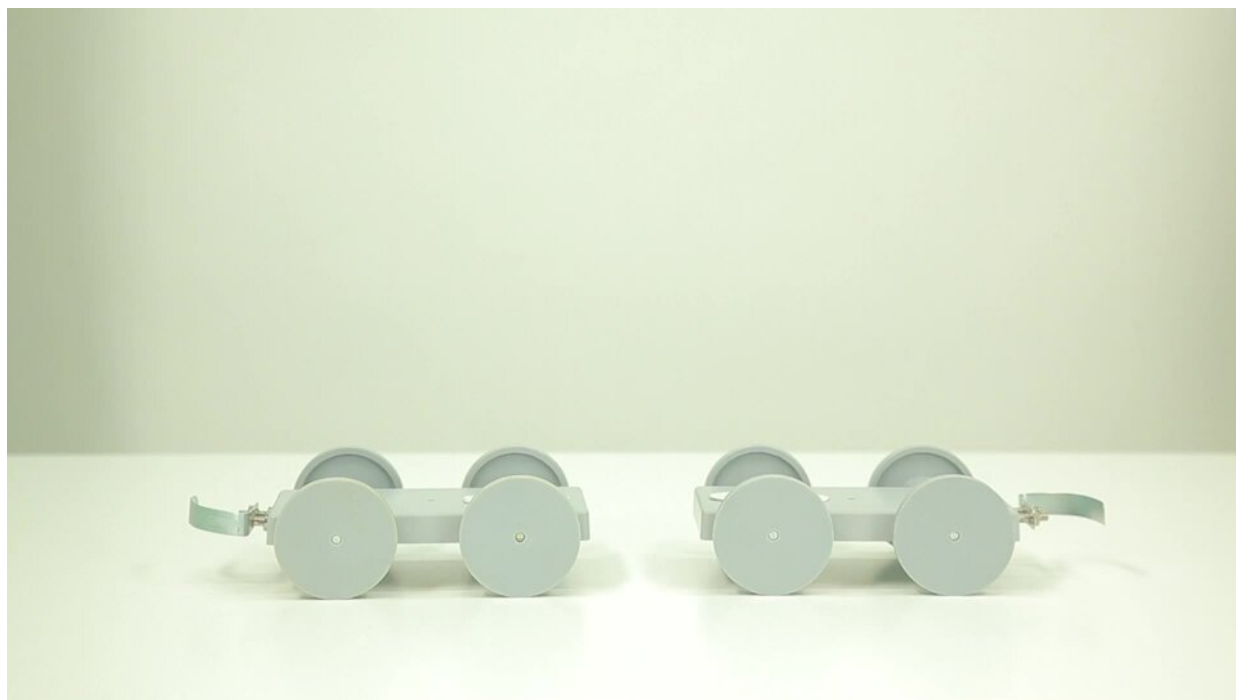
Doświadczenie 2

Wykazanie, że wartości sił działania i przeciwdziałania są sobie równe

Co będzie potrzebne

- dwa wózki;
- dwa płaskie magnesy o niewielkich rozmiarach (głośnikowe);
- dwa siłomierze;
- plastelina;
- silna nić lub cienki sznurek.

Instrukcja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1WUOPyyyqENrg>

Instruktaż do doświadczenia

Film przedstawiający instruktaż do doświadczenia.

1. Przeprowadź doświadczenie na płaskiej powierzchni, np. na ławce o gładkim blacie lub szynach o odpowiednio dobranym rozstawie.
2. Za pomocą plasteliny zamocuj magnesy na przodzie wózków.
3. Wózki zwrócone do siebie przodem (magnesami) powinny się do siebie przyciągać.
4. Do tylnej części każdego z nich przymocuj nić.
5. Do końców obu nici przymocuj siłomierze.
6. Przy pomocy kolegi lub koleżanki nie pozwól zbliżyć się do siebie wózkom, ciągnąc za końce siłomierzy. Staraj się, aby siłomierze były (o ile to możliwe) ustawione równolegle do powierzchni blatu.
7. Zatrzymaj wózki w niewielkiej odległości od siebie.
8. Odczytaj wartość siły, którą wskazały siłomierze.
9. Doświadczenie powtórz kilkakrotnie.

Podsumowanie

Oba siłomierze w naszym doświadczeniu wskazały te same wartości sił. Wózki przyciągały się wzajemnie siłami o tej samej wartości, kierunku, ale o przeciwnych zwrotach. Były to siły działania i przeciwdziałania pochodzące od magnesów (siły magnetyczne). Siły przyłożone były do dwóch różnych magnesów, a więc nie mogły się równoważyć.

Reguła: Trzecia zasada dynamiki Newtona

Gdy ciało A działa na ciało B pewną siłą $\vec{F}_{AB}$, to ciało B oddziałuje na ciało A siłą $\vec{F}_{BA}$ o tej samej wartości, tym samym kierunku, lecz przeciwnych zwrotach. Siły te nie mogą się równoważyć, ponieważ przyłożone są do dwóch różnych ciał.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

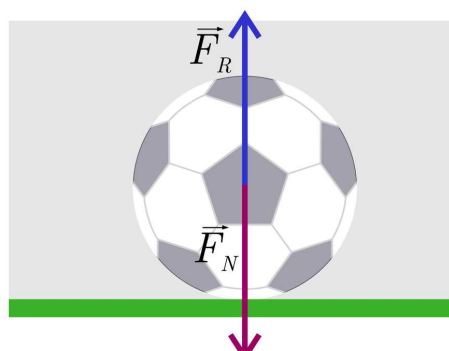
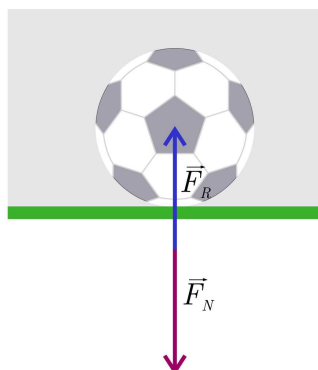
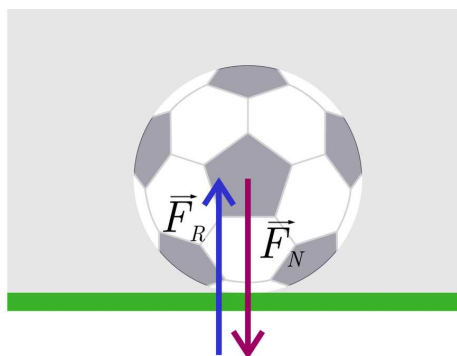
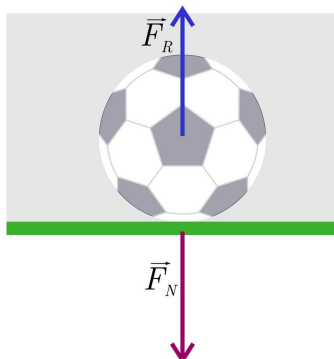
Trzecia zasada dynamiki nazywana jest często zasadą **równej akcji i reakcji**.

Zapamiętaj!

Każdej akcji towarzyszy reakcja równa co do wartości i kierunku, lecz przeciwnie zwrócona. Należy jednak pamiętać, że siły te nie równoważą się.

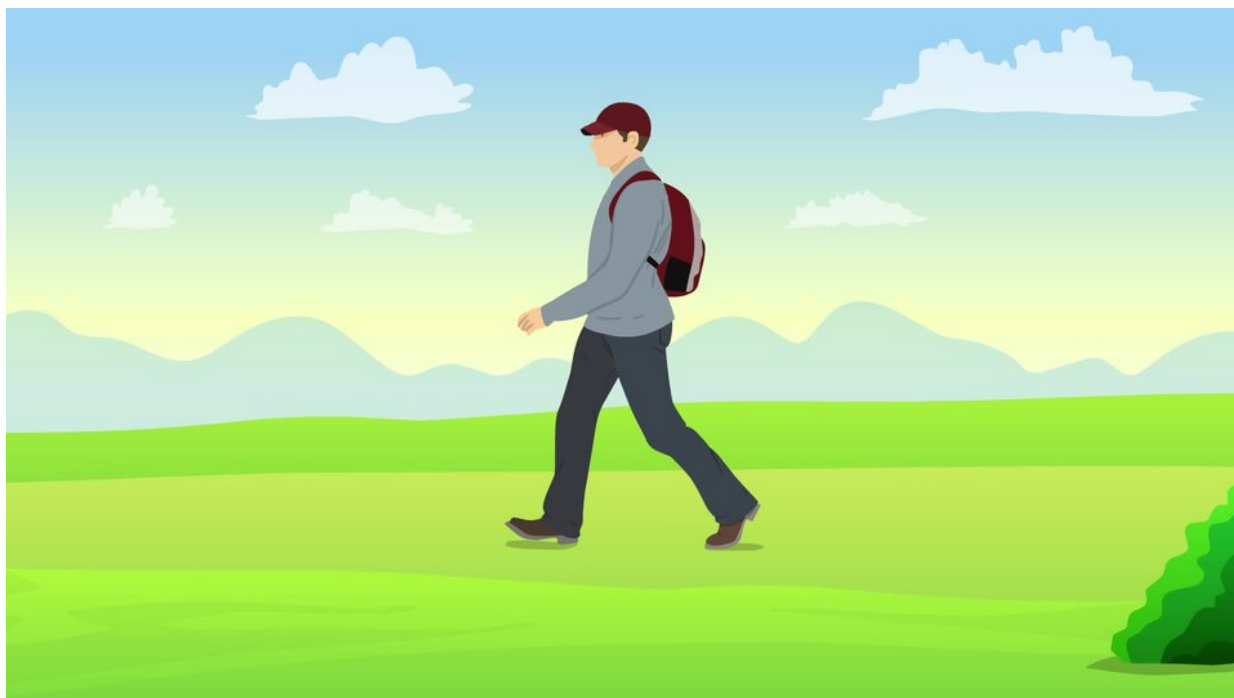
Ćwiczenie 1

Wybierz rysunek przedstawiający prawidłowo narysowane wektory: siły nacisku $\vec{F}_N$ i siły reakcji podłoża $\vec{F}_R$ działające w układzie piłka-ziemia gdy piłka spoczywa.



Przykłady zastosowania trzeciej zasady dynamiki

Wpływ trzeciej zasady dynamiki Newtona na nasze życie codzienne odczuwamy przy każdej czynności, którą wykonujemy. Przy wbijaniu gwoździ młotek odskakuje, skok z dużej wysokości może spowodować uszkodzenie stopy. Przykładów można by podać znacznie więcej. Gdyby nie zjawiska opisywane trzecią zasadą dynamiki Newtona, nie byłibyśmy w stanie chodzić, spacerować czy biegać!



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1YufI7JDRIqn>

Spacer a trzecia zasada dynamiki

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

Film ukazujący zależność między spacerem, a trzecią zasadą dynamiki Newtona.

Nie moglibyśmy także pływać!



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1EJ45f7dHdj>

Pływak w basenie

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

Film przedstawiający pływaka w basenie.

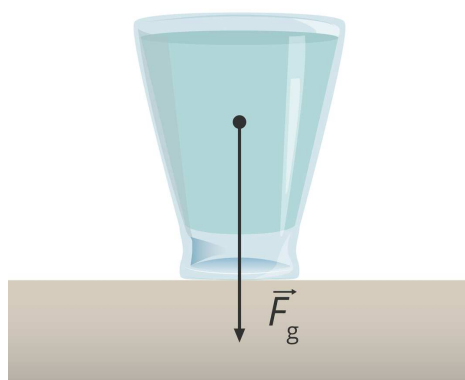
Gdy pływający porusza rękami, odpycha od siebie wodę, ale jednocześnie woda popycha go do przodu, wprowadzając jego ciało w ruch.

Siły akcji i reakcji w przypadku szklanki stojącej na płaskiej powierzchni



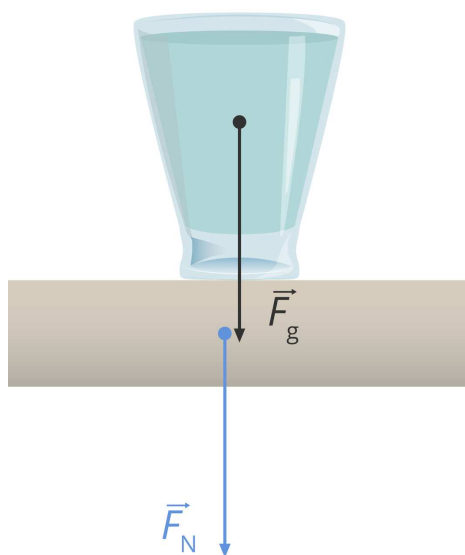
Ilustracja szklanki wody stojącej na blacie

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



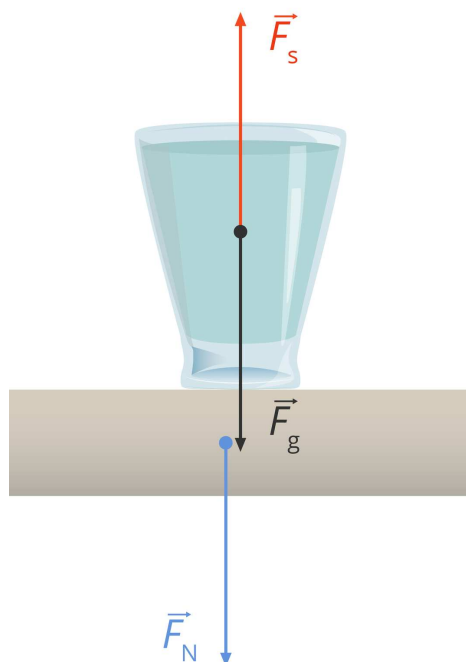
Ilustracja szklanki stojącej na stole uzupełniona o wektor siły ciężkości

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



Ilustracja szklanki stojącej na stole uzupełniona o wektor siły ciężkości i wektor siły nacisku

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



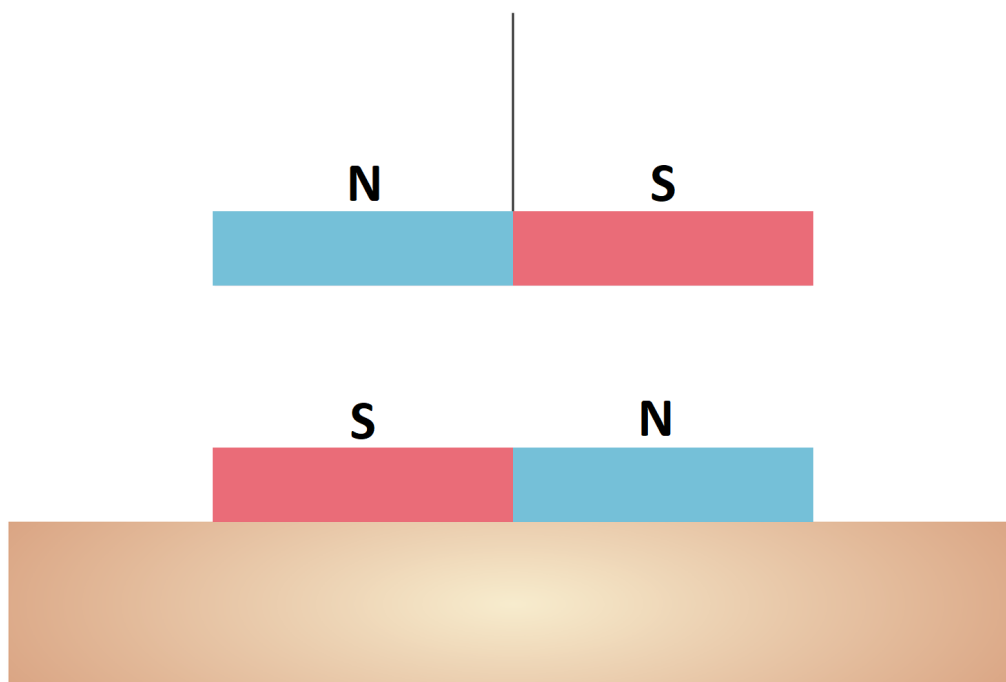
Ilustracja szklanki stojącej na stole uzupełniona o wektor siły ciężkości, wektor siły nacisku i wektor siły sprężystości blatu

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

Na szklankę stojącą na stole działa siła ciężkości, która jest źródłem siły nacisku wywieranej przez dno szklanki na powierzchnię blatu stołu. Siła nacisku zawsze jest prostopadła do powierzchni, na którą naciska ciało. Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki stół odpowiada reakcją na nacisk szklanki, siłą o tym samym kierunku i wartości co siła nacisku, lecz przeciwnym zwrocie. Siła ta ma związek ze sprężystością blatu i – jak widzisz – jest przyłożona do szklanki. Siły F_g i F_s równoważą się, ponieważ mają ten sam kierunek, te same wartości, przeciwne zwroty i są przyłożone do tego samego ciała. Ciało pozostaje w spoczynku – szklanka spoczywa na blacie stołu.

Ćwiczenie 2

Mamy dwa identyczne magnesy o masie $0,5 \text{ kg}$. Jeden leży na stole, a drugi jest zawieszony na nitce tak, że wisi on nad pierwszym magnese. Ile wynosi wartość siły, z jaką rozciągana jest nić, na której zawieszony został jeden z magnesów, jeśli ich wzajemne oddziaływanie wynosi 4 N ? Ile wynosi siła nacisku, jaką wywiera na blat stołu drugi z magnesów? Przyjmij przyspieszenie grawitacyjne równe $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



Oddziaływujące magnesy

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

Uzupełnij luki w odpowiedzi, wpisując odpowiednie liczby.

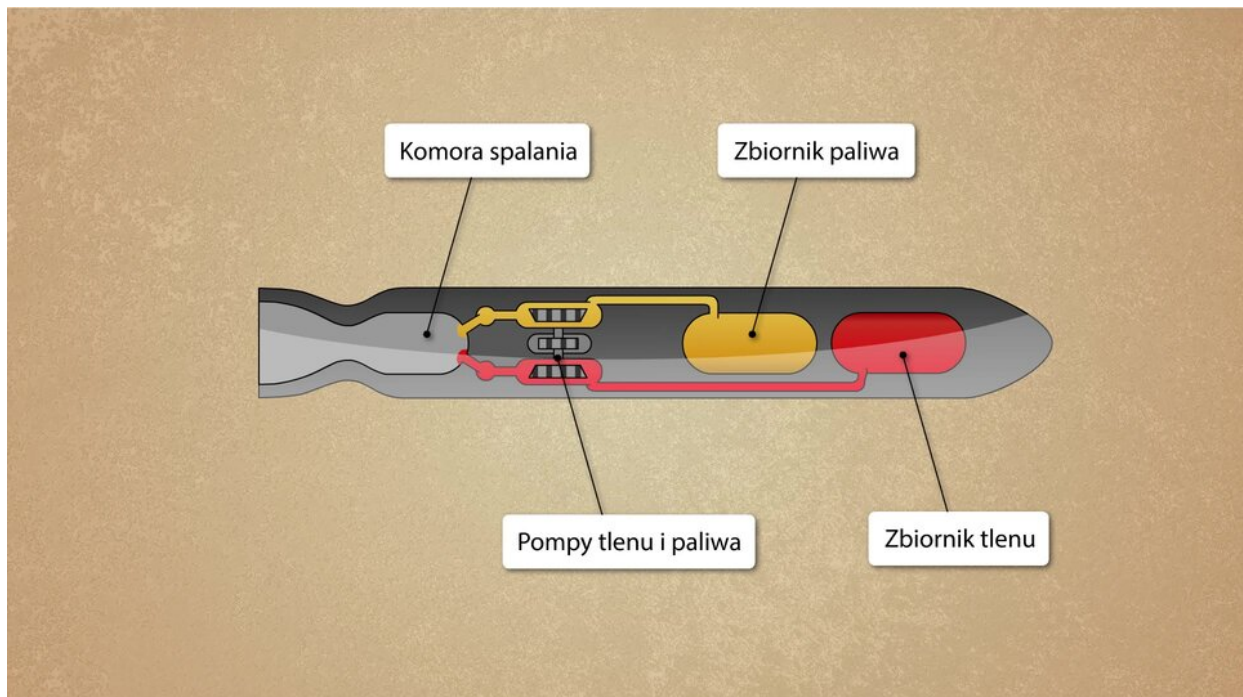


Odpowiedź: Wartość siły naciągu nici wynosi $F_n =$ N. Wartość siły nacisku na stół wynosi $F =$ N

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

Silniki odrzutowe i rakietowe

Na podstawie trzeciej zasady dynamiki działają silniki odrzutowe, które znalazły powszechne zastosowanie w współczesnym lotnictwie, a ich odmiana – silniki rakietowe – w kosmonautyce. Silniki tego typu wykorzystują zjawisko odrzutu substancji roboczej, będącej produktem spalania paliwa. Siła reakcji (siła ciągu) powstaje podczas opuszczania przez substancję roboczą dyszy silnika. Napędza ona samolot lub raketę.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/Rn8fiTgdMUL3S>

Silnik odrzutowy i raketowy

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

Film dotyczący silnika odrzutowego i raketowego.

Podwaliny pod rozwój współczesnej kosmonautyki położył rosyjski uczonego polskiego pochodzenia [Konstanty Ciolkowski](#), który opracował teoretyczne podstawy działania silnika raketowego.



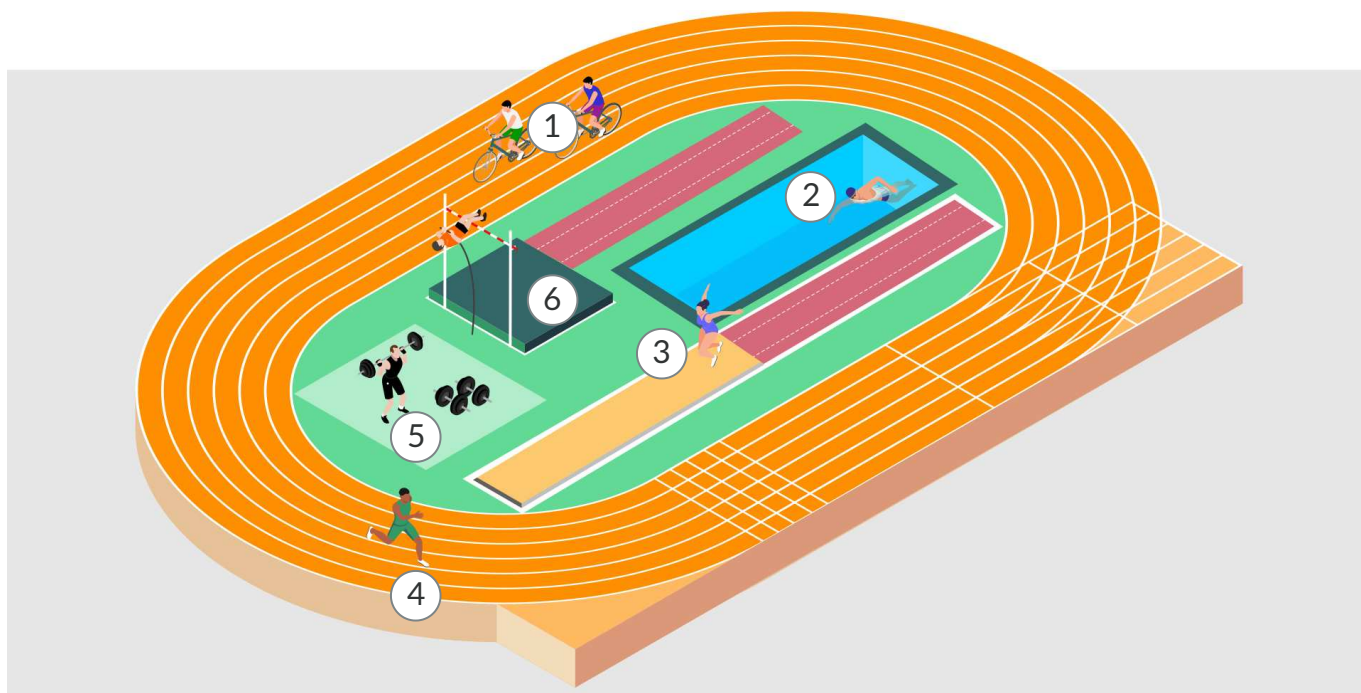
Zaznacz przykłady działania trzeciej zasady dynamiki Newtona.

- ☐ Przesuwając - po wypolerowanej podłodze - szafkę w lewo, ślizgamy się w prawo. Szafka wywiera na nas siłę, tak jak my na nią.
- ☐ Wbijanie gwoździ w ścianę. Uderzenie w gwóźdź wywiera siłę na młotek, ale jednocześnie młotek wywiera siłę na gwóźdź.
- ☐ Zwalnianie krążka ślizgającego się po chropowatym stole. Krążek zwalnia, co oznacza, że w kierunku jego ruchu musi być przyłożona pewna siła.
- ☐ Długopis leży bezwładnie, dopóki nie zostanie popchnięty. Dopóki nie przyłożymy siły do spoczywającego obiektu - nie ma on "powodów" do rozpoczęcia ruchu.

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

Fizyka sportu

Sportowcy podczas każdego swojego startu wykorzystują prawa fizyki. Często nie zdajemy sobie sprawy z tego, jak fizyka pomaga im osiągnąć dużo lepsze wyniki. Jeśli chcesz wiedzieć więcej, zobacz na ilustrację interaktywną poniżej.



Jazda na rowerze

Rowerzyści, szczególnie wyścigowi, podczas jazdy przyjmują aerodynamiczną postawę trzymając głowę nisko przy kierownicy, w ten sposób siła oporu powietrza jest jak najmniejsza. Zależy im też, aby siła tarcia między kołami a podłożem była jak największa, wtedy mówią, że mają dobrą przyczepność, dlatego są różne opony rowerowe do różnych nawierzchni.

2

Pływanie

Pływacy wykorzystują to, że woda ma większą gęstość niż powietrze, a przez to stawia większy opór podczas ruchu. Dzięki temu, gdy poruszają nogami czy rękami działa na nich duża siła reakcji ze strony wody. Gdy ty teraz w powietrzu poruszysz ręką nawet nie poczujesz jak ono stawia opór twojemu ruchowi, natomiast dla pływaka jest to siła napędowa.

3

Skok w dal

Podczas skoków w dal sportowcy wykorzystują dużą prędkość zdobytą podczas rozbiegu. W momencie wyskoku sportowiec działa siłą skierowaną pod pewnym kątem do poziomu, a przez to podłoże działa na niego siłą reakcji powodującą zmianę kierunku wektora prędkości, co powoduje wyskok.

4

Biegi

Podczas biegu sportowiec potrzebuje bardzo dobrej przyczepności, podobnie jak rowerzyści, ponieważ dzięki tarcia może się on przemieszczać. Dlatego sportowcy zwracają dużą uwagę na buty w jakich biegają, gdyż to one zapewniają im jak największą siłę tarcia. Podczas biegów krótkodystansowych sportowcy także przyjmują bardzo aerodynamiczną postawę mocno wychylając się do przodu.

5

Podnoszenie ciężarów

Podczas podnoszenia ciężarów sportowiec musi zwrócić szczególną uwagę na sposób jego podnoszenia. Niejednokrotnie ciężarowcy podnoszą ciężary znacznie przekraczające ich własną masę! Aby to zrobić muszą zadziałać bardzo dużą siłą. Bardzo niebezpieczne jest dla nich wtedy jakiegokolwiek przesuwanie się bądź ślizganie się sztangi w dłoniach, dlatego ich dłonie są często białe, gdyż smarują je talkiem, który ma duże właściwości higroskopijne dzięki czemu zwiększa tarcie między dłońmi a metalową sztangą.

6

Skoki o tyczce

Podczas skoków o tyczce bardzo ważny jest dobry rozbieg, gdyż sportowiec z pomocą tyczki zmienia kierunek wektora prędkości i w ten sposób wykonuje skok. Bardzo ważny jest materiał z jakiego wykonana jest tyczka. Musi on być giętki i sprężysty a jednocześnie bardzo wytrzymały. Sprężystość materiału umożliwia wyższe skoki, gdyż tyczka działa na sportowca siłą sprężystości dając mu dodatkową siłę. Ważny jest także materac, na który ląduje skoczek gdyż musi on go wyhamować w bezpieczny sposób co jest możliwe gdy jest on gruby i bardzo miękki, gdyż tak jak w przypadku samochodu, droga hamowania jest długa, a dzięki temu hamowanie łagodniejsze.

Fizyka sportu

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

Podsumowanie

- W przyrodzie występuje wiele rodzajów oddziaływań, ale wszystkie można opisać za pomocą sił. Wielkość siły jest miarą oddziaływania. Oddziaływania są wzajemne, to znaczy jeśli wywołujemy pewną akcję za pomocą działającej siły, musimy się spodziewać reakcji ciała, na które działamy.
- Fakt, że oddziaływania są wzajemne, dostrzegł żyjący na przełomie XVII i XVIII wieku angielski uczony Isaac Newton. Wyniki swoich badań w tym zakresie sformułował w postaci trzeciej zasady dynamiki.
- Trzecia zasada dynamiki Newtona głosi, że gdy ciało A działa na ciało B pewną siłą, to ciało B oddziałuje na ciało A siłą o tej samej wartości, tym samym kierunku, lecz przeciwnym zwrocie. Siły te nie mogą się równoważyć, ponieważ przyłożone są do dwóch różnych ciał.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

- Trzecią zasadę dynamiki Newtona nazywamy też zasadą akcji i reakcji. Każdej akcji towarzyszy reakcja równa co do wartości i kierunku, lecz o przeciwnym zwrocie. Pamiętać należy o tym, że siły te nie równoważą się.
- Trzecia zasada dynamiki towarzyszy nam na co dzień podczas chodzenia, pływania, wbijania gwoźdźcia w ścianę i wielu innych czynności. Dzięki niej między innymi latają samoloty odrzutowe i możliwe są podróże kosmiczne w najbliższym otoczeniu Ziemi.

Zadania podsumowujące lekcję

Ćwiczenie 4



Dwa magnesy, z których jeden jest większy od drugiego, przyciągają się wzajemnie. Uzupełnij tekst wybierając odpowiednie frazy z listy rozwijalnej.

Magnesy będą na siebie działać siłami. Siła pochodząca od pierwszego magnesu będzie mieć , co siła pochodząca od drugiego magnesu. Siły będą mieć , ale nie będą się równoważyć, ponieważ posiadają .

przeciwnie zwroty

różne kierunki

mniejszą wartość

jednakowy zwrot

większą wartość

tę samą wartość

ten sam punkt przyłożenia

inne punkty przyłożenia

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

Ćwiczenie 5



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

Zdanie	Prawda	Fałsz
Gdy uderzysz pięścią w ścianę, działając pewną siłą, to ściana będzie działała w tym samym czasie na pięść siłą o takiej samej wartości.	☐	☐
Uderzona przez ciebie ściana się nie poruszy, ponieważ siła jej reakcji równoważy siłę działania (akcji).	☐	☐
Pływak może poruszać się dzięki temu, że popycha wodę, a woda popycha pływaka.	☐	☐

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

Ćwiczenie 6



Dwa identyczne baloniki są jednakowo naelektryzowane. Co się stanie, gdy powiesimy je obok siebie na sznurkach o tej samej długości? Dokończ zdanie, wybierając poprawną odpowiedź.

Dwa baloniki będą się wzajemnie odpychały, tak że

- ☐ odchyli się tylko jeden z baloników.
- ☐ odchylą się o taki sam kąt od pionu na zewnątrz.
- ☐ odchylą się na zewnątrz, ale kąty odchylenia od pionu będą różne.

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

Biogram



Konstanty Ciolkowski

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org [dostęp 29.06.2022], domena publiczna.

Konstanty Ciolkowski

1857.09.17 Iżewskoje, Rosja – 1935.09.19 Kaługa, Rosja

Pomysły techniczne sformułowane przez Ciolkowskiego stanowią podstawę działania wszystkich – historycznych i współczesnych – silników rakietowych, ракет i statków kosmicznych. Ciolkowski opracował model sterowca, zbudował pierwszy w Rosji tunel aerodynamiczny i podał teoretyczne podstawy funkcjonowania silnika rakietowego na paliwo ciekłe.