



III zasada dynamiki

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



III zasada dynamiki

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.istockphoto.com/pl/zdjęcie/supercar-gm154077151-21769092>
[dostęp 2.07.2019], iStockphoto, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Czy to nie ciekawe?

Z pewnością wielokrotnie spotkaliście się z sytuacją, w której przesuwając jakiś przedmiot odczuwacie siłę oporu, jaką on stawia. Zauważyliście również, że - zanim rozpocznie się ruch - siła oporu jest tym większa, im większej siły używacie. W tym materiale postaramy się wyjaśnić to zjawisko.



Rys. a. Hmm, im bardziej na niego napieram, tym silniej on mnie odpycha...

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/pi%c5%82ka-no%c5%bcna-futbol-ameryka%c5%84ski-gra-1513655/> [dostęp 5.08.2022], domena publiczna.

Twoje cele

- poznasz pary sił akcji i reakcji spełniające III zasadę dynamiki Newtona,
- zrozumiesz, dlaczego siły akcji i reakcji nie równoważą się,
- zapoznasz się ze zjawiskiem wzajemnego oddziaływania ciał,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W życiu codziennym wielokrotnie próbujemy dokonać przesunięcia jakiegoś przedmiotu. W tym celu działamy na ten przedmiot pewną siłą $\vec{F}$ próbując pokonać opór, jaki ten przedmiot nam stawia. Im większej siły $\vec{F}$ użyjemy, tym bardziej odczuwamy siłę oporu przedmiotu. Spróbujemy wyjaśnić to zjawisko na przykładzie przesuwanego klocka.

Przeanalizujemy przypadek klocka umieszczonego na poziomej i płaskiej powierzchni, który przesuwamy (Rys. 1.).



Rys. 1. Kłócek przesuwany siłą $\vec{F}$

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

Przesuwając klocek, używamy siły $\vec{F}$, która wprawia go w ruch. Przyglądając się nieco bliżej tej sytuacji, możemy jednak dorysować jeszcze jedną siłę, która działa na rękę osoby, która dokonuje przesunięcia klocka. Siłę tę nazwijmy **siłą reakcji** $\vec{R}$.



Rys. 2. Kłócek przesuwany siłą $\vec{F}$ przyłożoną do środka ciężkości kłócka oraz siłą reakcji $\vec{R}$ działającą na rękę osoby dokonującej przesunięcia przyłożoną do środka ciężkości dłoni

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

Kierunki oraz wartości tych sił $\vec{F}$ oraz $\vec{R}$ są takie same. Różnią się one jednak zwrotami i punktem przyłożenia.

$$|\vec{F}| = |\vec{R}|.$$

Spróbujmy opisać to zjawisko w nieco bardziej profesjonalny sposób. Siłę $\vec{F}$ nazywamy **siłą akcji**, czyli siłą, która powoduje zamierzony przez nas skutek, np. przesunięcie kłócka. Działa ona na kłócek. Siłę $\vec{R}$ nazwijmy **siłą reakcji**, czyli „odpowiedzią” przesuwanego przedmiotu na działanie siły $\vec{F}$. Można powiedzieć, że siła reakcji jest miarą tego, jak bardzo „kłócek nie chce zostać przesunięty”. Siły te są sobie równe co do wartości, ale przyłożone są do różnych ciał.

Formułując wniosek z analizowanego przypadku, możemy stwierdzić, że jeżeli na ciało B działa ciało A siłą akcji $\vec{F}_{AB}$, to ciało B działa na ciało A siłą reakcji $\vec{F}_{BA}$. Wartości tych sił są równe, podobnie jak kierunki, w których działają. Zwroty tych sił i punkty przyłożenia są jednak przeciwne.

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

Innymi słowy:

Każdej akcji towarzyszy zawsze równa co do wartości, lecz przeciwnie skierowana reakcja

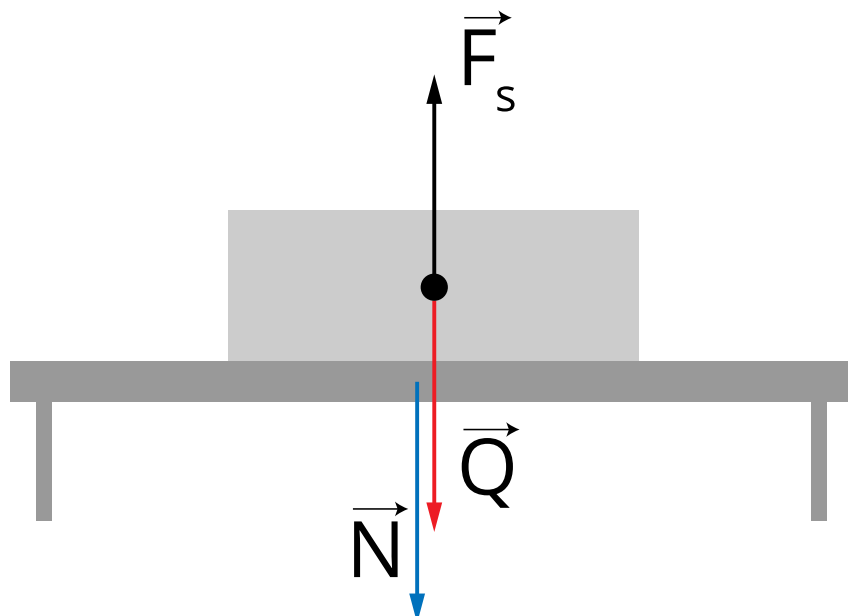
Są to dwa równoważne sobie sformułowania III zasady dynamiki, sformułowanej przez Isaaca Newtona.

Z analizowanego przykładu spróbujmy wyciągnąć jednak jeszcze dwa wnioski.

Pierwszym z nich jest stwierdzenie, że według III zasady dynamiki niemożliwa jest sytuacja, w której działa tylko jedna siła. Dzieje się tak, ponieważ **KAŻDEJ akcji towarzyszy reakcja**.

Drugim jest fakt, że - pomimo takich samych wartości i przeciwnych zwrotów - **siły akcji i reakcji nie równoważą się**. Jest tak, ponieważ siły te działają na różne ciała np. siła akcji działa na kłócek, natomiast siła reakcji działa na dłonie osoby przesuwającej.

Innym przykładem prezentującym III zasadę dynamiki jest kłócek leżący na stole.



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

W tej sytuacji klocek naciska siłą $\vec{N}$ na blat stołu, co stanowi siłę akcji. Jednocześnie stół oddziałuje na klocek siłą sprężystości $\vec{F}_s$, będącą siłą reakcji. Jest to para sił spełniająca III zasadę dynamiki Newtona. W analizowanym przykładzie możemy narysować również siłę ciężkości klocka $\vec{Q}$, z jaką Ziemia przyciąga klocek. Siłą reakcji dla ciężaru jest z kolei siła, z jaką klocek przyciąga Ziemię. Prawdą jest, że

$$|\vec{N}| = |\vec{F}_s| = |\vec{Q}|.$$

Ciekawostką jest to, że na zaprezentowanym przykładzie możemy zaobserwować zarówno I jak i III zasadę dynamiki Newtona. Parą sił spełniającą III zasadę dynamiki są siły nacisku i sprężystości. Działają one na różne ciała, zatem nie równoważą się. Z drugiej strony parą sił, która spełnia założenia I zasady dynamiki, są siły sprężystości oraz ciężar. Przyłożone są one do tego samego ciała - klocka. Są one równe co do wartości i równoważą się, wobec czego klocek pozostaje w spoczynku.

Słowniczek

Siła akcji

(ang. *action*) - siła, która wywołuje zamierzony skutek.

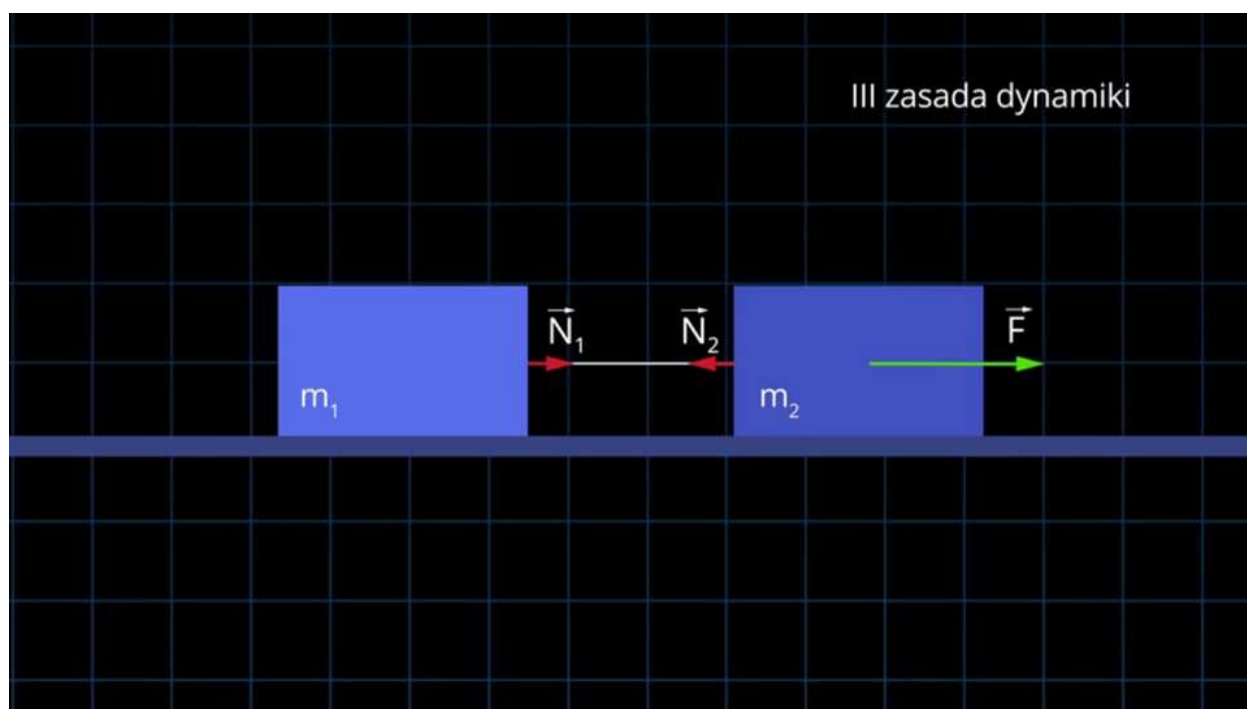
Siła reakcji

(ang. *reaction*) - siła przeciwna do siły akcji, przyłożona do ciała, które działa siłą akcji.

Animacja

III zasada dynamiki

Poniższa animacja przedstawia sytuację, w której na dwa połączone linką klocki działa siła zewnętrzna. Obejrzyj animację, a następnie wykonaj umieszczone poniżej polecenia.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R11UhQhMOwFJh>

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

Opis animacji.

Na tle czarnego ekranu animacji pojawiają się niewielkie, białe sześciiany, które zbliżają się do centralnej części ekranu i łączą w jeden biały sześciąt. Po prawej stronie sześciąt pojawia się biały napis, stanowiący tytuł animacji, który brzmi trzecia zasada dynamiki. Po chwili obraz znika. Na czarnym tle ekranu pojawia się niebieska kwadratowa siatka oraz schemat układu, w którym analizowana jest trzecia zasada dynamiki. Na tle siatki widoczna jest pozioma i płaska powierzchnia, narysowana w postaci poziomej, ciemnoniebieskiej linii. Na powierzchni tej znajdują się dwa prostokątne, niebieskie klocki, jeden obok drugiego. Masa lewego klocka podpisana została małą literą m z indeksem dolnym jeden a masa prawego klocka oznaczona została, jako mała litera m z indeksem dolnym dwa. Masy klocków różnią się. Klocki

połączone są linką, widoczną w postaci szarego, poziomego odcinka łączącego klocki. Początkowo układ pozostaje w spoczynku. Po chwili do prawego klocka przyłożona zostaje siła wielka litera F ze strzałką oznaczającą wektor. Siłę tę, narysowano w postaci poziomej, zielonej strzałki, skierowanej w prawo i przyłożonej do środka prawego klocka. Jednocześnie wzdłuż linki łączącej klocki pojawiają się siły naciągu naciągu, widoczne jako poziome, czerwone strzałki. Siła naciągu wielka litera N z indeksem dolnym jeden i strzałką oznaczającą wektor przyłożona została do punktu zaczepienia linki na lewym klocku. Siła ta skierowana jest poziomo w prawo. Siła naciągu wielka litera N z indeksem dolnym dwa i strzałką oznaczającą wektor przyłożona została do lewej krawędzi prawego klocka, gdzie zamocowana jest linka. Siła to skierowana jest poziomo w lewo. Siły naciągu są równej długości i są krótsze od siły wielka litera F ze strzałką oznaczającą wektor. Parę sił naciągu można nazwać parą sił akcji i reakcji. Siły naciągu tworzą parę sił, spełniającą третią zasadę dynamiki. W chwili przyłożenia siły wielka litera F ze strzałką oznaczającą wektor do prawego klocka, cały układ zaczyna poruszać się w prawo. Wartość siły przyłożonej do prawego klocka powoli rośnie, o czym świadczy wydłużająca się zielona strzałka. Wraz ze wzrostem wartości tej siły, układ porusza się coraz szybciej. Wzrost wartości siły przyłożonej do prawego klocka powoduje również wzrost wartości sił naciągu. Po chwili w dolnej i lewej części pojawia się wzór który definiuje wartość sił naciągu. Wartość siły naciągu jest równa wartości siły zewnętrznej, która wprawia układ w ruch, pomnożonej przez iloraz masy klocka pierwszego i sumy mas obu klocków. Po chwili obraz znika a na białym tle pojawia się w centralnej części ekranu niebieski napis. Fizyka dziewięćset pięćdziesiąt kapsulek. U dołu ekranu widoczne są logo, z lewej strony logo Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, na środku Logo Funduszy Europejskich a po prawej stronie Flaga Unii Europejskiej.

Polecenie 1

Na animacji dokonano pewnego uproszczenia. Zwróć uwagę, że na parę klocków działa stale siła zewnętrzna, a zatem układ ten powinien poruszać się z przyspieszeniem. Układ wydaje się jednak poruszać ruchem jednostajnym. Pomyśl, jak można uzasadnić takie zachowanie.



Polecenie 2

Zastanów się, co się stanie, jeśli masa m_2 będzie dużo mniejsza niż m_1 ?

Polecenie 3

Czy na animacji zostały narysowane wszystkie siły działające w tym układzie?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdanie.

Siła akcji zawsze towarzyszy siła . Siły te co do wartości oraz mają przeciwny i są do .

są równe

oporu

tego samego ciała

przyłożone

przyłożone

nie są równe

zwrot

reakcji

różnych ciał

kierunek

różnych ciał

Ćwiczenie 2



Co powinien zrobić astronauta, który przed chwilą oderwał się od stacji kosmicznej i powoli zaczyna się od niej oddalać? Wybierz odpowiedź poprawną.



Astronauta nie może nic zrobić, ponieważ w przestrzeni kosmicznej nie występuje tarcie.



Zacząć szybko machać nogami, tak samo jak podczas pływania i w ten sposób zbliżyć się do stacji.



Szybko wyrzucić najcięższy dostępny przedmiot w stronę przeciwną do oddalającej się stacji.

Ćwiczenie 3



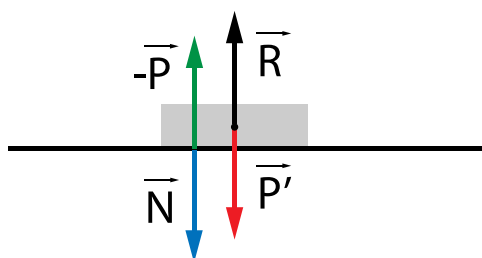
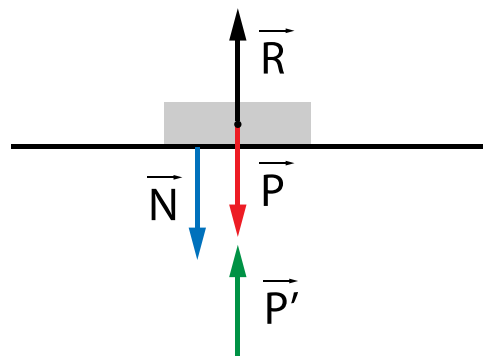
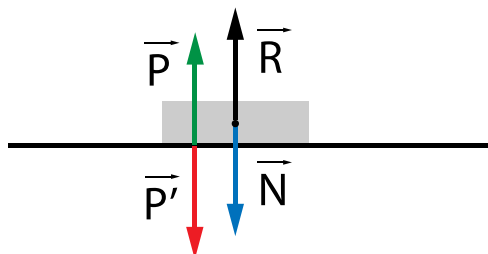
Na jeziorze znajdują się dwie łódki A i B z pasażerami, którzy trzymają za dwa końce nierozciągliwej liny. W pewnej chwili pasażer łódki A zaczyna ciągnąć linę siłą $\vec{F}$ w celu przyciągnięcia łódki B. Zaznacz zdanie prawdziwe.

- ☐ łódki zbliżą się, ponieważ obie zostaną wprowadzone w ruch siłą $\vec{F}$.
- ☐ łódki zbliżą się, ale tylko łódka B zostanie wprowadzona w ruch siłą $\vec{F}$.
- ☐ łódki zbliżą się, ale tylko łódka A zostanie wprowadzona w ruch siłą $\vec{F}$.

Ćwiczenie 4



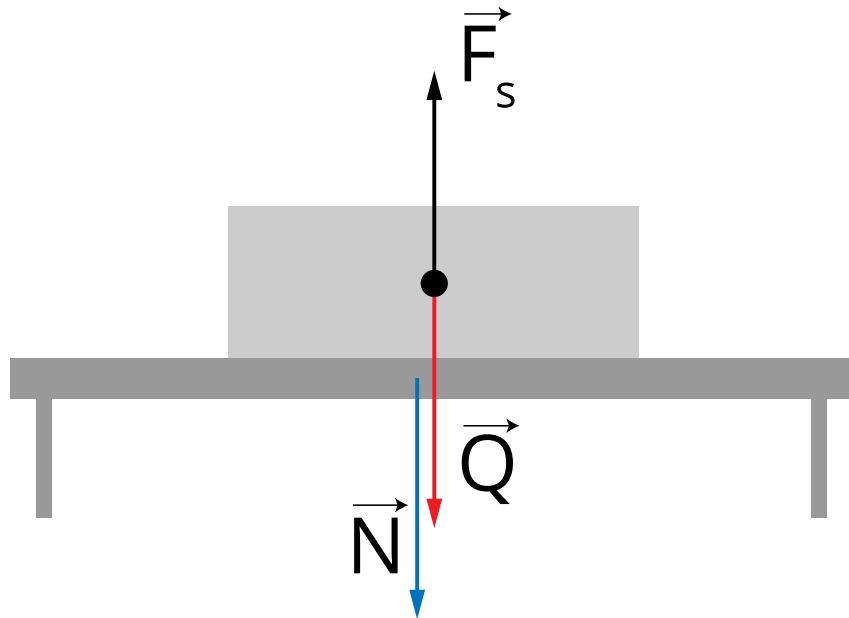
Na klocek leżący na stole działa siła $\vec{P}$, z jaką Ziemia przyciąga klocek, oraz siła reakcji $\vec{R}$. Klocek naciska siłą $\vec{N}$ na powierzchnię stołu. Klocek również przyciąga Ziemię siłą $\vec{P}'$. Na którym rysunku siły zostały zaznaczone poprawnie?



Ćwiczenie 5



Parą sił spełniającą III zasadę dynamiki Newtona jest:



☐ $\vec{Q} \text{ i } \vec{N}$

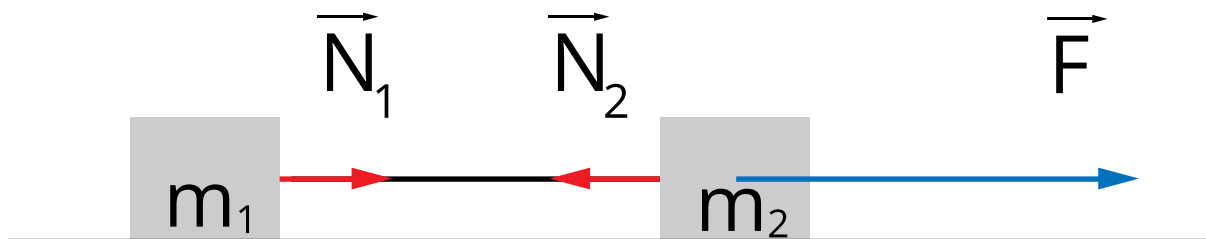
☐ $\vec{N} \text{ i } \vec{F}_s$

☐ $\vec{Q} \text{ i } \vec{F}_s$

Ćwiczenie 6



Zaznacz zdania prawdziwe dotyczące zjawiska ruchu klocków pokazanego na rysunku. Siła $\vec{F}$ ma stałą wartość. Klocki poruszają się bez tarcia.



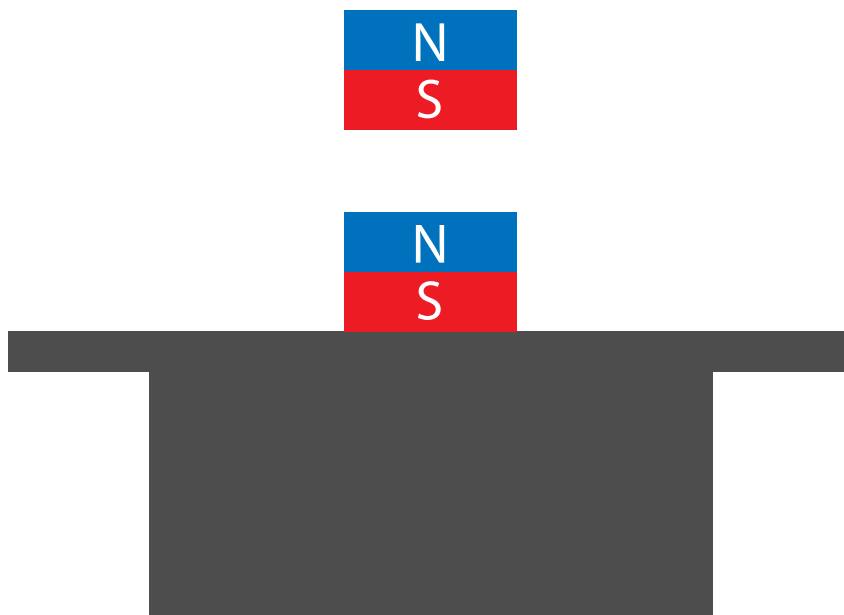
- ☐ Wartość siły naciągu jest uzależniona od stosunku masy m_1 do sumy mas m_1 i m_2
- ☐ Wzrost masy klocka m_1 powoduje wzrost wartości siły naciągu
- ☐ Wzrost masy klocka m_2 powoduje spadek wartości siły naciągu

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

Ćwiczenie 7



Na wadze umieszczono magnes skierowany biegunem S w dół. Na czytniku wagi wyświetlił się wynik 1 kg. Nad wagą umieszczono drugi magnes tak, jak to zaprezentowano na rysunku. Jakie będzie wskazanie wagi w obecności drugiego z magnesów?



☐ Wskazanie wagi będzie mniejsze niż 1 kg

☐ Wskazanie wagi będzie większe niż 1 kg

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

Ćwiczenie 8



Gdy koń ciągnie wóz, to działa na niego pewną siłą. Zgodnie z III zasadą dynamiki wóz działa na konia siłą o tej samej wartości przeciwnie skierowaną. Skoro siły równoważą się, to dlaczego koń z wozem przemieszczają się?

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Bartłomiej Klus
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	III zasada dynamiki
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: 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: 6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 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: 13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

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. pozna pary sił akcji oraz reakcji spełniające III zasadę dynamiki Newtona, 2. zrozumie, dlaczego siły akcji i reakcji nie równoważą się, 3. zapozna się ze zjawiskiem wzajemnego oddziaływania ciał.
Strategie nauczania:	formative feedback
Metody nauczania:	- burza mózgów, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	- praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	- tablety dla każdego ucznia, - animacja przedstawiająca zmianę siły reakcji pod wpływem zmiany wartości siły akcji, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: III zasada dynamiki
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Zaciekawienie uczniów (wg „Czy to nie ciekawe?”). - Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji. - Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: (III zasada dynamiki Newtona, siła akcji i reakcji).	
Faza realizacyjna:	

- Uczniowie w grupie zapoznają się z treścią e-materiału i analizują sytuację z klockiem na stole, obrazującą siłę akcji oraz reakcji.
- Uczniowie zapoznają się z animacją obrazującą równość sił akcji i reakcji.
- Uczniowie indywidualnie otrzymują zestaw zadań 1-6, które rozwiązują samodzielnie. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel podsumowuje pracę grup prosząc o krótkie relacje, by wszyscy uczniowie poznali wzajemne oddziaływanie ciał. 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 ponownie czytając tekst e-materiału oraz oglądając animację i rozwiązując zadania 7 i 8 z zestawu ćwiczeń.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Animacja może zostać wykorzystana przez uczniów przed lekcją i być motywem do dyskusji na temat sił oddziaływania pomiędzy ciałami. Zadania z zestawu ćwiczeń od 1 do 6 powinny zostać rozwiązane i omówione na lekcji. Zadania 7 i 8 mogą stanowić pracę domową.