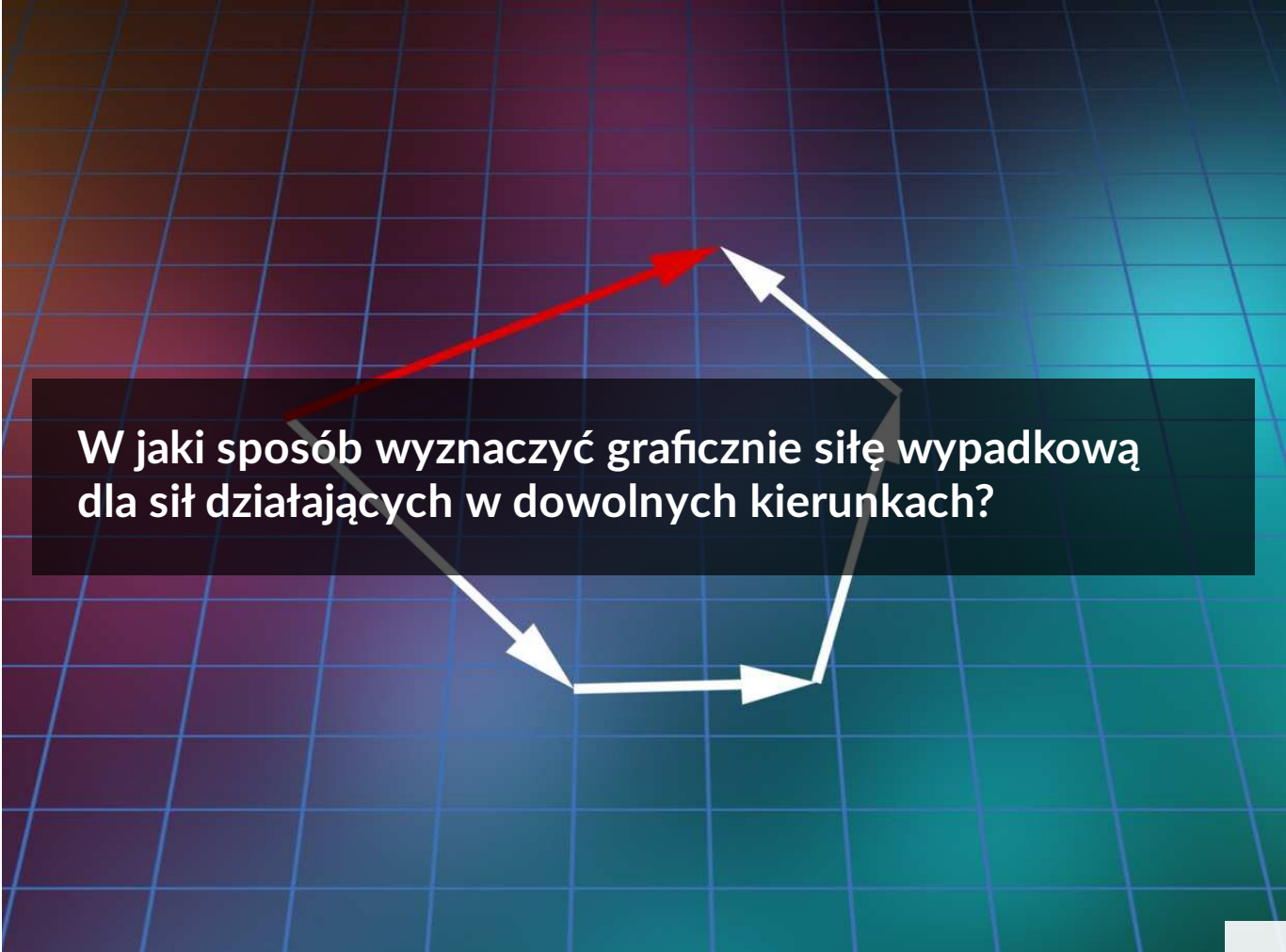


W jaki sposób wyznaczyć graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



W jaki sposób wyznaczyć graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach?

Czy to nie ciekawe?

Siłę wypadkową, działającą na ciało możemy wyznaczyć zarówno poprzez wykonanie obliczeń wykorzystujących rachunek wektorowy, jak i w sposób graficzny. W tym materiale dowiesz się tego, jak w sposób graficzny wyznaczyć siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach.

Twoje cele

Pracując z tym e-materiałem:

- zapoznasz się z graficznym sposobem przedstawienia siły,
- poznasz sposób graficznego wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach,
- zapoznasz się z metodą równoległoboku, wykorzystywaną do graficznego dodawania wektorów,
- wykorzystasz zdobytą wiedzę do rozwiązania problemów i zadań.

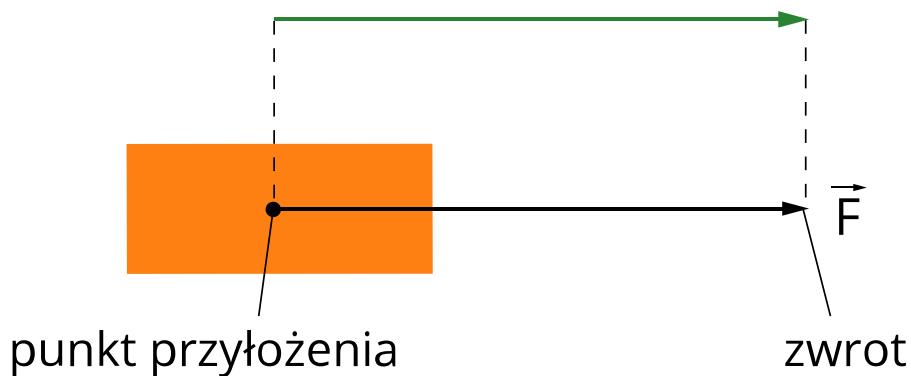
Przeczytaj

Warto przeczytać

Siła jest wielkością wektorową, przedstawianą graficznie w postaci strzałki. Siła, jak każdy wektor, posiada kilka cech charakterystycznych - takich jak punkt przyłożenia, kierunek, zwrot i wartość. Zostały one graficznie przedstawione na Rys. 1.

Wektor siły o kierunku poziomym

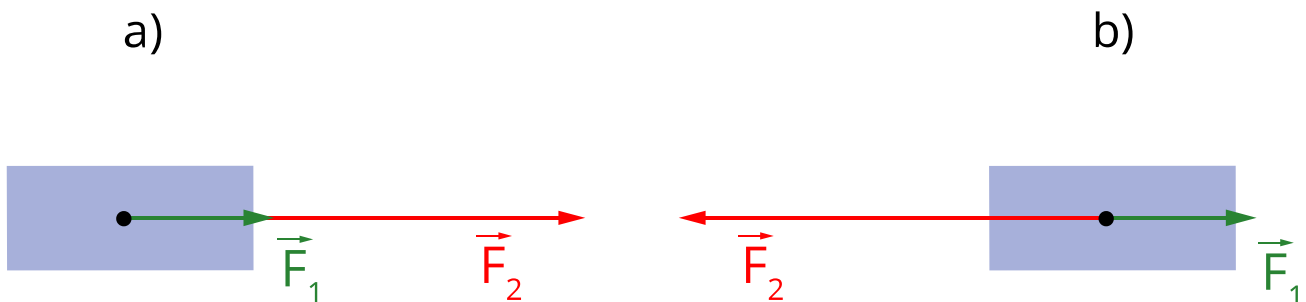
wartość (proporcjonalna do długości)



Rys. 1. Wektor siły przyłożonej do ciała

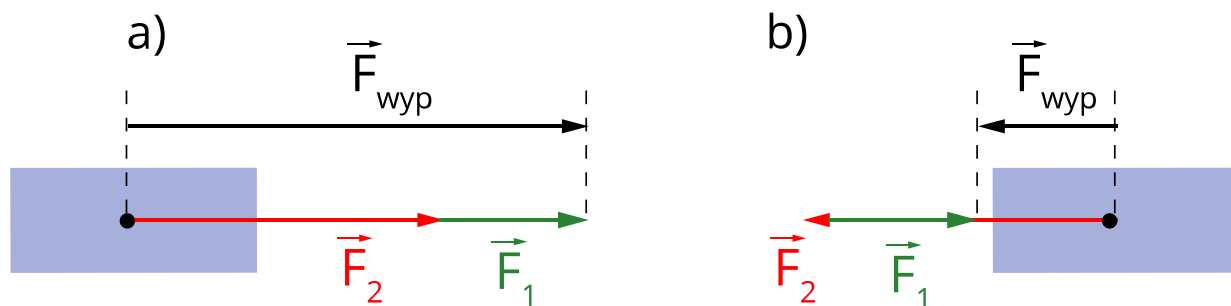
Siła jest wielkością addytywną, co oznacza, że wektory sił można dodawać. Suma wektorowa wszystkich sił działających na ciało jest nazywana **siłą wypadkową** \vec{F}_{wyp} . Jest ona miarą sumarycznego oddziaływania wywieranego na ciało.

Rozpatrzmy dwa najprostsze przypadki, w których na ciało działają dwie siły, a ich kierunek jest taki sam (Rys. 2.).



Rys. 2. Dwa przypadki sił o tym samym kierunku działających na ciało

W przypadku a) zwroty wektorów sił \vec{F}_1 oraz \vec{F}_2 są zgodne, co w sytuacji realnej może reprezentować np. zjazd z góry na nartach pod wpływem siły grawitacji przy jednoczesnym odepchnięciu się kijkami. W przypadku b) zwroty wektorów sił \vec{F}_1 oraz \vec{F}_2 są przeciwne. Zagadnieniem, które w sposób graficzny może zostać opisane w taki sposób, jest na przykład zsuwanie się ciała po równi pochyłej w obecności siły tarcia. Graficzne wyznaczenie siły wypadkowej, działającej na ciała w obu przypadkach, wymaga zsumowania wektorów sił. Przedstawimy graficznie oba rozwiązania.



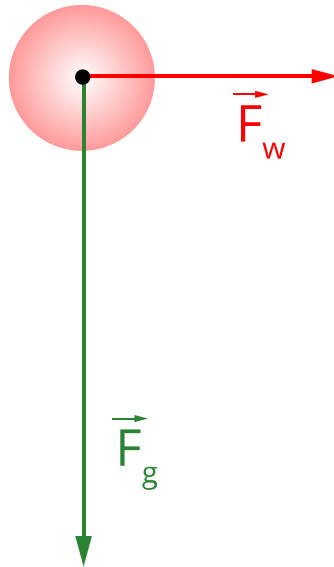
Rys. 3. Graficzne wyznaczenie siły wypadkowej

Zwróćmy uwagę na to, że dla przypadku sił działających w jednym kierunku, kierunek siły wypadkowej jest zgodny z wektorami sił składowych. Wartość wektora siły wypadkowej, której składowe mają ten sam zwrot, jest sumą wartości sił składowych. W przypadku sił działających w przeciwnych kierunkach, wartość wektora siły wypadkowej stanowi odpowiednią (istotna jest kolejność) różnicę długości wektorów składowych.

Zauważmy, że w przyrodzie zazwyczaj spotykamy się z siłami o różnych kierunkach. Rozpatrzmy kilka przykładów obrazujących takie zjawiska i wyznaczmy w sposób graficzny siłę wypadkową.

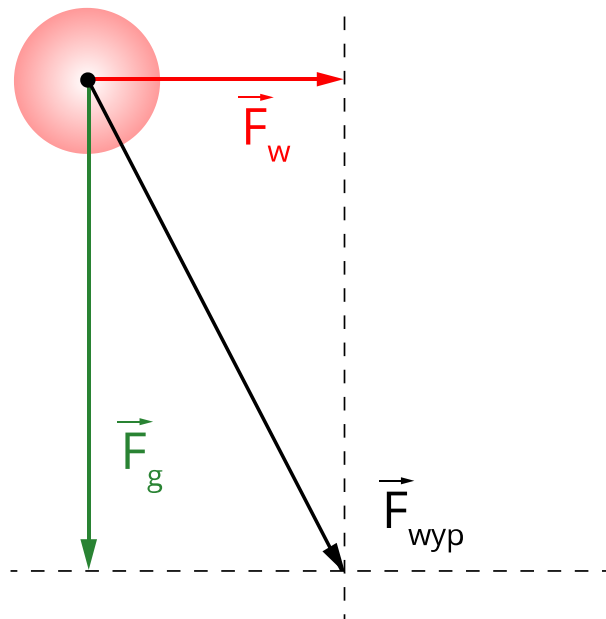
Przykład 1

Wyobraźmy sobie spadającą z dużej wysokości drewnianą kulę podczas wietrznego dnia. Wiatr wieje w kierunku poziomym i oddziałuje na kulę siłą \vec{F}_w , której wartość jest dwukrotnie mniejsza niż siła grawitacji \vec{F}_g . Wyznaczmy w sposób graficzny siłę wypadkową \vec{F}_{wyp} .



Rys. 4. Siły działające na drewnianą kulkę

Zwróćmy uwagę na to, że stosunek długości wektorów na rysunku pomocniczym jest zachowany. Wektor reprezentujący siłę wiatru \vec{F}_w jest dwukrotnie krótszy niż wektor siły grawitacji \vec{F}_g . Wyznaczenie w sposób graficzny siły wypadkowej \vec{F}_{wyp} wymaga wykorzystania metody równoległoboku. Polega ona na narysowaniu równoległoboku, którego bokami są siły składowe. Przekątna równoległoboku jest wektorem siły wypadkowej. W miejscu przecięcia się hipotetycznych linii definiujących równoległobok (patrz Rys. 5.) znajduje się koniec wektora siły wypadkowej. Jego początek umiejscowiony jest w punkcie przyłożenia sił składowych. (W omawianym przypadku równoległobok ten jest prostokątem.)



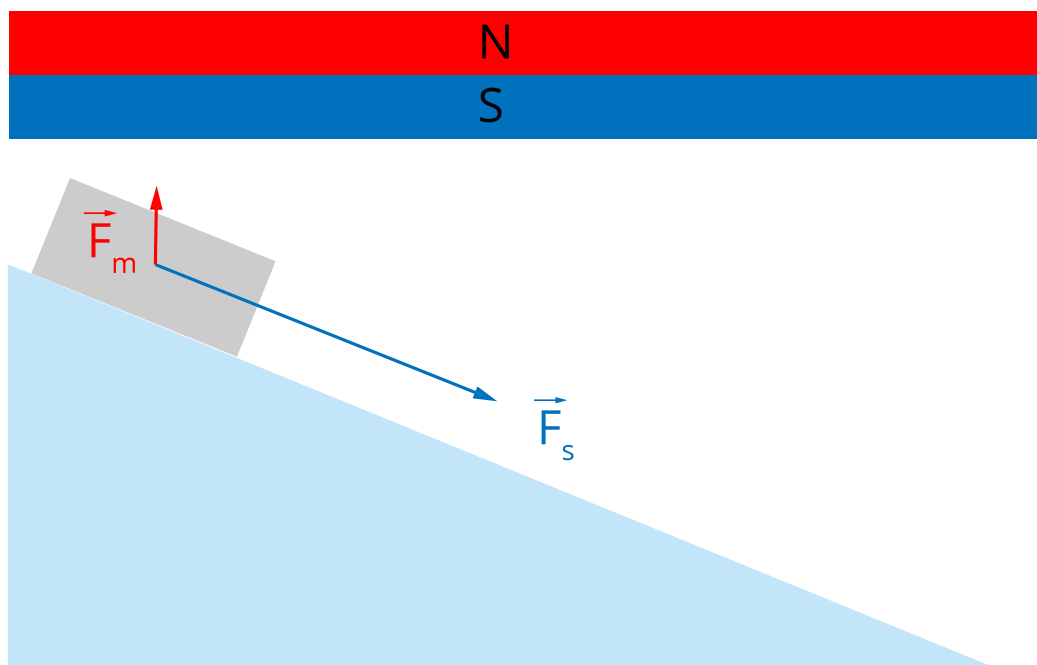
Rys. 5. Siła wypadkowa wyznaczona metodą graficzną

Zauważmy, że wektor siły wypadkowej \vec{F}_{wyp} jest w tym przypadku dłuższy niż wektory sił składowych, a jego kierunek nie pokrywa się z kierunkiem siły wiatru i grawitacji. Wartość wektora siły wypadkowej jest równa długości przekątnej powstałego prostokąta, a więc jest to wartość, którą można wyznaczyć korzystając z twierdzenia Pitagorasa.

Przeanalizujmy kolejny przykład, w którym kąt zawarty między wektorami sił będzie różny od 0 i $\frac{\pi}{2}$.

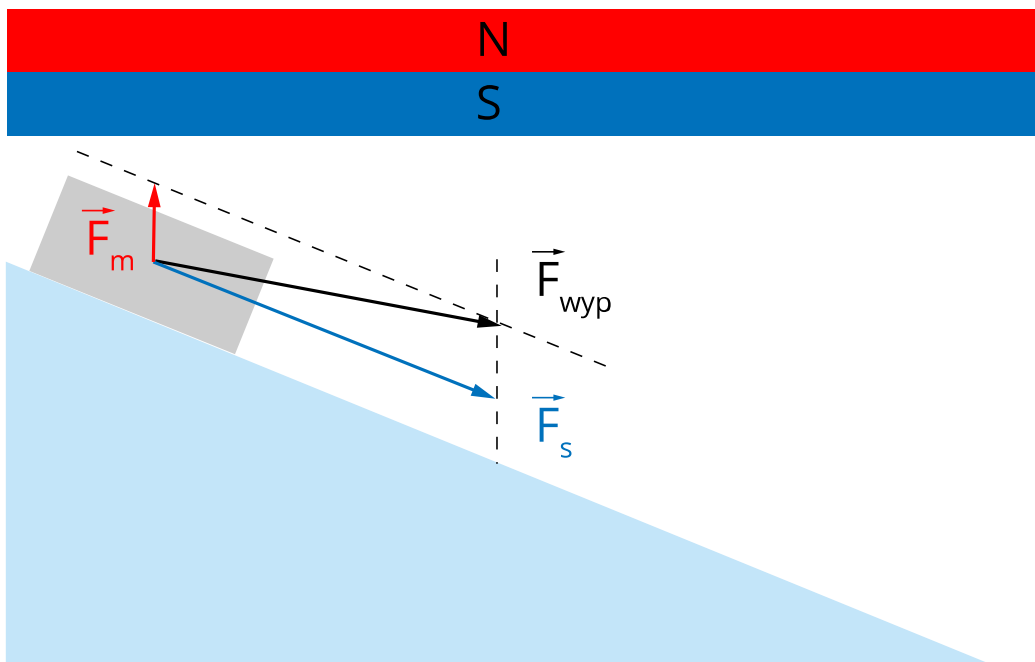
Przykład 2

Po równi pochyłej zsuwa się metalowy klocek pod wpływem składowej siły grawitacji, równoległej do zbocza równi, oznaczonej przez \vec{F}_s . Nad równią umieszczony został magnes przyciągający klocek siłą \vec{F}_m , której wartość jest mniejsza niż wartość siły ciężkości.



Rys. 6. Klocek zsuwający się po równi

Wyznamy w sposób graficzny siłę wypadkową sił: zsuwającej \vec{F}_s oraz magnetycznej \vec{F}_m . Ponownie skorzystamy z metody równoległoboku.



Rys. 7. Graficzne wyznaczenie siły wypadkowej w przypadku, gdy siły składowe nie są do siebie ani równoległe, ani prostopadłe

Podobnie jak w Przykładzie 1, wektor siły wypadkowej jest przekątną równoległoboku, który widać na Rys. 7. Ramiona równoległoboku są równoległe do sił, które dodajemy.

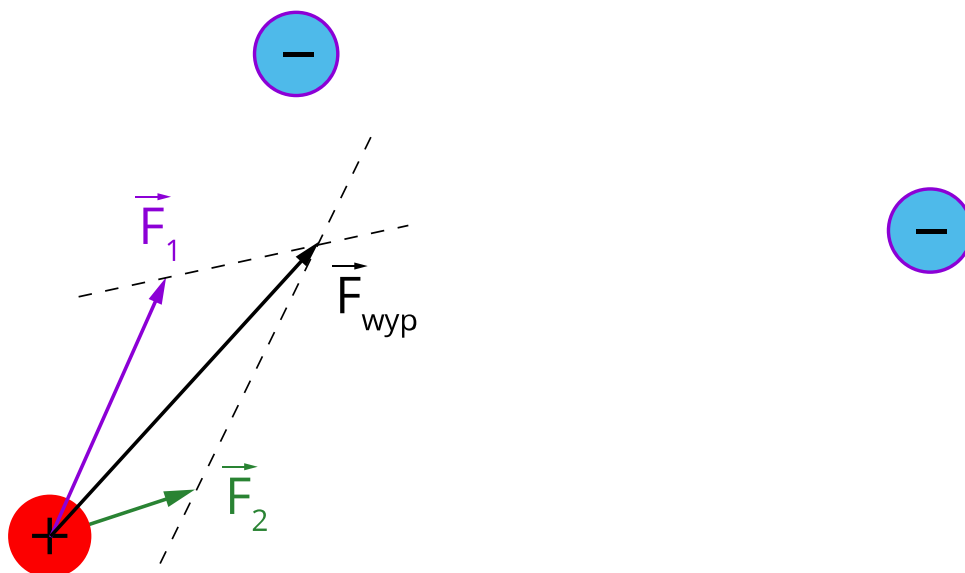
Przykład 3

Przeanalizujmy jeszcze jeden przykład, tym razem obrazujący siłę elektrostatyczną. Pamiętajmy, że siła oddziaływania pomiędzy dwoma ładunkami jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości pomiędzy nimi. Oznacza to, że im większa jest ta odległość, tym mniejsza jest siła działająca na każdy z ładunków. Rozpatrzmy przypadek, w którym dodatnio naładowany jon umieszczony został w sąsiedztwie dwóch elektronów. Tę sytuację przedstawiono na poniższym rysunku.



Rys. 8. Ładunki oddziałujące elektrostatycznie. Odległości jon-elektron mają się do siebie jak 1:2, zatem siły różnią się wartościami 4-krotnie

Wektor siły \vec{F}_1 jest dłuższy niż wektor siły \vec{F}_2 , ponieważ obrazuje on oddziaływanie z elektronem, który znajduje się bliżej. Wyznaczając wektor siły wypadkowej \vec{F}_{wyp} , ponownie wykorzystamy metodę równoległoboku. Jak zwykle w takiej konstrukcji, boki równoległoboku są równoległe do dodawanych sił.



Rys. 9. Wyznaczenie siły wypadkowej metodą równoległoboku.

W zaprezentowanych przykładach wykorzystaliśmy sposób graficznego wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach.

Słowniczek

siła wypadkowa

(*ang.: net force*) siła, która zastępuje działanie kilku sił przyłożonych do tego samego ciała.

Film samouczek

W jaki sposób wyznaczyć graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach?

Obejrzyj film pokazujący siły działające na zanurzone w wodzie ciało i sposób obliczenia ich wypadkowej.

Film dostępny na portalu epodreczniki.pl

Wysłuchaj ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Zastanów się wspólnie z innymi uczniami nad tym, jakie siły działają na łódkę i jaka jest ich wypadkowa.

Polecenie 2

Jak będzie zmieniać się wypadkowa sił działających na ciężarek wraz ze wzrostem prędkości łódki?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



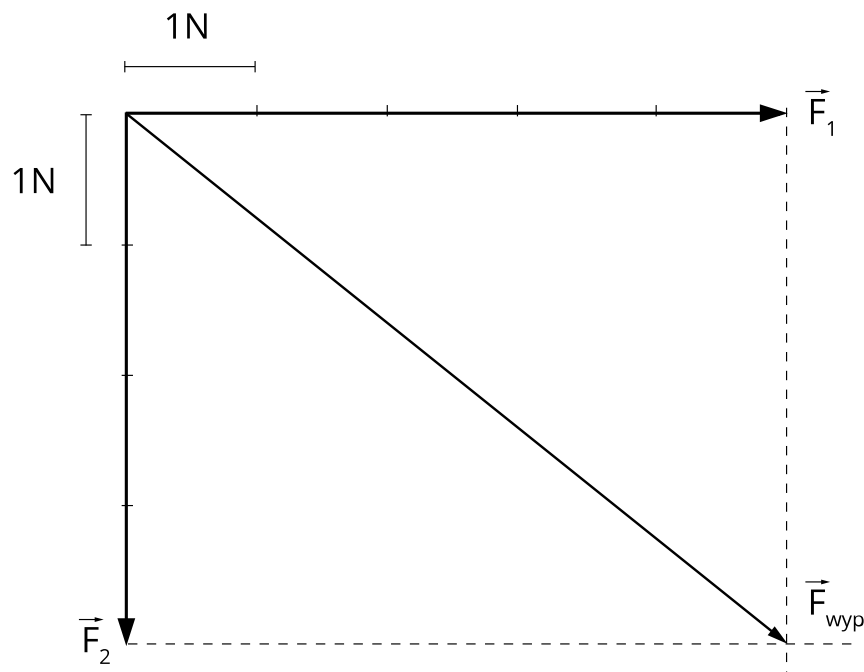
Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Odczytaj z poniższego rysunku wartość siły powstałej w wyniku graficznego dodania sił \vec{F}_1 oraz \vec{F}_2 . Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7





Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Bartłomiej Klus
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	II zasada dynamiki
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

<p>Podstawa programowa:</p>	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>5) rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne;</p> <p>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.</p> <p>II. Mechanika. Uczeń:</p> <p>5) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>5) rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);</p> <p>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.</p> <p>II. Mechanika. Uczeń:</p> <p>12) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.</p>
<p>Kształtowane kompetencje kluczowe:</p>	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.</p> <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. wyjaśnia graficzny sposób przedstawiania siły, 2. opisuje sposób graficznego wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach, 3. wykorzystuje metodę równoległoboku do graficznego dodawania wektorów.
Strategie nauczania:	IBSE (Inquiry - Based Science Education - nauczanie/uczenie się przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania	burza mózgów, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem; film samouczek prezentujący sposób graficznego wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach; zestaw zadań
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „W jaki sposób wyznaczyć graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnym kierunku”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Na początku lekcji nauczyciel prezentuje zagadnienie działania na ciało dwóch sił o przeciwnych zwrotach. W tym celu wykorzystuje klocek, do którego z jednej strony przymocowany jest sznurek, a z drugiej sprężyna. Jeżeli siła, z którą poprzez sznurek przyciągany jest klocek jest większa niż siła sprężystości, to klocek zaczyna się poruszać. Nauczyciel zwraca uwagę na to, że w zaprezentowanym przypadku działa również siła tarcia dynamicznego. Nauczyciel zadaje pytanie - jak wyznaczyć siłę wypadkową, jeśli na ciało działają siły w dowolnym kierunku?</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Uczniowie zapoznają się z tekstem e-materiału. Uczniowie na tablicy rozwiązują i analizują przykład 2 zamieszczony w e-materiale. Analizując przykład zapoznają się z metodą wyznaczania graficznego siły wypadkowej dla sił działających w różnych kierunkach. Uczniowie, w grupach, analizują zadania 5 i 7, pogłębiając zdobytą wiedzę. Omawiają rozwiązania na forum klasy.</p>	
Faza podsumowująca:	
<p>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.</p>	
Praca domowa:	

Uczniowie utrwalają wiedzę i poszerzają rozumienie czytając tekst e-materiału oraz oglądając film samouczek dołączony do e-materiału. Uczniowie rozwiązują samodzielnie zadania 1 - 4 z zestawu zadań dołączonych do e-materiału.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Multimedium bazowe może zostać wykorzystane w trakcie lekcji i połączone z dyskusją na temat graficznego wyznaczenia siły wypadkowej działającej na ciało.