

## 6.2. Siła i jej cechy



Spróbujmy oszacować wartość siły, jaką człowiek pcha samochód.

Realizacja tego zagadnienia może odbywać się na dwóch godzinach lekcyjnych.

Na zagadnienie *Siła i jej cechy* składają się trzy zasadnicze elementy materiału nauczania:

- Pojęcie siły (4.1),
- Pomiar siły (4.2),
- Siła wypadkowa i siła równoważąca (4.3).

Analizę materiału nauczania związanego z tym tematem przedstawiono w rozdziale 1.

### Środki dydaktyczne:

- elementy do zmontowania statywów, sprężyny, obciążniki, piłeczki, siłomierze o różnych skalach, klocki i sznurek (co najmniej po jednym komplecie dla grupy),
- ilustracje obrazujące wektory sił zamieszczone na stronach: 24, 26 i 27 podręcznika.

### Metody pracy uczniów:

- obserwacja,
- dyskusja,
- doświadczenia (samodzielne lub w grupach).

### Wiedza uprzednia:

- z lekcji przyrody: siła tarcia i opór powietrza, siła ciężkości (inaczej siła grawitacji), siłomierz;
- z poprzednich lekcji:
  - rodzaje oddziaływań (zachodzące w bezpośrednim kontakcie ciał i „na odległość”),
  - skutki oddziaływań (statyczne i dynamiczne),
  - wzajemność oddziaływań.

### Realizacja wymagań

Podczas lekcji poświęconych zagadnieniu *Siła i jej cechy* będą nabywane i rozwijane następujące umiejętności (liczba w nawiasie oznacza numer wymagania ujętego w podstawie programowej dla przedmiotu fizyka w gimnazjum):

- **ogólne:**
  - wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu wyników obserwacji i doświadczeń związanych z badaniem cech sił (I),

- przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników (II);
- **szczegółowe:**
  - uczeń:
    - podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych (1.3);
- **przekrojowe:**
  - uczeń:
    - planuje doświadczenie związane z badaniami cech sił i zależności wartości siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki od liczby tych obciążników, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy siłę grawitacji (8.12),
    - opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów i wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny (8.1),
    - szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku pomiaru siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki (8.3),
    - zapisuje wyniki pomiaru w tabeli (8.6),
    - rozpoznaje zależność proporcjonalną na podstawie wyników pomiarów zapisanych w tabeli lub na podstawie sporządzonego wykresu zależności wartości siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki od ich liczby oraz posługuje się proporcjonalnością prostą (8.7),
    - sporządza wykres zależności wartości siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki od ich liczby na podstawie wyników pomiarów zapisanych w tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) (8.8),
    - posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej (8.10),
    - zapisuje wynik pomiaru jako przybliżony (z dokładnością do 2 liczb znaczących) (8.11);
  - **„kluczowe”** (liczba w nawiasie oznacza numer zapisu we wstępie podstawy programowej dla gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych; umożliwiają zdawanie egzaminu maturalnego):
    - myślenie matematyczne – umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym (2),
    - myślenie naukowe – umiejętność formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych (3),
    - umiejętność wyszukiwania i selekcjonowania informacji (6),
    - umiejętność pracy zespołowej (8).

### Realizacja zagadnienia

#### • Część wstępna

Uczniowie podają przykłady z życia codziennego i lekcji przyrody obrazujące oddziaływanie jednych ciał na drugie. Informujemy, że aby porównywać ze sobą te oddziaływania, wprowadzono wielkość fizyczną – siłę, nie wystarczy bowiem podczas opisu oddziaływań stosowanie na przykład pojęć „mocniej”, „słabiej”. Słowo „siła” uczniowie bardzo dobrze znają z życia codziennego. Występowanie sił jest dla uczniów oczywiste. Informują, że o istnieniu siły przekonują się na podstawie skutków, które wywołuje. Na przykład miedziany

drucik pod wpływem oddziaływania zmienia kształt, zaś piłka podczas gry na przykład w siatkówkę lub koszykówkę cały czas zmienia prędkość. Uczniowie wykonują **doświadczenie 2.** (podręcznik, strona 17), które pokazuje różnego rodzaju oddziaływania, znane już częściowo z lekcji przyrody. Następnie wykonują **doświadczenie 3.** (podręcznik, strona 20) albo przynajmniej omawiają je na podstawie podręcznika. Analizując wynik tego doświadczenia, mogą dojść do wniosku, że siła nie działa pojedynczo. Często nie zauważa się faktu, że w oddziaływaniach zawsze biorą udział co najmniej dwa ciała i że oddziaływania są wzajemne. Warto jeszcze raz przeanalizować oddziaływania obserwowane w doświadczeniu 2. i poprosić uczniów, aby podali argumenty, które potwierdzają tezę, że obserwowane oddziaływania są wzajemne. Na zakończenie wymieniają poznane rodzaje sił i sposób ich mierzenia oraz rodzaje oddziaływań i ich skutki. Na odpowiednich przykładach wyjaśniają, na czym polega wzajemność oddziaływań.

Po przypomnieniu podstawowych wiadomości o siłach i oddziaływaniach uczniowie wykonują **doświadczenie 4.** (podręcznik, strona 22) i opisują jego wynik. Zauważają, że wydłużenie sprężyny jest tym większe, im większa jest wartość działającej na nią siły. Stwierdzają, że siła jest miarą wzajemnego oddziaływania ciał. Przypominamy uczniom, że jednostką siły w Układzie SI jest niuton (uczniowie powinni znać tę jednostkę z lekcji przyrody) i polecamy im poszukanie informacji dotyczących życia i osiągnięć Isaaca Newtona.

Następnie uczniowie wykonują **doświadczenie 5.** (podręcznik, strona 23). Zauważają, że siły mogą różnić się wielkością, ale o skutku siły decyduje nie tylko jej wartość. Na to, co dzieje się z ciałem, na które działa siła, wpływa również jej kierunek i zwrot, czyli to, jak siła jest skierowana. Informujemy uczniów, że siła należy do wielkości wektorowych, do opisu których oprócz wartości trzeba też podać punkt przyłożenia, kierunek i zwrot (wskazujemy rysunek – podręcznik, strona 24). Informujemy ich również, że siłę graficznie obrazujemy za pomocą wektora, który przedstawiamy jako strzałkę.

Uczniowie rysują strzałkę tym dłuższą, im większa jest wartość siły. Zaznaczamy, że precyzyjnie określimy wartość siły dopiero wtedy, gdy podamy podziałkę, np. że siłę o wartości 1 N przedstawia strzałka o długości 1 cm.

#### • Część główna

Podstawowym celem tej jednostki tematycznej jest badanie zależności wartości siły grawitacji działającej na zawieszony na sprężynie obciążnik od liczby tych obciążników (**doświadczenie 6.** – podręcznik, strona 24). Przypominamy, że sprężyna jest najważniejszą częścią siłomierza, dlatego użyjemy go do zbadania tej zależności.

Na podstawie wcześniej „odkrytej” zależności między wydłużeniem sprężyny i wartością siły, z jaką sprężyna jest rozciągana, uczniowie:

- przewidują, że im więcej zawieszą obciążników, tym wskazanie siłomierza będzie większe, czyli tym większa będzie także wartość siły grawitacji działającej na obciążniki,

- wybierają z otrzymanego kompletu właściwe przyrządy,
- budują zestaw doświadczalny według rysunku przedstawionego w opisie doświadczenia,
- sprawdzają, zawieszając kolejno jeden, dwa, trzy... obciążniki, czy poziomy pręt (ramię) statywu znajduje się na wysokości umożliwiającej prawidłowy odczyt wskazania siłomierza i czy dobrali siłomierz o odpowiedniej skali. Zwracamy uwagę na skalę siłomierza; wskazanie siłomierza powinno wynosić 0 N, gdy na niego nie działa żadna siła.

Następnie uczniowie:

- zauważają, że do pomiaru siły o określonej wielkości muszą użyć siłomierza o odpowiednim zakresie,
- przewidują, co by się stało, gdyby liczba obciążników była duża (ich łączny ciężar przekraczał zakres siłomierza),
- odczytują, ile wynosi najmniejsza działka skali siłomierza, tzn. jaka będzie niepewność pomiaru wartości siły,
- projektują tabelę, w której poszczególni uczniowie (każdej grupy) zapiszą swoje wyniki pomiarów (niech każdy z nich dokona samodzielnie odczytu wskazań siłomierza).

Na przykład:

Liczba obciążników	Wyniki pomiarów – wartość siły $F$ [N]				Wartość średnia siły $F$ [N]
	Magda	Tomek	Beata	Rafał	
0					
1					
2					
3					
4					

Po dokonaniu pomiarów i zapisaniu wyników w tabeli uczniowie obliczają wartość średnią siły dla każdej liczby obciążników, zaokrąglając ją do dwóch cyfr znaczących.

Kolejnym etapem może być opisanie przez uczniów przebiegu doświadczenia i wykonanie schematycznego rysunku przedstawiającego położenie dolnego haczyka siłomierza bez obciążników i jego położenie, np. po zaczepieniu jednego, a następnie dwóch obciążników (ten etap doświadczenia mogą wykonać później, np. w domu). Opracowanie wyników tego doświadczenia jest dobrą okazją do zdobycia przez uczniów umiejętności **starannego sporządzania wykresów**, a także ich interpretacji. Zwracamy szczególną uwagę na właściwe opisanie osi, obranie odpowiedniej skali i jednostki na osiach. Wyjaśniamy, że każdemu punktowi na wykresie odpowiada para liczb. Te dwie liczby opisują położenie punktu względem wzajemnie prostopadłych osi, przy czym oś pionowa odpowiada zmiennej zależnej (w tym wypadku wartości siły grawitacji), a oś pozioma – zmiennej niezależnej (w tym wypadku liczbie obciążników lub ich masie).

Po zaznaczeniu punktów pomiarowych uczniowie:

- rysują prostą najlepszego dopasowania do punktów pomiarowych, przy czym zauważają, że nie przechodzi ona dokładnie przez te punkty, gdyż ich wyniki są obciążone niepewnością pomiarową,
- na podstawie danych zamieszczonych w tabeli i wykresu formułują wniosek z przeprowadzonego doświadczenia: wartość siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki rośnie **proporcjonalnie** wraz z ich liczbą. Podkreślamy, że taką zależność nazywamy proporcjonalnością prostą. Warto polecić uczniom obliczenie dla każdej liczby obciążników ilorazu wartości siły i łącznej ich masy (przykładowa tabela poniżej).

Liczba obciążników	Masa obciążników $m$ [kg]	Średnia wartość siły $F$ [N]	$\frac{F}{m}$ ( $\frac{N}{kg}$ )
0			
1			
2			
3			
4			

Na podstawie wyników obliczeń uczniowie stwierdzą, że wartość tego ilorazu jest w przybliżeniu stała. Podsumowujemy ich wniosek, informując, że jest to własność proporcjonalności prostej, tzn. **wielkości wprost proporcjonalne mają stały iloraz**.

Zainteresowani uczniowie mogą też spróbować opracować wyniki pomiarów i sporządzić wykres z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel, a następnie porównać otrzymany wykres z wykresem sporządzonym na lekcji. Jednak nie zwalnia to ucznia z obowiązku „ręcznego” sporządzania wykresów, gdyż na egzaminie będzie mógł korzystać tylko z linijki.

Ostatnimi elementami rozpatrywanego zagadnienia są pojęcia siły wypadkowej i siły równoważącej. Uczniowie wykonują **doświadczenie 7**. (podręcznik, strona 26), a następnie analizują siły działające na klocek leżący na stole oraz siły działające w sytuacjach przedstawionych na stronie 27.

#### • Podsumowanie

Uczniowie podsumowują, czego dowiedzieli się i czym się zajmowali podczas lekcji. Jeżeli jest to konieczne, porządkujemy ich wiedzę.

Efektom lekcji poświęconych zagadnieniu siły są następujące osiągnięcia ucznia. Uczeń:

- podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych,
- bada doświadczalnie i opisuje zależność wydłużenia sprężyny od liczby zaczepionych na jej końcu obciążników,
- posługuje się pojęciem siły do porównania wielkości oddziaływań ciał,
- wykazuje na przykładach, że skutek działania siły zależy od jej wartości, kierunku i zwrotu,
- bada doświadczalnie cechy sił i odróżnia je,
- porównuje cechy sił, stosuje jednostkę siły w Układzie SI (1 N) do zapisu wartości siły,
- przedstawia siłę graficznie (rysuje wektor siły, porównuje siły na podstawie ich wektorów),
- odróżnia wielkości skalarne (liczbowe) od wektorowych i podaje odpowiednie przykłady,
- dokonuje pomiaru wartości siły za pomocą siłomierza,
- bada (doświadczalnie) zależność wartości siły grawitacji działającej na zawieszono na sprężynie obciążniki od liczby obciążników (m.in. planuje doświadczenie, dobiera przyrządy i buduje zestaw doświadczenia, wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, sporządza wykres badanej zależności na podstawie danych zapisanych w tabeli),
- rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu lub danych zapisanych w tabeli, podaje przykład proporcjonalności prostej inny niż zależność badana na lekcji,
- wyznacza (doświadczalnie) siłę równoważącą za pomocą siłomierza,
- określa cechy siły wypadkowej, odróżnia siły wypadkową i równoważącą, opisuje sytuacje, w których na ciało działają siły równoważące się i przedstawia je graficznie,
- opisuje przebieg i wynik doświadczenia, posługując się językiem fizyki,
- wykazuje odpowiedzialność za wyniki wykonywanych doświadczeń.

#### • Zadanie domowe

Jako pracę domową polecamy uczniom wykonanie wybranych zadań zamieszczonych na stronach 28–29 (część z nich wykonają już na lekcji). Dodatkowo można zaproponować zbudowanie siłomierza.