

# WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI klasa 1 zakres rozszerzony

Uwaga! Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

## Zasady ogólne

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
3. W wypadku wymagań następnie **wyższych** dostateczny uczeń wykonuje zadania **dobrotkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

## Wymagania ogólne – uczeń:

- wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,
- rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,
- planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

- sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
- kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
- posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,
- uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
- współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

## Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

(wymagania na kolejne stopnie się **kumulują** - obejmują również wymagania na stopnie niższe)

Symbolem <sup>R</sup> oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<b>1. Wprowadzenie</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie</li> <li>• przelicza wielokrotności i podwielokrotności</li> <li>• wymienia prowadzenie doświadczeń oraz modelowanie matematyczne obserwowanych zjawisk i obiektów jako metody badań fizyki</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega prowadzenie doświadczeń fizycznych</li> <li>• rozróżnia pojęcia: zjawiska fizycznego, obiektu, wielkości fizycznej</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega pomiar; wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu</li> <li>• określa sposób zapisu wyniku pomiaru (wraz z jednostką); wymienia podstawowe jednostki układu SI: długości, masy i czasu</li> <li>• przeprowadza pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; wyjaśnia, dlaczego wykonuje się pomiary wielokrotne</li> <li>• posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności</li> <li>• zapisuje wyniki pomiarów w tabeli</li> <li>• przeprowadza proste obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych</li> <li>• rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą i podaje jej przykłady</li> <li>• odczytuje dane przedstawione w tabelach i na wykresach zależności liniowych</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem roku świetlnego</li> <li>• opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne</li> <li>• wyjaśnia przyczyny wprowadzenia międzynarodowego układu jednostek miar (układu SI)</li> <li>• wyraża wielkości w podstawowych jednostkach układu SI; przelicza wielokrotności i podwielokrotności (korzystając z tabeli przedrostków) oraz jednostki czasu</li> <li>• wyznacza średnią z wyników pomiaru wykonanego wielokrotnie</li> <li>• rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne, podaje ich przykłady</li> <li>• przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• posługuje się pojęciami: proporcjonalności prostej, proporcjonalności odwrotnej, zależności liniowej (funkcja liniowa); podaje przykłady</li> <li>• posługuje się pojęciem współczynnika kierunkowego</li> <li>• interpretuje wykresy zależności liniowych (nachylenie prostej i punkty przecięcia z osiami)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wykresów</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje rzędy wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk</li> <li>• wskazuje przykłady wzajemnego uzupełniania się doświadczenia i modelowania matematycznego w naukach ścisłych</li> <li>• określa miary wzorcowe w układzie SI: długości, masy i czasu</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych), dotyczących miar wzorcowych i jednostek wielkości fizycznych</li> <li>• przedstawia dane podane w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego)</li> <li>• posługuje się pojęciami: niepewności maksymalnej wartości średniej, niepewności względnej; oblicza te niepewności</li> <li>• interpretuje wzory opisujące zależności między wielkościami fizycznymi</li> <li>• sporządza wykresy zależności liniowych</li> <li>• opisuje za pomocą wzorów zależności liniowe przedstawione na wykresie</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowuje i przedstawia prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych</li> <li>• posługuje się pojęciem niepewności standardowej wartości średniej; oblicza ją</li> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania związane z opisywaniem zależności między wielkościami</li> </ul>

## 2. Ruch prostoliniowy

**Uczeń:**

- posługuje się pojęciem punktu materialnego
- rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne; podaje przykłady
- określa cechy wektora
- definiuje ruch, posługując się pojęciem układu odniesienia
- opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu
- posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza wartość prędkości i przelicza jej jednostki
- rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; podaje przykłady
- nazywa ruch po torze prostoliniowym ze stałą prędkością ruchem jednostajnym prostoliniowym; wskazuje przykłady; rysuje wykres  $v(t)$
- wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu; rysuje te wykresy na podstawie podanych informacji
- posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności
- oblicza parametry ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkość i drogę), wykorzystując równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność  $x(t)$ ); zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych
- posługuje się pojęciem średniej wartości prędkości
- nazywa ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym ruch po torze prostoliniowym, w którym wartość prędkości zmienia się ze stałym przyspieszeniem; podaje przykłady
- nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką

**Uczeń:**

- wyjaśnia, dlaczego punkt materialny jest modelem ciała
- określa położenie punktu materialnego za pomocą współrzędnej położenia
- wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę)
- opisuje ruch względem różnych układów odniesienia; posługuje się pojęciem wektora przemieszczenia; rozróżnia pojęcia: położenia, przemieszczenia i drogi
- opisuje ruch prostoliniowy, posługując się pojęciem wektora przemieszczenia
- przedstawia graficznie wektory położenia oraz wektor przemieszczenia w wybranym układzie odniesienia
- opisuje wektory przemieszczenia podczas ruchu ciała po prostej (określa współrzędną wektora przemieszczenia)
- dodaje wektory przemieszczenia leżące na jednej prostej
- posługuje się pojęciem prędkości jako wielkości wektorowej
- posługuje się pojęciami: współrzędnej wektora prędkości, prędkości średniej, prędkości chwilowej; oblicza ich wartości
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy infografiki zamieszczonej w podręczniku, dotyczącej prędkości występujących w przyrodzie
- opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnością położenia od czasu
- wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach
- sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu; właściwie skaluje, oznacza i doбира zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami
- posługuje się pojęciem wartości wektora

**Uczeń:**

- wykonuje działania na wektorach przemieszczenia
- wyprowadza równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność położenia od czasu)
- uwzględnia niepewności pomiarów przy sporządzaniu i interpretowaniu wykresów zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu
- zaznacza niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresu zależności  $x(t)$ ; dopasowuje prostą do punktów na wykresie, a na podstawie jej nachylenia wyznacza prędkość ciała
- szacuje wartość spodziewanego wyniku pomiaru lub obliczeń, interpretuje otrzymany wynik i ocenia jego realność
- opisuje rzut pionowy jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy  $v(t)$
- wyprowadza i interpretuje wzór przedstawiający zależność położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym, korzystając z wykresu zależności  $v(t)$ ; opisuje zależność drogi od czasu
- sporządza i interpretuje wykresy zależności drogi od czasu i drogi od kwadratu czasu w ruchu jednostajnie zmiennym z uwzględnieniem niepewności; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu  $s(t^2)$ , interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami; wyznacza przyspieszenie ciała
- projektuje i przeprowadza proste doświadczenie obrazujące ruch ciała; rejestruje je za pomocą kamery; modyfikuje jego przebieg; przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego); analizuje i opracowuje wyniki

**Uczeń:**

- wyznacza niepewność pomiaru prędkości ciała wyznaczonej na podstawie nachylenia prostej dopasowanej do punktów na wykresie zależności  $x(t)$  w ruchu jednostajnym prostoliniowym
- projektuje i przeprowadza doświadczenie (inne niż opisane w podręczniku) w celu zbadania ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; opracowuje wyniki; prezentuje i ocenia badanie
- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z:
  - opisywaniem ruchów prostoliniowych,
  - ruchem jednostajnym prostoliniowym,
  - ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym

<p>samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego</li> <li>• stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła</li> <li>• informuje, że pole pod wykresem zależności <math>v(t)</math> jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało</li> <li>• analizuje pod kierunkiem nauczyciela tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia je w różnych postaciach</li> <li>• przeprowadza proste doświadczenie (badanie ruchu), korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; formułuje wnioski; rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<p>prędkości średniej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej</li> <li>• rysuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i zwrotu prędkości</li> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej; rozróżnia przyspieszenia średnie i chwilowe</li> <li>• opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu</li> <li>• wyznacza wartości zmiany prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu; właściwie skaluje, oznacza i doбира zakresy osi</li> <li>• opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy <math>v(t)</math></li> <li>• opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami: położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów)</li> <li>• wyjaśnia, że pole pod wykresem zależności <math>v(t)</math> jest liczbowo równe zmianie położenia ciała</li> <li>• stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy poznane teksty popularnonaukowe dotyczące ruchów prostoliniowych</li> <li>• wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań dotyczących ruchu prostoliniowego</li> <li>• przeprowadza doświadczenia:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego,</li> <li>– badanie ruchu jednostajnie zmiennego, korzystając z ich opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– prędkości ciała,</li> <li>– przyspieszenia ciała,</li> <li>– modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki</li> </ul> </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy oraz prędkości występujących w przyrodzie</li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu</li> <li>• wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów dotyczących ruchu prostoliniowego</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchów prostoliniowych,</li> <li>– obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym</li> </ul> </li> </ul>	
--	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z:             <ul style="list-style-type: none"> <li>opisywaniem ruchów prostoliniowych,</li> <li>obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu,</li> <li>ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; sporządza i interpretuje wykresy</li> </ul> </li> <li>przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych</li> </ul>		
<b>3. Ruch krzywoliniowy</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzieli pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych</li> <li>wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względnosci ruchu</li> <li>opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami</li> <li>opisuje zmiany prędkości w ruchu po okręgu; rozdzieli przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe</li> <li>przeprowadza doświadczenia:             <ul style="list-style-type: none"> <li>badanie rzutu poziomego,</li> <li>badanie ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> </ul>             korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy:             <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem wektora położenia; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia</li> <li>posługuje się wektorem przemieszczenia wraz z jego jednostką w ruchu krzywoliniowym; określa cechy wektora przemieszczenia</li> <li>wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego</li> <li>wykorzystuje do opisu ruchu krzywoliniowego pojęcie wektora prędkości wraz z jej jednostką; rozdzieli prędkość średnią i prędkość chwilową; oblicza te prędkości</li> <li>wykazuje niezależność ruchu poziomego i ruchu pionowego w rzucie poziomym na podstawie doświadczenia; wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla przebiegu doświadczenia</li> <li>opisuje rzut poziomy jako dwa niezależne ruchy: spadek swobodny (w pionie) i ruch jednostajny (w poziomie)</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej w ruchu krzywoliniowym; określa cechy tych wektorów</li> <li>rozkłada wektor prędkości w różnych punktach toru ciała w rzucie poziomym na składowe: poziomą i pionową</li> <li>opisuje zależność <math>y(x)</math> w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza i interpretuje współczynnik w równaniu paraboli <math>y = ax^2</math></li> <li>stosuje zasadę dodawania wektorów do graficznego wyznaczenia prędkości ciał względem różnych układów odniesienia</li> <li>wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie</li> <li>wyprowadza i interpretuje związek pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową w ruchu po okręgu</li> <li>opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozdzieli prędkość kątową średnią</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego</li> <li>analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące sytuacji, w których obserwator opisujący ruch jest w ruchu względem wybranego układu odniesienia</li> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy:             <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym,</li> <li>dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> </ul> </li> <li>realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z rzutem poziomym,</li> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje rzut poziomy; wykorzystuje równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej</li> <li>• przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru</li> <li>• zapisuje wzory na współrzędne <math>x</math> i <math>y</math> położenia ciała w dowolnej chwili w rzucie poziomym, wykorzystując równania ruchu jednostajnego i ruchu jednostajnie zmiennego</li> <li>• opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę</li> <li>• wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu</li> <li>• opisuje składanie prędkości na wybranym przykładzie</li> <li>• analizuje ruch względem jednej prostej i ruch na płaszczyźnie względem różnych układów odniesienia; wykonuje schematyczne rysunki w celu zilustrowania tych ruchów</li> <li>• zapisuje i interpretuje zasadę składania prędkości</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami przemieszczenia kąтового i prędkości kątowej wraz z ich jednostkami; posługuje się radianem jako miarą łukową kąta</li> <li>• wymienia i wykorzystuje zależności między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu</li> <li>• wyznacza graficznie wektor zmiany prędkości w ruchu po okręgu; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości liniowej, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami</li> <li>• stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> <li>• przedstawia wybrane informacje z historii fizyki dotyczące badania spadania ciał przez Galileusza</li> <li>• przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia; planuje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i prędkość chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką</li> <li>• wykazuje graficznie, że wektor przyspieszenia dośrodkowego jest skierowany w stronę środka okręgu</li> <li>• wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> <li>• rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kątowe; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie kątowe jest równe zero</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących ruchów krzywoliniowych</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> <li>– związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym,</li> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową,</li> <li>– związane z ruchem po okręgu, realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</li> </ul> </li> <li>realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</li> </ul>	
---	---	--	--



	<p>i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z rzutem poziomym,</li> <li>dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>		
<b>4. Ruch i siły</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły (jako wielkości wektorowej) wraz z jej jednostką; przedstawia siłę za pomocą wektora; wskazuje cechy wektora siły (wartość, kierunek, zwrot)</li> <li>rozdziela siły wypadkową i równoważącą; posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym</li> <li>wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą</li> <li>analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki; doświadczalnie ilustruje pierwszą zasadę dynamiki; posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał; wskazuje w otoczeniu przykłady bezwładności ciał</li> <li>rozpoznaje i nazywa siły oporów ruchu (tarcia, oporu powietrza)</li> <li>analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia i rozróżnia rodzaje oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), rozpoznaje je i wskazuje w otoczeniu ich przykłady; określa na przykładach skutki oddziaływań</li> <li>wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań</li> <li>analizuje siły na przedstawionych ilustracjach (rysunkach, zdjęciach); wyjaśnia na przykładzie, że skutek działania siły zależy od punktu jej przyłożenia</li> <li>wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie</li> <li>wykonuje graficznie rozkładanie siły na składowe</li> <li>rysuje składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi; opisuje je</li> <li>stosuje zasady dynamiki pierwszą i drugą do opisu zachowania się ciał; wykorzystuje pojęcie siły jako wielkości wektorowej do opisu różnych możliwości ruchu ciał; opisuje ruch ciał na równi pochyłej, wyjaśnia niezależność ruchów</li> <li>doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki;</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących oddziaływań fundamentalnych</li> <li>wyznacza siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; oblicza wartość tej siły</li> <li>wyznacza składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi</li> <li>wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił rozkładania ich na składowe</li> <li>analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał; przewiduje i uzasadnia ich skutki, posługując się trzecią zasadą dynamiki</li> <li>rozdziela i opisuje tarcie poślizgowe i tarcie toczone</li> <li>analizuje ruch ciała na równi pochyłej; wykonuje graficznie rozkład sił, wyznacza składowe siły ciężkości i siłę tarcia oraz</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu,</li> <li>wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>ruchem, z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki,</li> <li>ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową,</li> <li>siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> </ul> </li> <li>realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem i siłami</li> </ul>

<p>przyspieszeniem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki oraz pojęciem siły jako wielkości wektorowej; wskazuje w otoczeniu przykłady wzajemnego oddziaływania ciał</li> <li>doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li>opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie); wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia</li> <li>wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej zwrot; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej</li> <li>opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami; stosuje drugą i trzecią zasadę dynamiki do opisu ruchu po okręgu</li> <li>analizuje tekst popularnonaukowy <i>Czy można biegać po wodzie?</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi</li> <li>przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>badanie skutków oddziaływań, wyznaczanie wartości siły,</li> <li>badanie równoważenia się sił,</li> <li>obserwacje ruchu po okręgu, korzystając z ich opisu; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>dotawianiem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>wykorzystaniem pierwszej i drugiej zasady dynamiki,</li> <li>wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>ruchem jednostajnym po okręgu,</li> </ul> </li> <li>siłami bezwładności, w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie</li> </ul>	<p>opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje na przykładzie skutki wzajemnego oddziaływania ciał</li> <li>rysuje (przedstawia za pomocą wektorów), oznacza i opisuje siły wzajemnego oddziaływania ciał; wyjaśnia na przykładzie, dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą</li> <li>rozdziela i opisuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; rozdziela współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego, posługuje się tymi współczynnikami, wyjaśnia, od czego one zależą</li> <li>opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach</li> <li>analizuje i opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu; wyjaśnia rolę siły tarcia na wybranych przykładach ruchu po okręgu</li> <li>opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości kątowej, przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej wraz z ich jednostkami</li> <li>stosuje w obliczeniach związek między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</li> <li>rozdziela układy inercjalne i nieinercjalne</li> <li>posługuje się pojęciem siły bezwładności; wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły bezwładności, określa jej cechy, przedstawia na rysunku jej kierunek i zwrot; posługuje się pojęciem siły odśrodkowej</li> <li>stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</li> <li>opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia, podaje warunki i przykłady ich występowania</li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących zasad dynamiki, w tym historii ich formułowania</li> </ul>	<p>wartość współczynnika tarcia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia</li> <li>wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</li> <li>omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> <li>stosuje pojęcie sił bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych</li> <li>opisuje stan niedociążenia</li> <li>wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa; omawia działanie siły Coriolisa na Ziemi</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>badania równoważenia się sił,</li> <li>badania, jak przyspieszenie zależy od siły i masy,</li> <li>doświadczenia ilustrującego trzecią zasadę dynamiki,</li> <li>badania zależności tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku,</li> </ul> </li> <li>formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji</li> <li>sporządza i interpretuje wykresy zależności: <ul style="list-style-type: none"> <li>przyspieszenia od siły <math>a(F)</math> i masy <math>a(m)</math> oraz odwrotności masy <math>a(1/m)</math>,</li> <li>tarcia od siły nacisku (wyznacza współczynnik tarcia),</li> <li>siły dośrodkowej od kwadratu prędkości liniowej,</li> </ul> </li> <li>na podstawie wyników doświadczeń; uwzględnia niepewności pomiarów i opory ruchu; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu, interpretuje jej nachylenie i punkty przecięcia z osiami, wyznacza, określa i interpretuje jej współczynnik kierunkowy</li> <li>opracowuje wyniki doświadczenia – badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu</li> </ul>	
---	--	---	--



<p>z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie</i> do rozwiązywania zadań lub problemów</li> <li>przeprowadza doświadczenia:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada, jak przyspieszenie zależy od siły i masy,</li> <li>– bada zależność tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku,</li> <li>– <b>doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi,</b></li> <li>– <b>doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu,</b></li> <li>– <b>doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących,</b></li> </ul> </li> <li>korzystając z ich opisu; przedstawia, analizuje i opracowuje uzyskane wyniki, formułuje wnioski</li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>– wykorzystaniem zasad dynamiki, pierwszej i drugiej,</li> <li>– wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</li> <li>– siłami bezwładności,</li> </ul> </li> <li>w szczególności: tworzy rysunki schematyczne, sporządza i interpretuje wykresy, posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy o ruchu i siłach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>doświadczalnie ilustruje stan nieważkości i działanie siły odśrodkowej oraz <math>R</math>siły Coriolisa</li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu i sił, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>– wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu,</li> <li>– wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową,</li> <li>– siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> </ul> </li> </ul>	
---	--	---	--

## 5. Energia i pęd

<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy wraz z ich jednostkami; stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, oraz związek mocy z pracą i czasem, w jakim została wykonana; opisuje związki dżuła i wata z jednostkami podstawowymi</li> <li>• posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji</li> <li>• wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia</li> <li>• posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką, oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk</li> <li>• wskazuje w otoczeniu przykłady przemian energii</li> <li>• posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości</li> <li>• posługuje się pojęciem pędu i jednostką pędu</li> <li>• rozróżnia zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń</li> <li>• analizuje artykuł popularnonaukowy dotyczący zderzeń; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi</li> <li>• doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– związane z energią potencjalną,</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała; wyjaśnia na przykładach, że skutek działania siły zależy od tego kąta; przedstawia rozkład sił podczas przesuwania ciała</li> <li>• interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę</li> <li>• wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała</li> <li>• wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną</li> <li>• analizuje przemiany energii na wybranych przykładach</li> <li>• stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej</li> <li>• opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką</li> <li>• przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem jest liczbowo równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny</li> <li>• analizuje na wybranym przykładzie (np. skoku o tyczce) przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości</li> <li>• stosuje w obliczeniach zależność <math>\Delta p = \vec{F} \Delta p</math></li> <li>• interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał oraz wyjaśnienia zjawiska odrzutu; wskazuje przykłady zjawisk, w których spełniona jest zasada zachowania pędu</li> <li>• analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę na podstawie wykresów zależności <math>F(s)</math> i <math>P(t)</math></li> <li>• wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała</li> <li>• wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej</li> <li>• posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności</li> <li>• podaje warunki stosowania prawa Hooke'a</li> <li>• wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny</li> <li>• oblicza energię potencjalną sprężystości</li> <li>• analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na przykładach innych niż opisane w podręczniku</li> <li>• wykazuje zależność <math>\Delta p = \vec{F} \Delta p</math></li> <li>• uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności oraz trzeciej zasady dynamiki</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu</li> <li>• rozróżnia zderzenia centralne i zderzenia niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)</li> <li>• analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane: <ul style="list-style-type: none"> <li>– z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– z energią potencjalną,</li> <li>– z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,</li> <li>– z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności <math>\Delta p = \vec{F} \Delta p</math></li> <li>– ze zderzeniami sprężystymi</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z energią i pędem</li> </ul>
---	---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>– korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></li> <li>– dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: wyodrębnić z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul>	<p>niesprężystych i w obliczeniach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń sprężystych i w obliczeniach</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego dotyczącego zderzeń pt. <i>Fizyk ogląda TV</i>; wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów</li> <li>• doświadczalnie bada: <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia,</li> <li>– zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej,</li> <li>– <b>zderzenia ciał; wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu,</b></li> <li>– zjawisko odrzutu oraz wyznacza prędkości ciał po odrzucie,</li> </ul> </li> </ul> <p>przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– związane z energią potencjalną,</li> <li>– korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz drugiej zasady dynamiki w postaci <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></li> <li>– dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> </ul> </li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>zaczepniętych z internetu, dotyczącymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mocy i sprawności różnych urządzeń,</li> <li>– form energii</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– związane z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></li> <li>– dotyczące zderzeń sprężystych.</li> </ul> </li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badania, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała,</li> <li>– badania zjawiska odrzutu,</li> <li>– <b>badania zderzeń ciał oraz wyznaczania masy lub prędkości jednego z ciał, z wykorzystaniem zasady zachowania pędu,</b></li> </ul> </li> </ul> <p>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</p>	
---	---	--	--

## 6. Bryła sztywne

<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej</li> <li>• rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje w otoczeniu ich przykłady</li> <li>• rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności</li> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką</li> <li>• podaje zasadę zachowania momentu pędu</li> <li>• przeprowadza doświadczenia polegające na: <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstrowaniu lub badaniu ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,</li> <li>– wyznaczaniu środka ciężkości ciał płaskich,</li> <li>– <b>badaniu ruchu ciał o różnych momentach bezwładności,</b> korzystając z opisu doświadczeń; analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel,</p>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych</li> <li>• opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątovej, przyspieszenia kątovej, okresu i częstotliwości</li> <li>• posługuje się pojęciem środka masy; wyznacza i ilustruje na rysunkach schematycznych położenie środka masy bryły lub układu ciał; wskazuje środek masy dla brył jednorodnych mających środek symetrii</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu siły wraz z jego jednostką; wyznacza i rysuje wektor momentu siły, określa jego cechy (kierunek i zwrot); oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)</li> <li>• stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunki równowagi momentów sił</li> <li>• formułuje i stosuje pierwszą zasadę zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie</li> <li>• posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie</li> <li>• odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów nie można pominąć</li> <li>• analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu</li> <li>• stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu bezwładności – jako wielkości zależnej od rozkładu mas – wraz z jego jednostką; interpretuje moment bezwładności jako miarę bezwładności ciała w ruchu obrotowym</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg</li> <li>• opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji</li> <li>• stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał</li> <li>• wyznacza wypadkowy moment siły; wskazuje i opisuje przykłady zastosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły</li> <li>• opisuje na przykładzie (np. skoku o tyczce) wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości</li> <li>• wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości</li> <li>• analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania</li> <li>• opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną</li> <li>• wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała</li> <li>• wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego</li> <li>• wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym</li> <li>• analizuje (na przykładzie kulki staczającej się z równi pochyłej) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; ilustruje graficznie rozkład sił</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruzasadnia wzór na wektor położenia środka masy układu ciał</li> <li>• analizuje (na wybranym przykładzie, innym niż opisany w podręczniku) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; wyznacza moment bezwładności bryły</li> <li>• wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu</li> </ul> </li> <li>• planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu (wahadła Oberbecka) oraz przebieg doświadczenia z zastosowaniem tego przyrządu – według projektu opisanego w podręczniku (<i>Wahadło Oberbecka</i>); formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>• realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając</li> </ul>
--	--	---	--

<p>wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<p>w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy</li> <li>• analizuje dane zawarte w tabeli <i>Momenty bezwładności brył</i>; porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o wybranych kształtach; formułuje wnioski</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kątowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi</li> <li>• stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego do opisu ruchu obrotowego wybranej bryły; stosuje w obliczeniach związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym</li> <li>• doświadczalnie wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z opisów doświadczeń</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot)</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką; stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kątową</li> <li>• stosuje zasadę zachowania momentu pędu do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia, z czego ta zasada wynika</li> <li>• <b>doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu</b>; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski</li> <li>• analizuje na wybranych przykładach ruch obrotowy układu ciał wokół ustalonej osi na podstawie zasady zachowania momentu pędu (wyjaśnia zmiany prędkości kątowej przy zmianach momentu bezwładności)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na moment pędu bryły</li> <li>• wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych); ilustruje je na rysunkach schematycznych</li> <li>• opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi ruchu brył sztywnych</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badanie zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,</li> <li>– wyznaczanie środka ciężkości ciał płaskich,</li> <li>– <b>badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności</b>,</li> <li>– wyznaczanie momentu bezwładności brył sztywnych,</li> <li>– <b>demonstracja zasady zachowania momentu pędu</b>,</li> </ul> </li> </ul> <p>formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> </ul> </li> </ul>	<p>z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Bryła sztywna</i></li> </ul>
--	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>- wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>- energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>- wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>- wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,</li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>- wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>- wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku</li> </ul>	
--	---	--	--



### Sposoby sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia

Osiągnięcia edukacyjne ucznia są sprawdzane:

- ustnie (waga 2),
- pisemnie (waga 5),
- praktycznie, tzn. w trakcie wykonywania doświadczeń (waga 3). Ocena klasyfikacyjna jest średnią ważoną ocen cząstkowych.

$$ocena = \frac{\text{suma ocen „ustne”} \cdot 2 + \text{suma ocen „pisemne”} \cdot 5 + \text{suma ocen „praktyczne”} \cdot 3}{\text{liczba ocen „ustne”} \cdot 2 + \text{liczba ocen „pisemne”} \cdot 5 + \text{liczba ocen „praktyczne”} \cdot 3}$$

Na ocenę klasyfikacyjną wpływają również aktywność na lekcji i zaangażowanie w naukę. Te czynniki są brane pod uwagę zwłaszcza wtedy, gdy ocena jest pośrednia (np. 4,5).

### Warunki i tryb uzyskiwania oceny wyższej niż przewidywana

Zgodne z zapisami w **statucie** szkoły.

Starając się o podwyższenie przewidywanej oceny klasyfikacyjnej, uczeń powinien się wykazać umiejętnościami w zakresie tych elementów oceny, w których jego osiągnięcia nie spełniały wymagań. Jeśli np. jego słabą stroną były oceny „ustne”, sprawdzanie odbywa się ustnie.