

WYMAGANIA EDUKACYJNE NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA POZSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH Z FIZYKI (ZAKRES ROZSZERZONY)

KLASA I

Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); 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).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dotatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).

Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia, analizuje ich wyniki.

Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcyjnie i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

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

2. Ruch prostoliniowy

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami • posługuje się pojęciem wartości wektora 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> – 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"> • posługuje się pojęciem przyspieszenia wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego • stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła • informuje, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało • 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 • 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"> – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, <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"> • rozróżnia pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej • rysuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i zwrotu prędkości • posługuje się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej; rozróżnia przyspieszenia średnie i chwilowe • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu • 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 dobiera zakresy osi • opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$ • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami: położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów) • wyjaśnia, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe zmianie położenia ciała • stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym • przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań dotyczących ruchu prostoliniowego • przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> – badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego, – badanie ruchu jednostajnie zmiennego, korzystając z ich opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała 	<ul style="list-style-type: none"> • projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia: <ul style="list-style-type: none"> – prędkości ciała, – przyspieszenia ciała, – modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów Źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy oraz prędkości występujących w przyrodzie • samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów dotyczących ruchu prostoliniowego • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchów prostoliniowych, – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym 	
--	--	---	--

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

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

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

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

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

5. Energia i pęd

Uczeń:

- 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 dżula i wata z jednostkami podstawowymi
- posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji
- wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia
- posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką, oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej
- wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk
- wskazuje w otoczeniu przykłady przemian energii
- posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości
- posługuje się pojęciem pędu i jednostką pędu
- rozróżnia zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń
- analizuje artykuł popularnonaukowy dotyczący zderzeń; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi
- doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, korzystając z opisu doświadczenia
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,
 - związane z energią potencjalną,

Uczeń:

- 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
- interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę
- wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała
- wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała
- wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną
- analizuje przemiany energii na wybranych przykładach
- stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej
- opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką
- przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem jest liczbowo równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny
- analizuje na wybranym przykładzie (np. skoku o tyczce) przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości
- stosuje w obliczeniach zależność $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
- interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły
- 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
- analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń

Uczeń:

- oblicza pracę na podstawie wykresów zależności $F(s)$ i $P(t)$
- wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała
- wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej
- posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności
- podaje warunki stosowania prawa Hooke'a
- wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny
- oblicza energię potencjalną sprężystości
- analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na przykładach innych niż opisane w podręczniku
- wykazuje zależność $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
- uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności oraz trzeciej zasady dynamiki
- wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu
- rozróżnia zderzenia centralne i zderzenia niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)
- analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub

Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane:
 - z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,
 - z energią potencjalną,
 - z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,
 - z energią potencjalną sprężystości,
 - z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
 - ze zderzeniami sprężystymi
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z energią i pędem

<ul style="list-style-type: none"> - korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, - związane z energią potencjalną sprężystości, - związane wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ - dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: wyodrębnia 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 	<p>niesprężystych i w obliczeniach</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń sprężystych i w obliczeniach • 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 • doświadczalnie bada: <ul style="list-style-type: none"> - od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia, - zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, - zderzenia ciał; wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu, - zjawisko odrzutu oraz wyznacza prędkości ciał po odrzucie, <p>przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> - związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, - związane z energią potencjalną, - korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, - związane z energią potencjalną sprężystości, - związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ - 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 • dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>zaczepniętych z internetu, dotyczącymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mocy i sprawności różnych urządzeń, - form energii <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> - związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, - związane z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii, - związane z energią potencjalną sprężystości, - związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ - dotyczące zderzeń sprężystych. • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> - badania, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, - badania zjawiska odrzutu, - badania zderzeń ciał oraz wyznaczenia masy lub prędkości jednego z ciał, z wykorzystaniem zasady zachowania pędu, <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 sztywna

Uczeń:

- wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej
- rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje w otoczeniu ich przykłady
- rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności
- posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką
- podaje zasadę zachowania momentu pędu
- przeprowadza doświadczenia polegające na:
 - demonstrowaniu lub badaniu ruchu bryły sztywnej,
 - badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,
 - wyznaczaniu środka ciężkości ciał płaskich,
 - **badaniu ruchu ciał o różnych momentach bezwładności**, korzystając z opisu doświadczeń; analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z:
 - opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,
 - wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,
 - energią ruchu bryły sztywnej,
 - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,
 w szczególności: wyodrębnić z tekstów, tabel,

Uczeń:

- opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych
- opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątovej, przyspieszenia kątovej, okresu i częstotliwości
- 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
- 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 (bryły sztywnej)
- stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunki równowagi momentów sił
- formułuje i stosuje pierwszą zasadę zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie
- posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie
- odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów nie można pominąć
- analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu
- stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą
- 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
- wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna

Uczeń:

- projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg
- opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji
- stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał
- wyznacza wypadkowy moment siły;
- wskazuje i opisuje przykłady zastosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły
- opisuje na przykładzie (np. skoku o tyczce) wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości
- wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości
- analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania
- opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną
- wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała
- wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego
- wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym
- 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

Uczeń:

- ruzasadnia wzór na wektor położenia środka masy układu ciał
- 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
- wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych
- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z:
 - opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,
 - wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,
 - energią ruchu bryły sztywnej,
 - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu
- planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu (wahadła Oberbecka) oraz przebieg doświadczenia z zastosowaniem tego przyrządu – według projektu opisanego w podręczniku (*Wahadło Oberbecka*); formułuje i weryfikuje hipotezy
- realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając

<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"> • oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy • analizuje dane zawarte w tabeli <i>Momenty bezwładności brył</i>; porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o wybranych kształtach; formułuje wnioski • wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kątowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi • 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 • doświadczalnie wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z opisów doświadczeń • posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot) • posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką; stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kątową • stosuje zasadę zachowania momentu pędu do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia, z czego ta zasada wynika • doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski • 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) • rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na moment pędu bryły • wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych); ilustruje je na rysunkach schematycznych • opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi ruchu brył sztywnych • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> – badanie zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił, – wyznaczanie środka ciężkości ciał płaskich, – badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, – wyznaczanie momentu bezwładności brył sztywnych, – demonstracja zasady zachowania momentu pędu, <p>formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, 	<p>z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Bryła sztywna</i>
--	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, - wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, - energią ruchu bryły sztywnej, - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu, <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"> • dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<ul style="list-style-type: none"> - energią ruchu bryły sztywnej, - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu <ul style="list-style-type: none"> • realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku 	
--	---	--	--

7. Ruch drgający

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia i demonstruje przykłady ruchu drgającego (ruch ciężarka na sprężynie) rejestruje ruch drgający ciężarka na sprężynie za pomocą kamery sporządza wykres zależności położenia ciężarka od czasu opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; analizuje przemiany energii w tych ruchach opisuje drgania, posługując się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości; wskazuje położenie równowagi i odczytuje amplitudę oraz okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała; sporządza wykresy $x(t)$ posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciem siły; wyjaśnia, że siła powodująca ten ruch jest wprost proporcjonalna do wychylenia posługuje się właściwościami funkcji trygonometrycznych sinus i cosinus do opisu ruchu harmonicznego demonstruje drgania wahadła sprężynowego opisuje ruch ciężarka na sprężynie oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie opisuje ruch wahadła matematycznego planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> interpoluje (ocenia orientacyjnie) wartość pośrednią między danymi na podstawie tabeli i wykresu rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych); podaje przykłady takiego ruchu wyjaśnia, co to jest faza ruchu drgającego interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń oblicza okres drgań wahadła matematycznego rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym doświadczalnie bada zależność okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka i współczynnika sprężystości: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) wyznacza doświadczalnie przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, szacuje niepewności pomiarowe, oblicza wartość średnią przyspieszenia ziemskiego, oblicza niepewność względną wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe (problemowe) związane z ruchem drgającym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem) planuje i wykonuje doświadczenie obrazujące zależność między drganiami harmonicznymi a ruchem rzutu punktu poruszającego się po okręgu wyprowadza wzory: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym samodzielnie wykonuje poprawny wykres zależności okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), interpretuje wykres, wykazuje słuszność wzoru: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego udowadnia spełnienie zasady zachowania energii, posługując się wzorami na energię potencjalną i kinetyczną oscylatora harmonicznego rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z zasadą zachowania energii (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem)

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań • demonstruje drgania tłumione • opisuje drgania wymuszone • demonstruje rezonans mechaniczny za pomocą wahadeł sprzężonych • wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego • analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania energii (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • opisuje drgania wymuszone • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem drgającym wahadła sprężynowego, matematycznego oraz z zasadą zachowania energii, a w szczególności: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku 	<ul style="list-style-type: none"> • bada zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyciąga wniosek, wykonuje wykres zależności $l(T^2)$ (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu, interpretuje wykres • rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego • stosuje funkcje trygonometryczne $\sin^2 a$ i $\cos^2 a$ do ilustracji energii potencjalnej i kinetycznej • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)

8. Fale mechaniczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego na przykładzie układu wahadeł połączonych sprężynami • posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmoniczných; stosuje w obliczeniach związku między tymi wielkościami • wskazuje ośrodki, w których rozchodzą się fale mechaniczne • opisuje przenoszenie energii przez falę mechaniczną • posługując się kalkulatorem, rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem pojęć: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali oraz stosuje funkcję falową fali harmoniczných • stosuje ogólny wzór na funkcję falową fali harmoniczných • wymienia wielkości fizyczne, od jakich zależą wysokość i głośność dźwięku • opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych • posługuje się pojęciami: infradźwięki, ultradźwięki • podaje prawo odbicia fali mechaniczných • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje falę poprzeczną i falę podłużną • opisuje drgania harmoniczných za pomocą $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, posługuje się pojęciami: częstotliwość kołowa, przesunięcie fazowe • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania, stosując równanie fali • interpretuje równanie fali, oblicza amplitudę, okres, częstotliwość, prędkość i długość danej fali • opisuje fale dźwiękowe; wskazuje ich przykłady z życia codziennego • opisuje załamanie fali na granicy dwóch ośrodków • podaje prawo załamania fali • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • wyjaśnia przyczyny załamania fal • wyjaśnia, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia • wyjaśnia mechanizm zjawiska ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa • opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z superpozycją fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali • rozwiązuje zadania konstrukcyjne i obliczeniowe z wykorzystaniem prawa odbicia i prawa załamania fali • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne o średnim poziomie trudności związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) • wykazuje, że każdy dźwięk wydawany przez instrument muzyczny można przedstawić jako sumę odpowiednio dobranych funkcji sinusoidalnych • wyjaśnia, od czego zależy natężenie dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosuje równanie fali; interpretuje to równanie • przeprowadza pomiary długości słupa powietrza, przy którym słyszy rezonans drgającego kamertonu i powietrza zamkniętego w rurze, sporządza tabelę z wynikami pomiarów; oblicza wartość średnią prędkości dźwięku • wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru; analizuje błędy pomiarów, wyznacza błąd względny i bezwzględny • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z prawami odbicia i załamania fali oraz superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) • planuje doświadczenie związane z pomiarem prędkości dźwięku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, analizuje błędy pomiarów, wyznacza błąd względny i bezwzględny

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> demonstruje fale (także graficznie): kolistą, płaską i kulistą rozdziela pojęcia: grzbiet fali, dolina fali i promień fali opisuje zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej wskazuje węzły w modelu fali stojącej jako miejsca, w których amplituda fali wynosi zero oraz strzałki jako miejsca, w których amplituda fali jest największa demonstruje dźwięk prosty za pomocą kamertonu przedstawia graficznie dźwięk prosty, wskazuje jego częstotliwość i amplitudę opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych rozdziela dźwięki proste i złożone posługuje się programami komputerowymi przeznaczonymi m.in. do uzyskiwania charakterystyki dźwięku oblicza wartość średnią prędkości dźwięku podaje zasadę Huygensa odróżnia zjawisko dyfrakcji od zjawiska interferencji planuje doświadczenie obowiązkowe: pomiar częstotliwości drgań struny 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny: sporządza tabelę pomiarów, a na jej podstawie rysuje wykres, znajduje prostą najlepszego dopasowania i wyznacza jej współczynnik kierunkowy, który odpowiada prędkości dźwięku w powietrzu wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru prędkości dźwięku przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych jej długości, sporządza tabelę wyników pomiaru, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych) opisuje zjawisko interferencji na dowolnie wybranym przykładzie fali opisuje interferencję konstruktywną i destruktywną wyjaśnia, co to są fale spójne wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej stosuje opis matematyczny fali stojącej podaje odległości między sąsiednimi węzłami i strzałkami fali stojącej jako wielokrotności długości fali wyjaśnia mechanizm ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora stosuje w obliczeniach wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku odczytuje poziom natężenia dźwięku szkodliwy dla człowieka i zagrażający uszkodzeniem słuchu wyjaśnia, od czego zależy natężenie fali dźwiękowej 	<ul style="list-style-type: none"> dopasowuje prostą do wyników pomiaru i odczytuje jej współczynnik kierunkowy, sprawdza za pomocą prostych przekształceń algebraicznych, czy wyraża on prędkość dźwięku w powietrzu rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) wyjaśnia mechanizm powstawania fal stojących w strunach i słupach powietrza; projektuje samodzielnie eksperyment opisuje i wyjaśnia geometrycznie interferencję fal na dwóch szczeblach; projektuje samodzielnie eksperyment podaje odpowiednie wzory ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal; wskazuje przykłady z życia codziennego opisuje efekt Dopplera w przypadku jednoczesnego ruchu obserwatora i źródła rozwiązuje zadania rachunkowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); omawia przykłady zamieszczone w podręczniku i inne wskazuje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera, np. w medycynie wskazuje przykłady zastosowania skali logarytmicznej w różnych dziedzinach wiedzy wyjaśnia, dlaczego poziom natężenia dźwięku określa się za pomocą skali logarytmicznej rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) uzasadnia warunek spójności interferujących fal wyprowadza wzór na wzmocnienie interferencyjne i wygaszenie interferencyjne rozwiązuje złożone zadania rachunkowe i problemowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia celującego. Uczeń opanował wymagania na ocenę bardzo dobra a ponadto jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce.