

## **Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania przez uczniów klas 2 z programem nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym.**

*Program rozszerzony, podręcznik „Fizyka. Zakres rozszerzony” cz.2 M. Fiałkowska, B. Sagnowska, J. Salach, wydawnictwo WSiP S.A., nr dopuszczenia 975/2/2023/z1*

### Wymagania na poszczególne stopnie szkolne:

**Stopień niedostateczny** otrzymuje uczeń, który nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w programie z fizyki w danej klasie, a braki w wiadomościach uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z fizyki.

- Nie rozumie pytań i poleceń,
- w wypowiedziach popełnia bardzo poważne błędy merytoryczne,
- nie umie obserwować i opisywać zjawisk fizycznych,
- nie zna praw fizycznych i nie kojarzy wielkości fizycznych i ich jednostek,
- nie umie wykorzystywać modeli do wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych.

**Stopień dopuszczający** otrzymuje uczeń, który ma braki w opanowaniu podstawowych wiadomości z fizyki, ale braki te nie przekreślają możliwości uzyskania przez ucznia podstawowej wiedzy z fizyki w ciągu dalszej nauki.

- rozumie pytania i polecenia,
- odróżnia obiekty fizyczne, wielkości fizyczne,
- umie posługiwać się jednostkami podstawowymi układu SI i umie przeliczać jednostki,
- zna pojęcia i definicje podstawowych pojęć i wielkości fizycznych,

- zna prawa, zasady i teorie fizyczne dotyczące materiału nauczania fizyki,
- umie stosować posiadane wiadomości do wykonywania obliczeń w prostych sytuacjach zadaniowych o niewielkim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisać je jakościowo,
- umie dokonać proste pomiary poznanych wielkości fizycznych,
- w wypowiedziach popełnia błędy merytoryczne.

**Stopień dostateczny** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie nie wykraczającym poza wymagania podstawowe, spełnił wymogi na ocenę dopuszczającą, a także:

- umie rysować i interpretować wykresy zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- podaje przykłady ilustrujące poznane prawa,
- umie wyjaśniać poznane zjawiska z wykorzystaniem modeli,
- stosuje poznane wzory i prawa w sytuacjach zadaniowych średnim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisywać je jakościowo,
- umie dokonywać pomiary wielkości fizycznych i zapisywać ich wyniki,
- w wypowiedzi popełnia błędy merytoryczne,
- korzysta z podręcznika.

**Stopień dobry** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie wymagania rozszerzonych, spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a także:

- umie badać i interpretować poznane zależności między wielkościami fizycznymi,

- stosuje poznane wzory i prawa i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i geometrycznymi w typowych sytuacjach zadaniowych,
- umie dokonać obserwacji i pomiarów poznanych wielkości fizycznych i zapisać ich wyniki oraz przeprowadzić rachunek błędów,
- w wypowiedziach sporadycznie popełnia błędy merytoryczne,
- korzysta z podręcznika, literatury uzupełniającej i rozumie treści w niej zawarte, potrafi sformułować własne opinie.

**Stopień bardzo dobry** otrzymuje uczeń, który opanował większość zakresu wiedzy i umiejętności określonych programem nauczania fizyki w danej klasie, na poziomie wymagań dopełniających, spełnia wymogi oceny dobrej a także:

- swobodnie podaje i omawia przykłady ilustrujące poznane prawa,
- proponuje metody badań, bada i ustala zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi, dokonuje analizy i porównań,
- wyprowadza, wyjaśnia i uzasadnia związki między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i graficznymi w złożonych zadaniach, łączących elementy różnych zjawisk fizycznych, stosując posiadaną wiedzę w nowych sytuacjach,
- porównuje, interpretuje, wyjaśnia i uogólnia zależności między wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie analizuje zjawiska fizyczne i objaśnia otaczającą go rzeczywistość w oparciu o podstawy naukowe, teorie i modele, formułuje hipotezy i weryfikuje je,
- planuje eksperymenty, umie dokonać pomiarów wielkości fizycznych, zapisywać ich wyniki oraz analizować je i dokonywać rachunku błędów,
- korzysta z własnych notatek, podręcznika, innych materiałów dydaktycznych, dodatkowych lektur i innych źródeł informacji oraz ocenia wiarygodność tych źródeł.

**Stopień celujący** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na stopień bardzo dobry oraz

- posiada dodatkową wiedzę, opanował treści programowe wyspecjalizowane ponad potrzeby głównego kierunku nauki, samodzielnie i twórczo rozwija swoje zainteresowania,
- potrafi zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania bardzo trudnych zadań i problemów w nowych sytuacjach,
- biegle posługuje się zdobytymi wiadomościami używając terminologii fachowej oraz proponuje rozwiązania nietypowe,
- samodzielnie planuje eksperymenty, przeprowadza je, analizuje wyniki i przeprowadza rachunek błędów,
- bierze efektywny udział w nadobowiązkowych działaniach związanych z poznawaniem fizyki.

UWAGA: W opracowanych poniżej wymaganiach zrezygnowano (poza kilkoma szczególnymi przypadkami) z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, gdyż musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą wymagamy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, w których należy sformułować i przeanalizować problem oraz skorzystać z dodatkowych źródeł wiedzy. Gwiazdką oznaczono zagadnienie fakultatywne, w przypadku którego decyzję o jego zrealizowaniu oraz zakresie, w jakim będzie ono zrealizowane, podejmuje nauczyciel na podstawie oceny dostępnego czasu, umiejętności uczniów i ich zainteresowania danym zagadnieniem.

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<b>Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej</b>				
<p>Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej (Iloczyn wektorowy dwóch wektorów, Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły, Równowaga bryły sztywnej, Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, Energia kinetyczna bryły sztywnej, Moment pędu, Zasada zachowania momentu pędu, Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu, obrotowego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów,</li> <li>• podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych</li> <li>• wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna,</li> <li>• podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej</li> <li>• podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy,</li> <li>• podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu</li> <li>• wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprawienia bryły w ruch obrotowy,</li> <li>• na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego</li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość kąтова średnia i chwilowa, prędkość kąтова średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe</li> <li>• obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątową i moment bezwładności względem osi symetrii</li> <li>• na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot,</li> <li>• podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienny</li> <li>• wyprowadzić i objaśnić związku między wielkościami opisującymi ruch obrotowy</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły,</li> <li>• zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły,</li> <li>• korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności</li> <li>• formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>• podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach</li> <li>• precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego</li> <li>• stosować definicję momentu bezwładności <math>\sum m_i r_i^2</math> i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył</li> <li>• wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły,</li> <li>• wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły</li> <li>• wyjaśnić zasadę działania wielokrążka</li> <li>• obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie, Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich</li> <li>aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> <li>wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zeru</li> <li>obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu</li> <li>większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać warunki równowagi bryły sztywnej,</li> <li>podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych</li> <li>aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> <li>napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu,</li> <li>podać kierunek i zwrot momentu pędu</li> <li>obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu</li> <li>zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły</li> <li>zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły,</li> <li>zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci <math>\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}</math> i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu</li> <li>za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły,</li> <li>przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci <math>\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}</math></li> <li>obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu</li> <li>wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami</li> <li>podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu,</li> <li>zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań</li> <li>obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu,</li> <li>zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana</li> </ul>

Pole grawitacyjne i elementy astronomii

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Pole grawitacyjne i elementy astronomii (prawo grawitacji, natężenie, potencjał, energia potencjalna, superpozycja natężeń, prędkości kosmiczne, przeciążenie, nieważkość, prawa Keplera, ciężar ciała, Jednostki odległości stosowane w astronomii, Układ Słoneczny i nasza Galaktyka, Prawo Hubble’a i teoria Wielkiego Wybuchu )</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego</li> <li>• zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji,</li> <li>• wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci</li> <li>• zdefiniować pierwszą i drugą prędkość kosmiczną i podać ich wartości dla Ziemi</li> <li>• przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie,</li> <li>• zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawa Keplera</li> <li>• objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości,</li> <li>• objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny”</li> <li>• wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego,</li> <li>• podać definicję natężenia pola grawitacyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce,</li> <li>• korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań</li> <li>• wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie <math>m</math> umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety</li> <li>• wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej,</li> <li>• obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie</li> <li>• określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie,</li> <li>• z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii</li> <li>• przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona</li> <li>• przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych</li> <li>• swobodnie stosować zasadę superpozycji natężeń,</li> <li>• obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi,</li> <li>• wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie,</li> <li>• sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli</li> </ul>



Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić znaczenie wielkości fizycznych występujących we wzorze na pracę siły zewnętrznej, równoważącej siłę grawitacji, przy przemieszczaniu ciała w centralnym polu grawitacyjnym i wywnioskować, że nie zależy ona od kształtu toru, po którym porusza się ciało</li> <li>• na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności</li> <li>• sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej</li> <li>• podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</li> <li>• wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego</li> <li>• zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość <math>h</math> po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek</li> <li>• uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne,</li> <li>• sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu <math>R</math></li> <li>• opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka</li> <li>• podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego</li> <li>• opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla <math>r \geq R</math></li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym,</li> <li>• podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna</li> <li>• zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej</li> <li>• objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym</li> <li>• uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona,</li> <li>• podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe</li> <li>• zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>,</li> <li>• narysować wykres <math>V(r)</math> dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego,</li> <li>• zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<p>przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przybliżony wiek Wszechświata, wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”</li> </ul>	<p>podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść prawa Hubble’a, zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego</li> <li>• zdefiniować parsek,</li> <li>• odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety</li> <li>• obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki</li> <li>• obliczyć wiek Wszechświata,</li> <li>• opisać ewolucję Wszechświata,</li> <li>• wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki, w których występuje stan nieważkości,</li> <li>• wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)</li> <li>• przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego</li> <li>• zamieniać jednostki odległości używane w astronomii,</li> <li>• wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia</li> <li>• przygotować prezentację na temat czarnych dziur</li> <li>• wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu,</li> <li>• wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni</li> </ul>

Ruch drgający harmoniczny

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Ruch harmoniczny (drżania) i fale mechaniczne</p> <p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego, Badanie wydłużenia sprężyn, Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny, Wahadło matematyczne.</p> <p>Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy.</p> <p>Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych, prawo Hooke'a.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości</li> <li>• pisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego,</li> <li>• zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny</li> <li>• zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego</li> <li>• opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne</li> <li>• opisać cechy modelu, jakim jest wahadło sprężynowe</li> <li>• stosować prawo Hooke'a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne</li> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu wzdłuż osi <math>x</math> zwróconej pionowo w górę,</li> <li>• sporządzić i zinterpretować wykresy zależności <math>x(t)</math>, <math>v_x(t)</math> i <math>a_x(t)</math></li> <li>• na podstawie wykresu <math>F_x(x)</math> wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,</li> <li>• zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań</li> <li>• wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu</li> <li>• podać definicję modułu Younga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych</li> <li>• zapisać i objaśnić wzory na współrzędne <math>x</math>, <math>v_x</math>, <math>a_x</math> i <math>F_x</math> w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia,</li> <li>• zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny</li> <li>• wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu</li> <li>• wyjaśnić znaczenie pojęć: drżania swobodne i częstotliwość drgań własnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych</li> <li>• sporządzać wykresy zależności <math>E_p(x)</math>, <math>E_k(x)</math> oraz <math>E_p(t)</math> i <math>E_k(t)</math>,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,</li> <li>• samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie</li> <li>• wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości.</p> <p>Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, rezonans drgania tłumione i wymuszone zjawiska falowe, dźwięk, efekt Dopplera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego,</li> <li>zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę</li> <li>zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny,</li> <li>omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny,</li> <li>zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi</li> <li>zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego i sprężynowego</li> <li>zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny,</li> <li>wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę</li> <li>wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła,</li> <li>wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</li> <li>wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny</li> <li>na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek dotyczący ruchu rzutu na oś <math>x</math> punktu poruszającego się po okręgu,</li> <li>obliczać współrzędne <math>x</math>, <math>v_x</math>, <math>a_x</math> i <math>F_x</math> przy dowolnej fazie początkowej,</li> <li>wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym</li> <li></li> </ul>
<b>Zjawiska termodynamiczne</b>				

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Zjawiska termodynamiczne (Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał, Ciepło właściwe i ciepło molowe, gaz doskonały, przemiany stanu gazu doskonałego, przejścia fazowe, transport energii, zasady termodynamiki, silniki ciepłe, zasady termodynamiki w przemianach gazowych, Rozszerzalność temperaturowa ciał. Para nasycona i nienasycona)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia</li> <li>wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu</li> <li>objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina,</li> <li>zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego</li> <li>wymienić trzy szczególnie przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie</li> <li>wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu,</li> <li>wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała”</li> <li>wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia</li> <li>opisać przemianę adiabatyczną gazu</li> <li>wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej”</li> <li>wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały</li> <li>uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów,</li> <li>zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu,</li> <li>zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona</li> <li>wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle’a, Charles’a i Gay-Lussaca</li> <li>uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol,</li> <li>badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym</li> <li>zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości</li> <li>przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego</li> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny,</li> <li>sporządzać wykresy zależności <math>p(V)</math> przy stałej temperaturze gazu, <math>p(T)</math> przy stałej objętości gazu i <math>V(T)</math> przy stałym ciśnieniu</li> <li>wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”,</li> <li>wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki</li> <li>przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążących ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości</li> <li>obliczyć stałą gazową <math>R</math> i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona,</li> <li>wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanna i temperaturę w skali bezwzględnej</li> <li>skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle’a, prawo Charles’a i prawo Gay-Lussaca</li> <li>za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść zasad termodynamiki</li> <li>• stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego,</li> <li>• opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego</li> <li>• podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii</li> <li>• podać definicję entropii</li> <li>• podać fazy, w których może występować ta sama substancja,</li> <li>• opisać zjawiska topnienia i parowania</li> <li>• wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględny, a co względnym przyrostem objętości?</i>,</li> <li>• podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczenie ciała ciepła,</li> <li>• wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki <math>Q</math> i <math>W</math> w różnych procesach</li> <li>• zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków</li> <li>• zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe</li> <li>• zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie</li> </ul>	<p>zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma <math>i</math> stopni swobody,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie</li> <li>• obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu</li> <li>• zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki <math>W</math> i <math>Q</math> dla różnych przypadków</li> <li>• zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem <math>p(V)</math> dla tej przemiany</li> <li>• sporządzić wykresy zależności <math>p(V)</math> dla przemian izotermicznej i adiabatycznej,</li> <li>• wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat</li> <li>• wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem</li> <li>• przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki</li> <li>• opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne,</li> <li>• sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota,</li> <li>• zdefiniować skuteczność chłodzenia</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy,</li> <li>• wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika,</li> <li>• opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych</li> <li>• podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy,</li> <li>• wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika,</li> <li>• opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych</li> <li>• wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii</li> <li>• podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu i wywnioskować na tej podstawie, że zmiana energii wewnętrznej w dowolnej przemianie gazu doskonałego zachodzącej między stanami A i B jest równa zmianie energii wewnętrznej dla przemiany izochorycznej zachodzącej między tymi stanami</li> <li>• opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego,</li> <li>• zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny,</li> <li>• sformułować drugą zasadę termodynamiki</li> <li>• podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki</li> <li>• sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła</li> </ul>	<p>wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu</li> <li>• sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt, wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej,</li> <li>• obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję,</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej</li> <li>• wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała,</li> <li>• podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej</li> <li>• zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej,</li> <li>• zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe,</li> <li>• podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym</li> <li>• porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów,</li> <li>• opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody</li> </ul>	
<b>Fale mechaniczne</b>				



Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<p>Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne. Wielkości charakteryzujące fale. Funkcja falowa fali płaskiej. Interferencja fal płaskich. Fale stojące. Zasada Huygensa i jej konsekwencje. Fale akustyczne. Zjawisko Dopplera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej</li> <li>• na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,</li> <li>• używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość</li> <li>• wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę</li> <li>• podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal,</li> <li>• zaobserwować zjawisko interferencji fal</li> <li>• obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,</li> <li>• naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie</li> <li>• podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,</li> <li>• podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych,</li> <li>• podać cechy dźwięków</li> <li>• opisać istotę zjawiska Dopplera,</li> <li>• przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię</li> <li>• definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (<math>W/m^2</math>),</li> <li>• podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną</li> <li>• uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (<math>x</math>) i od czasu (<math>t</math>),</li> <li>• zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali</li> <li>• naszkicować fale składowe o jednakowych <math>T</math> i <math>A</math> oraz falę wypadkową dla faz: <math>0</math>, <math>\pi</math> i <math>0 &lt; \varphi_0 &lt; \pi</math></li> <li>• opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,</li> <li>• podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej</li> <li>• podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,</li> <li>• wyjaśnić, co to oznacza, że</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach</li> <li>• zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,</li> <li>• wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej</li> <li>• przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej,</li> <li>• zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej</li> <li>• wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik</li> <li>• podać warunki powstawania fali stojącej,</li> <li>• zademonstrować falę stojącą,</li> <li>• obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej</li> <li>• formułować zasadę Huygensa,</li> <li>• sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,</li> <li>• wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy</li> <li>• przypomnieć wzór na całkowitą energię ciała drgającego,</li> <li>• opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punkтового źródła,</li> <li>• wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,</li> <li>• przeanalizować zależność <math>y(x)</math> dla ustalonej chwili i <math>y(t)</math> dla wybranej cząstki,</li> <li>• sporządzać wykresy funkcji falowych</li> <li>• opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,</li> <li>• zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję</li> <li>• stosując zasadę Huygensa,</li> </ul>

Treści nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,</li> <li>• wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne,</li> <li>• podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem</li> <li>• podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach</li> <li>• zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora,</li> <li>• wskazać na schemacie zmianę długości fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować zasadę Huygensa,</li> <li>• sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,</li> <li>• wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami</li> <li>• wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku,</li> <li>• obliczać poziomy natężen dźwięków o różnych</li> <li>• a podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,</li> <li>• podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,</li> <li>• wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali</li> <li>• zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,</li> <li>• przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu</li> <li>• na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła</li> </ul>

\*\*\* Uzupełnienie treści niezrealizowanych w klasie 1. Mechanika (prawo Archimedesesa i rzut poziomy)

