

Wymagania edukacyjne z fizyki dla uczniów klasy drugiej liceum po szkole podstawowej – poziom rozszerzony

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
7.1. Ciśnienie	posługuje się pojęciem ciśnienia wraz z jednostką; stosuje pojęcie ciśnienia do wyjaśniania zjawisk
	posługuje się prawem Pascala oraz wyjaśnia zjawiska za pomocą tego prawa
	przeprowadza doświadczenia związane z przenoszeniem ciśnienia, korzystając z ich opisów; wnioskuje na podstawie ich wyników
	wskazuje przykłady urządzeń hydraulicznych i opisuje zasadę ich działania
	rozwiązuje zadania i problemy związane z ciśnieniem oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi
7.2. Ciśnienie hydrostatyczne i atmosferyczne	posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego oraz stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
	przeprowadza doświadczenia związane z przenoszeniem ciśnienia, korzystając z ich opisów; wnioskuje na podstawie ich wyników
	zna prawo naczyń połączonych; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych
	posługuje się pojęciem ciśnienia atmosferycznego; stosuje pojęcie ciśnienia atmosferycznego do wyjaśniania zjawisk
	wie, od czego zależy ciśnienie atmosferyczne, i w jaki sposób
	rozwiązuje zadania i problemy związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym
7.3. Siła wyporu	posługuje się pojęciem siły wyporu oraz prawem Archimedesesa dla cieczy i gazów
	stosuje do obliczeń prawo Archimedesesa
	analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, objaśnia warunki pływania ciał
	wyjaśnia, dlaczego łódź jest stabilna
	rozwiązuje zadania i problemy związane z siłą wyporu i siłą parcia, wykorzystując prawo Archimedesesa
7.4. Cząsteczki i temperatura	posługuje się pojęciami: energia kinetyczna, temperatura, energia wewnętrzna, zero bezwzględne
	posługuje się skalami temperatur Kelvina i Celsjusza oraz korzysta z zależności zachodzącej między nimi
	zna podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii oraz posługuje się założeniami tej teorii
	opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną, stosuje go do obliczeń
	opisuje zjawisko dyfuzji; opisuje ruchy Browna
	rozwiązuje zadania i problemy, wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
7.5. Ciepło	<p>rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy</p> <p>przeprowadza doświadczenia: bada proces wyrównywania temperatury ciał, wyznacza ciepło właściwe cieczy; sporządza i interpretuje wykresy $T(t)$; analizuje wyniki</p> <p>posługuje się pojęciem ciepła właściwego wraz z jego jednostką, wykorzystuje to pojęcie w analizie bilansu cieplnego</p> <p>rozróżnia i omawia formy przekazywania ciepła (przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie cieplne)</p> <p>posługuje się pojęciem wartości energetycznej paliw i żywności wraz z jednostką</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z pojęciem ciepła właściwego i pojęciem wartości energetycznej paliw i żywności; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
7.6. Przemiany fazowe	<p>analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej</p> <p>przeprowadza doświadczenia: demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej, wyznacza ciepło parowania wody, demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; analizuje wyniki</p> <p>opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia</p> <p>posługuje się pojęciami: ciepło właściwe, ciepło parowania i ciepło topnienia wraz z ich jednostką oraz wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego; wymienia szczególne własności wody i ich znaczenie dla życia na Ziemi</p> <p>odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia; opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z przemianami fazowymi; przeprowadza obliczenia liczbowe</p>
7.7. Bilans cieplny	<p>posługuje się pojęciami: ciepło właściwe, ciepło przemiany fazowej, bilans cieplny; objaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania</p> <p>wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego</p> <p>doświadczalnie bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym; opracowuje wyniki doświadczenia, korzystając z bilansu cieplnego, analizuje je z uwzględnieniem niepewności pomiaru</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z bilansem cieplnym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
7.8. Rozszerzalność cieplna	<p>przeprowadza doświadczenia: bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza); demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych</p> <p>opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy oraz wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</p> <p>wyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów)</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
	<p>omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z rozszerzalnością cieplną; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz z zachowaniem liczby cyfr znaczących</p>
7.9. Zjawiska cieplne w przyrodzie	<p>wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego</p> <p>wymienia szczególne własności wody i ich wpływ na życie na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody</p> <p>opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi i wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe</p> <p>omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</p>
8.1. Badanie przemian gazu	<p>wymienia wielkości opisujące gaz; posługuje się pojęciami: mol, stała Avogadra, przemiany gazu</p> <p>rozdziela przemiany: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną gazów; wskazuje przykłady przemian występujących w otaczającej rzeczywistości</p> <p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada przemianę izotermiczną i izobaryczną; sporządza i interpretuje wykresy $p(V)$, $V(T)$; przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, formułuje wnioski</p> <p>stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych</p> <p>określa zależności opisujące przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną) i stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów</p> <p>analizuje wykresy przemian gazu doskonałego (przemiany izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej)</p> <p>rozwiązuje zadania dotyczące przemian gazu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.2. Model gazu doskonałego	<p>opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego</p> <p>zna oraz wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem stałej gazowej wraz z jej jednostką</p> <p>stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu</p> <p>rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.3. Przemiany gazu doskonałego	<p>zna pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii</p> <p>stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów</p> <p>analizuje wykresy przemian gazu doskonałego oraz przedstawia przemiany gazowe na wykresach</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
	<p>stosuje równanie Clapeyrona do wyznaczenia parametrów gazu</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy dotyczące przemian gazu doskonałego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.4. Ciepło w przemianach gazowych	<p>posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu wraz jego jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości</p> <p>wykazuje i interpretuje oraz stosuje do obliczeń związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego</p> <p>oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej; prowadzi obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.5. Praca a wykresy przemian gazowych	<p>wie, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w dowolnej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie (V, p)</p> <p>oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę gazową</p> <p>interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy od kolejności przemian, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy</p> <p>oblicza ciepło pobrane i oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany i pierwszej zasady termodynamiki</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.6. Silniki cieplne	<p>wie, co to jest silnik cieplny, objaśnia schemat silnika cieplnego, wskazuje przykłady wykorzystania silników cieplnych</p> <p>analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych</p> <p>wie, co to jest cykl termodynamiczny, analizuje przedstawione cykle termodynamiczne</p> <p>posługuje się pojęciem sprawności silnika cieplnego, oblicza sprawność silników cieplnych</p> <p>rozwiązuje zadania obliczeniowe lub problemowe związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.7. Pompy ciepła	<p>wie, co to jest pompa ciepła, objaśnia schemat pompy ciepłej, wskazuje i opisuje przykłady wykorzystania pomp cieplnych</p> <p>wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu (sprawdza temperaturę różnych elementów z tyłu lodówki), wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek</p> <p>opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych</p> <p>^Rposługuje się pojęciem współczynnika efektywności pompy ciepłej, rozróżnia i oblicza ten współczynnik w przypadku chłodzenia i ogrzewania za pomocą pompy ciepłej</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące pomp cieplnych; prowadzi obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
8.8. Silniki spalinowe (temat dodatkowy)	<p>wie, od czego zależy sprawność silnika cieplnego</p> <p>analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje wnioski</p> <p>oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego</p> <p>opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla; objaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie (V, p) i na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
8.9. Druga zasada termodynamiki	<p>rozdziela zjawiska odwracalne i nieodwracalne oraz podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</p> <p>zna drugą zasadę termodynamiki, przedstawia ją w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych, wykazuje równoważność obu sformułowań</p> <p>interpretuje drugą zasadę termodynamiki, wykazuje jej statystyczny charakter</p> <p>rozwiązuje zadania obliczeniowe lub zadania problemowe związane z drugą zasadą termodynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
9.1. Badanie ruchu drgającego	<p>posługuje się pojęciami: amplituda, okres i częstotliwość do opisu ruchu okresowego wraz z jednostkami; wskazuje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości</p> <p>opisuje i analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: położenie równowagi, wychylenie i amplituda; podaje przykłady takiego ruchu</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada ruch ciężarka na sprężynie; opracowuje i analizuje wyniki, sporządza i interpretuje wykres $x(t)$, formułuje wnioski</p> <p>analizuje zależność położenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym oraz interpretuje wykres tej zależności; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie wykresu zależności $x(t)$</p> <p>rozwiązuje zadania związane z ruchem drgającym; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia</p>
9.2. Drgania harmoniczne	<p>posługuje się pojęciem ruchu harmonicznego; podaje przykłady takiego ruchu; rozdziela ruch harmoniczny i nieharmoniczny</p> <p>przeprowadza doświadczenie (obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu), korzystając z jego opisu</p> <p>zna i stosuje do obliczeń wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym</p> <p>opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: wychylenie, amplituda, częstość kołowa i przesunięcie fazowe; rozdziela drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych</p> <p>analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
	<p>rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące drgań harmonicznyc; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem lub tablicami</p>
9.3. Drgania sprężyn	<p>opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką</p> <p>analizuje ruch pod wpływem siły sprężystości</p> <p>doświadczalnie: demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny; przedstawia i analizuje wyniki, formułuje wnioski</p> <p>zna i stosuje do obliczeń wzór na okres wahadła sprężynowego (zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny)</p> <p>analizuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$, $F(t)$</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące ruchu ciała na sprężynie; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
9.4. Wahadło matematyczne	<p>posługuje się pojęciem wahadła matematycznego, opisuje jego ruch jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje</p> <p>doświadczalnie: demonstruje, że okres drgań wahadła nie zależy od amplitudy; bada zależność okresu drgań od masy i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego; przedstawia i opracowuje wyniki doświadczeń, uwzględnia niepewności pomiarów, formułuje wnioski</p> <p>zna, interpretuje i stosuje do obliczeń zależność okresu małych drgań wahadła matematycznego od jego długości; wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego</p> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych na temat wahań i ich zastosowań</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące wahadła matematycznego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
9.5. Energia w ruchu harmonicznym	<p>rozdziela energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i energię całkowitą; zna i stosuje zasadę zachowania energii</p> <p>oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii</p> <p>analizuje przemiany w ruchu harmonicznym ciała na sprężynie (w poziomie) oraz w ruchu wahadła matematycznego</p> <p>rysuje i analizuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia</p> <p>analizuje przemiany energii podczas ruchu obciążnika na sprężynie (w pionie), objaśnia wykres przemian jego energii</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
9.6. Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans	rozróżnia i opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; przedstawia i porównuje wykresy $x(t)$ dla drgań harmoniczných bez tłumienia i z tłumieniem
	opisuje zjawisko rezonansu, posługując się pojęciem częstotliwości drgań własnych; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu
	przeprowadza doświadczenia: bada tłumienie drgań; demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego ; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych na temat skutków rezonansu
	rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
10.1. Ruch falowy	posługuje się pojęciami: impuls falowy, fala mechaniczna, fala harmoniczna, prędkość rozchodzenia się fali i energia fali; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym; przedstawia, analizuje i objaśnia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski
	rozróżnia fale poprzeczne i podłużne, podaje ich przykłady i opisuje mechanizm powstawania; zna i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych
	analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych
	rozwiązuje zadania lub problemy związane z ruchem falowym; prowadzi obliczenia szacunkowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
10.2. Matematyczny opis fal	posługuje się pojęciami: amplituda, okres, częstotliwość i długość fali do opisu fal oraz korzysta w obliczeniach z zależności między tymi wielkościami oraz uwzględnia jednostki tych wielkości
	analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych; zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i podłużnych
	wyprowadza i interpretuje wzór na funkcję falową fali harmonicznej, objaśnia wykres funkcji falowej oraz stosuje funkcję falową do opisu fal harmonicznych i obliczeń
	rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
10.3. Fale dźwiękowe	analizuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych; wyjaśnia mechanizm powstawania i odbioru fal dźwiękowych w powietrzu; opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych
	opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciem długości i częstotliwości fali; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstruje dźwięki o różnych częstotliwościach, obserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego; wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów, formułuje wnioski

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
	<p>opisuje falę dźwiękową za pomocą funkcji falowej</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące fal dźwiękowych, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p>
10.4. Rozchodzenie się fal. Natężenie fali	<p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody, formułuje wnioski</p> <p>opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: powierzchnia falowa, promień fali; rozróżnia fale płaskie, kuliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</p> <p>analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych</p> <p>posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jego jednostką (W/m^2) oraz proporcjonalnością do kwadratu amplitudy</p> <p>opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punkтового źródła; wyjaśnia zależności natężenia fali od odległości od źródła oraz od amplitudy drgań</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
10.5. Odbicie i załamanie fali	<p>opisuje i przedstawia schematycznie zjawisko odbicia oraz zjawisko załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania</p> <p>doświadczalnie obserwuje zjawisko załamania fali na granicy ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali</p> <p>zna, interpretuje i uzasadnia prawo załamania fal</p> <p>stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka</p> <p>opisuje i ilustruje graficznie całkowite wewnętrzne odbicie fali, zaznacza na rysunku kąt graniczny i oblicza go</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p>
10.6. Interferencja i dyfrakcja fal	<p>wie, co to jest superpozycja fal i kiedy zachodzi; stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk, opisuje fale stojące</p> <p>doświadczalnie obserwuje: superpozycję fal, zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, zjawisko interferencji fal; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p> <p>opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje i wykazuje (uzasadnia) warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal</p> <p>opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje do obliczeń wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia</p> <p>zna zasadę Huygensa i stosuje ją do wyjaśnienia zjawiska dyfrakcji; opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali</p>

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:
	rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące interferencji i dyfrakcji fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami z różnych źródeł
10.7. Fizyka w muzyce (temat dodatkowy)	<p>rozróżnia dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła; posługuje się pojęciami: barwa (widmo) dźwięku, częstotliwość podstawowa i częstotliwość harmoniczna, składowe harmoniczne; podaje, że dźwięki o różnej barwie różnią się proporcją składowych harmonicznych</p> <p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada widmo dźwięku oraz dźwięk powstający w wyniku drgań słupa powietrza w piszczałce zamkniętej; opisuje, opracowuje i wyjaśnia wyniki doświadczeń</p> <p>stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania związku dźwięku instrumentów muzycznych z falami stojącymi wytwarzanymi na strunach lub w słupie powietrza; opisuje powstawanie fal stojących w instrumentach muzycznych jako przykład zjawiska rezonansu</p> <p>opisuje fale stojące na strunie i w słupie powietrza, podaje i uzasadnia wzory na częstotliwość wytwarzanych fal</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisywaniem dźwięków; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
10.8. Efekt Dopplera	<p>wyjaśnia, na czym polega efekt Dopplera; podaje przykłady występowania oraz wykorzystania tego zjawiska w przyrodzie i technice</p> <p>opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku</p> <p>analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala</p> <p>zna, interpretuje i uzasadnia wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</p> <p>analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
10.9. Jak człowiek odbiera bodźce słuchowe	<p>posługuje się pojęciem natężenia dźwięku wraz z jego jednostką (W/m^2) oraz pojęciem poziomu natężenia dźwięku wraz z jego jednostką (dB); podaje wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</p> <p>posługuje się skalą logarytmiczną; objaśnia skalę natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych</p> <p>analizuje tekst <i>Muzykalne owady i biologiczny termometr</i> lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań lub problemów</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>