

FIZYKA klasa 2 LO (4-letniego)

wymagania na poszczególne oceny

poziom rozszerzony

Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • postępuje się pojęciem <i>ciśnienia</i> wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem • postępuje się pojęciem <i>gęstości</i> wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością • postępuje się pojęciami <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> • postępuje się pojęciem <i>siły wyporu</i> oraz prawem Archimedesesa dla cieczy i gazów • postępuje się pojęciami: <i>energia kinetyczna</i>, <i>temperatura</i>, <i>energia wewnętrzna</i>, <i>zero bezwzględne</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie <i>ciśnienia</i> do wyjaśniania zjawisk, wyjaśnia zjawiska za pomocą prawa Pascala • podaje przykłady praktycznych zastosowań prawa Pascala • stosuje w obliczeniach związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością • podaje prawo naczyń połączonych i analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych • stosuje pojęcia <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> do wyjaśniania zjawisk • stosuje w obliczeniach prawo Archimedesesa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania wybranych urządzeń hydraulicznych • doświadczalnie wyznacza ciśnienie atmosferyczne • wyprowadza wzór na ciśnienie hydrostatyczne; opisuje i wyjaśnia paradoks hydrostatyczny • wyjaśnia, od czego i jak zależy ciśnienie atmosferyczne; porównuje zmiany ciśnienia w słupie cieczy i słupie powietrza, wyjaśnia różnicę • uzasadnia (wyprowadza) wzór na siłę wyporu • ^Rwyjaśnia, od czego zależy stabilność lodzi • opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa – z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i> oraz pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi • rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; wyjaśnia, kiedy ciała znajdują się w stanie równowagi termodynamicznej • posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką • rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję • analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury • posługuje się pojęciami: <i>ciepło właściwe</i>, <i>ciepło przemiany fazowej</i>, <i>bilans cieplny</i>; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania • wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, opisuje warunki pływania ciał • przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, posługuje się założeniami tej teorii • wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami • opisuje zjawisko dyfuzji oraz ruchy Browna • wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego • opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie • posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> wraz z jednostką; stosuje to pojęcie w obliczeniach • opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres $T(Q)$ dla wody w trzech stanach skupienia • posługuje się pojęciami <i>ciepła parowania</i> i <i>ciepła topnienia</i> wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego 	<p>a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem <i>fluktuacji</i>, wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina • doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, ^Rdemonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego • opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia • ^Ropisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności • ^Rwyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów) 	<ul style="list-style-type: none"> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie • projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p><i>ciepła właściwego</i> i <i>ciepła przemiany fazowej</i> w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – związane z przenoszeniem ciśnienia – obserwuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych – demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy – demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej – bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza) – demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych; formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia • wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego • opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości • omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi • wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody • podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia – bada proces wyrównywania temperatury ciał, wyznacza ciepło 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi, porównuje obieg powietrza wynikający z konwekcji, gdyby Ziemia się nie obracała, i na obracającej się Ziemi, uwzględniając siłę Coriolisa; opisuje wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> – związanych z przenoszeniem ciśnienia – dotyczących badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym – dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, 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 	<ul style="list-style-type: none"> właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy $T(t)$ – bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia 	<ul style="list-style-type: none"> – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie • realizuje i prezentuje projekt <i>Fontanna Herona</i> opisany w podręczniku • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – ciśnienia – siły wyporu – przemian fazowych • dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 		
8. Termodynamika			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: <i>mol</i>, <i>stała Avogadra</i>, <i>przemiany gazu</i> • opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości • stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie • wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) • porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę • rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy ciepłej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy ciepłej

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii • posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego • informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie (V, p) • podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych • podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych • określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości • wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik 	<p>opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów</p> <ul style="list-style-type: none"> • identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej • podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem <i>stałej gazowej</i>, podaje jej wartość wraz z jednostką • stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu i wyjaśniania zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach • stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych przypadkach znaki ciepła i pracy (Q i W), zgodnie z przyjętą konwencją posługuje się pojęciem <i>ciepła molowego gazu</i> wraz z jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości, uzasadnia, że dla danego gazu $C_p > C_v$ • oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej 	<p>przykładach i wykresach zależności $p(V)$</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie (V, p), przedstawia te przemiany na wykresach zależności $p(V)$, $p(T)$ i $V(T)$ • wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związki między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek między C_v a stałą R dla gazów jedno- i dwuatomowych • uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność $W = p\Delta V$ • wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabatycznej metodą graficzną • interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz R wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – R dotyczące silników spalinowych – związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>swoich obserwacji i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> dotyczące przemian gazu dotyczące przemian gazu doskonałego związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych dotyczące pomp cieplnych, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika cieplnego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa cieplna działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy cieplnej opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego 	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury ograniczonej przez wykresy przemian $p(V)$; analizuje przedstawione cykle termodynamiczne wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu posługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy cieplnej</i> analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady 	<p>rozdziału <i>Termodynamika</i></p>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych • interpretuje drugą zasadę termodynamiki • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną, przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio $p(V)$ i $V(T)$, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – ^Rdotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników 	<p>termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu • planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – ^Rdotyczące silników spalinowych 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>spalinowych w układzie (V, p), a na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu</p> <p>– związane z drugą zasadą termodynamiki,</p> <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych • analizuje tekst <i>Fizyka nie tylko na lekcjach</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań • dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>– związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
9. Ruch drgający			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami: <i>amplitudy</i>, <i>okresu</i> i <i>częstotliwości</i> wraz z ich jednostkami do opisu ruchu okresowego; podaje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości • opisuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>położenia równowagi</i>, <i>wychylenia</i> i <i>amplitudy</i>; podaje przykłady takiego ruchu • wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu • definiuje ruch harmoniczny • identyfikuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego • opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem <i>współczynnika sprężystości</i> i jego jednostką • posługuje się pojęciem <i>wahadła matematycznego</i>, wyjaśnia, czym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości • analizuje zależność $x(t)$ dla ciała w ruchu drgającym i interpretuje wykres tej zależności; opisuje sposób zmniejszania niepewności wyznaczania (pomiaru lub odczytu z wykresu $x(t)$) okresu drgań • posługuje się pojęciem <i>ruchu harmonicznego</i>; rozróżnia ruch harmoniczny i ruch nieharmoniczny; podaje przykłady takich ruchów • podaje i stosuje w obliczeniach wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym • opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: <i>wychylenia</i>, <i>amplitudy</i>, <i>częstości kołowej</i>, <i>fazy</i> i <i>przesunięcia fazowego</i>; rozróżnia drgania o fazach zgodnych i fazach przeciwnych • analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym, interpretuje wykresy tych zależności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilustruje graficznie i wyjaśnia wynik obserwacji ruchu rzutu punktu poruszającego się po okręgu • wyprowadza wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym, wykorzystując funkcje trygonometryczne • wykazuje, że ruch harmoniczny jest wywołany przez siłę o wartości proporcjonalnej do wychylenia, wyprowadza zależność $F = m\omega^2 x$ • rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego • analizuje ruch wahadła sprężynowego – drgania w pionie • porównuje opis matematyczny ruchu wahadła sprężynowego z wynikami doświadczenia – jego badania • wyznacza współczynnik sprężystości na podstawie wykresu zależności wydłużenia sprężyny od ciężaru obciążnika, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną poruszającego się w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie • R analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii od czasu w ruchu obciążnika zawieszonoego na sprężynie • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem drgającym – dotyczące opisu drgań harmonicznnych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego – z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego • oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>jest to wahadło, i wskazuje przykład, który jest jego dobrym przybliżeniem</p> <ul style="list-style-type: none"> rozróżnia energię potencjalną grawitacji, energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną; podaje zasadę zachowania energii i stosuje ją do jakościowej analizy przemian energii rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z ruchem drgającym dotyczące drgań harmonicznym dotyczące ruchu ciała na sprężynie dotyczące wahadła matematycznego dotyczące energii w ruchu harmonicznym dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza 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 ruch wózka na sprężynie pod wpływem siły sprężystości – drgania w poziomie podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór na okres wahadła sprężynowego – zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny porównuje, analizuje i interpretuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$, $F(t)$ opisuje ruch wahadła matematycznego jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach zależność okresu drgań wahadła matematycznego o małej amplitudzie od jego długości stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii analizuje przemiany energii w ruchu harmonicznym ciała na sprężynie – ruch w poziomie, oraz w ruchu wahadła matematycznego; interpretuje wzory na 	<p>z uwzględnieniem niepewności pomiaru</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na okres wahadła sprężynowego; szkicuje wykresy zależności $T(m)$ dla danego współczynnika k i $T(k)$ dla danej masy m wyznacza przyspieszenie ziemskie na podstawie wykresu zależności $l(T^2)$, wraz z niepewnością maksymalną pomiaru wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym szkicuje, analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia analizuje przemiany energii podczas ruchu w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): 	<p>zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Ruch drgający</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym</p> <ul style="list-style-type: none"> rozróżnia i opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; przedstawia i porównuje wykresy $x(t)$ dla drgań harmonicznymi bez tłumienia i z tłumieniem opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego, posługując się pojęciem <i>częstotliwości drgań własnych</i>; ilustruje to zjawisko na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> bada ruch ciężarka na sprężynie; sporządza i interpretuje wykres $x(t)$ obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu demonstruje niezależność okresu drgań wahadła sprężynowego od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań od masy 	<ul style="list-style-type: none"> demonstracji niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy badania zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny badania zależności okresu drgań od długości wahadła demonstracji zjawiska rezonansu mechanicznego rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z ruchem drgającym dotyczące opisu drgań harmonicznymi dotyczące ruchu ciała na sprężynie dotyczące wahadła matematycznego związane z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia stwierdzenia i zależności 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</p> <p>– demonstrowuje zjawisko rezonansu mechanicznego;</p> <p>przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, 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 ruchem drgającym dotyczące drgań harmonicznym dotyczące ruchu ciała na sprężynie dotyczące wahadła matematycznego dotyczące energii w ruchu harmonicznym dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, prowadzi obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, tworzy, analizuje i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów 	<ul style="list-style-type: none"> realizuje i prezentuje projekt <i>Figury Lissajous</i> opisany w podręczniku samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> ruchu drgającego i zjawisk okresowych wahadeł i ich zastosowań zjawiska rezonansu mechanicznego – jego przykładów i skutków; <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań lub problemów</p>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ruchu drgającego i zjawisk okresowych – wahadeł i ich zastosowań – zjawiska rezonansu mechanicznego, jego przykładów i skutków <ul style="list-style-type: none"> • dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 		
10. Fale mechaniczne			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym jest fala mechaniczna; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciami <i>prędkości</i> i <i>energii fali</i> • posługuje się pojęciami: <i>amplitudy</i>, <i>okresu</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>długości fali</i> wraz z ich jednostkami; stosuje te wielkości oraz związki między nimi do opisu fal i w obliczeniach • opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami: <i>źródło fali</i>, <i>impuls falowy</i>, <i>fala harmoniczna</i>; uzasadnia, że fala przenosi energię • wymienia i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych • rozróżnia i porównuje fale poprzeczne i fale podłużne, podaje ich przykłady, opisuje mechanizm ich powstawania; wyjaśnia rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej za pomocą schematu; • zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i fal podłużnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody jako przykład fal będących złożeniem fal poprzecznych i podłużnych; wyjaśnia, że fala mechaniczna może się rozchodzić tylko w ośrodku sprężystym • analizuje i objaśnia wykres zależności wychylenia (y) od położenia mierzonego wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali (osi x) dla fali harmonicznej (poprzecznej i podłużnej) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia fal w obrazie interferencji • uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fal stojących wytwarzanych na strunie i w słupie powietrza (w pizczalce zamkniętej) i pizczalce otwartej • uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: <i>długości, częstotliwości i okresu fali</i>; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań • opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku a energią fali i amplitudą fali • opisuje jakościowo i przedstawia schematycznie zjawisko odbicia i zjawisko załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania • podaje zasadę Huygensa oraz przykłady dyfrakcji i interferencji fal w otaczającej rzeczywistości • opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali • rozróżnia dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła • wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia mechanizm powstawania, rozchodzenia się i odbioru fali dźwiękowej w powietrzu jako fali podłużnej • demonstruje i obserwuje oscylogramy dźwięków o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego • opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych • opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: <i>powierzchnia falowa, promień fali</i>; rozróżnia fale płaskie, kuliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości • analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych • posługuje się pojęciem <i>natężenia fali</i> wraz z jego jednostką ($\frac{W}{m^2}$) oraz proporcjonalnością natężenia fali do kwadratu amplitudy drgań ośrodka; opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punkowego źródła • wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnice prędkości dźwięku w gazach, cieczach i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku w powietrzu od temperatury • wyjaśnia zależności natężenia harmonicznego fali kulistej od odległości od źródła i amplitudy drgań cząsteczek ośrodka • uzasadnia prawo załamania fal – wyznacza zależność między kątem załamania a kątem padania • wyznacza kąt graniczny • Rwprowadza (uzasadnia) wzór na częstotliwość fal stojących powstających na sznurze umocowanym na jednym końcu • uzasadnia (wyprowadza wzory) warunki wzmacniania oraz wygaszania się fal • opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje w obliczeniach wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia; szkicuje obraz interferencyjny • opisuje fale stojące na strunie i w słupie powietrza – w piszczałce 	<p>w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ranalizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal, wykorzystując wzór na funkcję falową – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera – Rzwiązane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku oraz sporządza wykresy; udowadnia podane zależności, wyprowadza wzory ilustrujące zależności fizyczne • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody – obserwuje i opisuje zjawisko załamania fali na granicy ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje i interpretuje prawo załamania fal; posługuje się pojęciem <i>współczynnika załamania ośrodka</i> • stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach; opisuje i ilustruje graficznie całkowite wewnętrzne odbicie fali, zaznacza na rysunku i oblicza kąt graniczny • formułuje zasadę superpozycji fal i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk; opisuje falę stojącą • opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia mechanizm zjawiska interferencji fal; podaje warunki wzmacniania oraz wygaszania się fal • stosuje zasadę Huygensa do wyjaśniania zjawiska dyfrakcji; opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali • ^Rposługuje się pojęciami: <i>barwa</i> i <i>widmo dźwięku</i>, <i>częstotliwość podstawowa</i>, <i>składowe harmoniczne</i>; podaje różnicę proporcji składowych harmonicznych jako przyczynę różnej barwy dźwięków 	<p>zamkniętej i puszczalce otwartej; przedstawia i objaśnia schemat ich powstawania; ^Rpodaje wzory na częstotliwość wytwarzanych fal</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje efekt Dopplera dla fal w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala • podaje i interpretuje wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach • ^Rpodaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku • ^Rposługuje się skalą logarytmiczną; analizuje i objaśnia skalę poziomu natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych, uzasadnia ich użyteczność • doświadczalnie wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarów 	<p>z treściami rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</p>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska Dopplera w przyrodzie i technice • opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku • posługuje się pojęciem <i>natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – $\left(\frac{W}{m^2}\right)$, oraz <i>pojęciem poziomego natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – dB • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym – obserwuje: superpozycję fal, zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, zjawisko interferencji fal 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> – badania (demonstracji) fal poprzecznych i fal podłużnych oraz rozchodzenia się fali w ciele stałym – obserwacji: superpozycji fal, zjawiska dyfrakcji fali na szczelinie, zjawiska interferencji fal – badania widma dźwięku oraz dźwięku powstającego w wyniku drgań słupa powietrza w piszczałce zamkniętej • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> – bada widmo dźwięku oraz dźwięk powstający w wyniku drgań słupa powietrza w piszczałce zamkniętej; opisuje, ilustruje graficznie, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji i doświadczeń, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; rysuje, analizuje i interpretuje wykresy; uwzględnia niepewności pomiarów; uzasadnia odpowiedzi • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczącymi 	<ul style="list-style-type: none"> – Rzwiązane z wykorzystaniem wzoru na przeliczenie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku oraz sporządza i interpretuje wykresy; uzasadnia podane stwierdzenia i zależności • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – fal (np. na temat tsunami, rozchodzenia się fal sejsmicznych w głębi Ziemi) – superpozycji fal; – posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów 	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>treści rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>, w szczególności fal dźwiękowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje tekst <i>Muzykalne owady i biologiczny termometr</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów • dokonuje syntezy wiedzy o falach mechanicznych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 		