

## Szczegółowe wymagania edukacyjne – klasa 2 zakres rozszerzony

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

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<b>7. Wstęp do zjawisk cieplnych</b>				
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: <i>energia kinetyczna, temperatura, energia wewnętrzna, zero bezwzględne</i></li> <li>• posługuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi</li> <li>• 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</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką</li> <li>• rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję</li> <li>• analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury</li> <li>• posługuje się pojęciami: <i>ciepło właściwe, ciepło przemiany fazowej, bilans cieplny</i>; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania</li> <li>• wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> i <i>ciepła przemiany fazowej</i> w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, posługuje się założeniami tej teorii</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami</li> <li>• wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie</li> <li>• opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres <math>T(Q)</math> dla wody w trzech stanach skupienia</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>ciepła parowania</i> i <i>ciepła topnienia</i> wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia</li> <li>• wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach</li> <li>• <sup>D</sup>wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina</li> <li>• doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, <sup>D</sup>demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego</li> <li>• opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności</li> <li>• <sup>D</sup>wyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów)</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji):             <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczących <b>badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym</b></li> <li>– dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz <b>demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych</b></li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania lub problemy:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>• projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału <i>Wstęp do zjawisk cieplnych</i></li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> </ul>

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej</li> <li>bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza)</li> <li>demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych;</li> </ul> </li> <li>formuluje wnioski</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami ciepła właściwego</li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> <li>związane z bilansem cieplnym</li> <li>związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie,</li> </ul> </li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody</li> <li>podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li>bada proces wyrównywania temperatury ciał, wyznacza ciepło właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy <math>T(t)</math></li> <li>bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formuluje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami ciepła właściwego</li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> <li>związane z bilansem cieplnym</li> <li>związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie,</li> </ul> </li> <li>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy</li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami ciepła właściwego</li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> <li>związane z bilansem cieplnym</li> <li>związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>realizuje i prezentuje projekt <i>Jak łatwiej zaobserwować rozszerzalność cieplną</i> opisany w podręczniku</li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Wstęp do zjawisk cieplnych</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</li> </ul>		

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przemian fazowych</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>			
8. Termodynamika				
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: <i>mol</i>, <i>stała Avogadra</i>, <i>przemiany gazu</i></li> <li>• opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego</li> <li>• podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego</li> <li>• informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie <math>(V, p)</math></li> <li>• podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych</li> <li>• podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych</li> <li>• określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów</li> <li>• identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej</li> <li>• podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem <i>stałej gazowej</i>, podaje jej wartość wraz z jednostką</li> <li>• stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu i wyjaśniania zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych przypadkach znaki ciepła i pracy (<math>Q</math> i <math>W</math>), 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 <math>C_p &gt; C_v</math></li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie</li> <li>• wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona)</li> <li>• porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych przykładach i wykresach zależności <math>p(V)</math></li> <li>• analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie <math>(V, p)</math>, przedstawia te przemiany na wykresach zależności <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math> i <math>V(T)</math></li> <li>• 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 <math>C_v</math> a stałą <math>R</math> dla gazów jedno- i dwuatomowych</li> <li>• uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność <math>W = p\Delta V</math></li> <li>• wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabatycznej metodą graficzną</li> <li>• interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izoterme, izobare i izochore</li> <li>• rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz <math>D</math> wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Termodynamika</i></li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz <math>D</math> wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych</li> <li>– związane z drugą zasadą termodynamiki</li> </ul> </li> </ul>

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące przemian gazu</li> <li>dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>dotyczące pomp cieplnych,</li> </ul>                             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                         </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>oblicza pracę jako pole pod wykresem <math>p(V)</math> przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero</li> <li>oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki</li> <li>analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych</li> <li>wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny</li> <li>posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika cieplnego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii</li> <li>wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa ciepła działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy ciepłej</li> <li>opisuje i analizuje przepływy energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych</li> <li>podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego</li> <li>podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>interpretuje drugą zasadę termodynamiki</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną, przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio <math>p(V)</math> i <math>V(T)</math>, formułuje wnioski</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury ograniczonej przez wykresy przemian <math>p(V)</math>; analizuje przedstawione cykle termodynamiczne</li> <li>wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu</li> <li>posługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy ciepłej</i></li> <li>analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski</li> <li>uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> </ul> </li> </ul>		

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące przemian gazu</li> <li>dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>dotyczące pomp cieplnych</li> <li>związane z drugą zasadą termodynamiki, 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</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych</li> <li>analizuje tekst <i>Ciepło i energia</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące pomp cieplnych</li> <li>związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> <li>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</li> </ul>		
<b>9. Bryła sztywne</b>				
<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice</li> </ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów</li> </ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje</li> </ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Duzasadnia wzór na wektor położenia środka masy układu ciał</li> </ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy:</li> </ul>

IV Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. dra Tytusa Chałubińskiego w Radomiu

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

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

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<p><b>zachowania momentu pędu;</b>                      przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje na wybranych przykładach ruch obrotowy układu ciał wokół ustalonej osi na podstawie zasady zachowania momentu pędu (wyjaśnia zmiany prędkości kątowej przyspieszeń momentu bezwładności)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,</li> </ul>                             w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem                             dokonuje syntezy wiedzy o brył sztywnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności                         </li> </ul>	<p>dynamiki dla ruchu obrotowego,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu</li> </ul> <p>realizuje i prezentuje projekt <i>Analiza ruchu: jo-jo</i> opisany w podręczniku</p>		
<b>10. Ruch drgający</b>				

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: <i>amplitudy, okresu i częstotliwości</i> wraz z ich jednostkami do opisu ruchu okresowego; podaje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• opisuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>położenia równowagi, wychylenia i amplitudy</i>; podaje przykłady takiego ruchu</li> <li>• wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu</li> <li>• definiuje ruch harmoniczny</li> <li>• identyfikuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego</li> <li>• opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem <i>współczynnika sprężystości</i> i jego jednostką</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>wahadła matematycznego</i>, wyjaśnia, czym jest to wahadło, i wskazuje przykład, który jest jego dobrym przybliżeniem</li> <li>• 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</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące drgań harmonicznych</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– dotyczące energii w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego,</li> </ul>                     w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla                 </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości</li> <li>• analizuje zależność <math>x(t)</math> dla ciała w ruchu drgającym i interpretuje wykres tej zależności; opisuje sposób zmniejszania niepewności wyznaczania (pomiaru lub odczytu z wykresu <math>x(t)</math>) okresu drgań</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>ruchu harmonicznego</i>; rozróżnia ruch harmoniczny i ruch nieharmoniczny; podaje przykłady takich ruchów</li> <li>• podaje i stosuje w obliczeniach wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym</li> <li>• opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: <i>wychylenia, amplitudy, częstości kołowej, fazy i przesunięcia fazowego</i>; rozróżnia drgania o fazach zgodnych i fazach przeciwnych</li> <li>• przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny</li> <li>• zna zakres stosowalności prawa Hooke'a</li> <li>• rozróżnia siłę działającą na sprężynę od siły sprężystości</li> <li>• analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym, interpretuje wykresy tych zależności</li> <li>• analizuje ruch wózka na sprężynie pod wpływem siły sprężystości – drgania w poziomie</li> <li>• podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór na okres wahadła sprężynowego – zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustruje graficznie i wyjaśnia wynik obserwacji ruchu rzutu punktu poruszającego się po okręgu</li> <li>• wyprowadza wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym, wykorzystując funkcje trygonometryczne</li> <li>• wykazuje, że ruch harmoniczny jest wywołwany przez siłę o wartości proporcjonalnej do wychylenia, wyprowadza zależność <math>F = m\omega^2x</math></li> <li>• rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego</li> <li>• analizuje ruch wahadła sprężynowego – drgania w pionie</li> <li>• porównuje opis matematyczny ruchu wahadła sprężynowego z wynikami doświadczenia – jego badania</li> <li>• wyznacza współczynnik sprężystości na podstawie wykresu zależności wydłużenia sprężyny od ciężaru obciążnika, z uwzględnieniem niepewności pomiaru</li> <li>• wyprowadza wzór na okres wahadła sprężynowego; szkicuje wykresy zależności <math>T(m)</math> dla danego współczynnika <math>k</math> i <math>T(k)</math> dla danej masy <math>m</math></li> <li>• wyznacza przyspieszenie ziemskie na podstawie wykresu zależności <math>l(T^2)</math>, wraz z niepewnością maksymalną pomiaru</li> <li>• wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego</li> <li>• wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym</li> <li>• szkicuje, analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące opisu drgań harmonicznych</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul>                     oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Ruch drgający</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>D</sup>wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną poruszającego się w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie</li> <li>• <sup>D</sup>analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii od czasu w ruchu obciążnika zawieszonoego na sprężynie</li> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące opisu drgań harmonicznych</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul> </li> </ul>

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<p>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"> <li>porównuje, analizuje i interpretuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: <math>x(t)</math>, <math>v(t)</math>, <math>a(t)</math>, <math>F(t)</math></li> <li>opisuje ruch wahadła matematycznego jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje</li> <li>podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach zależność okresu drgań wahadła matematycznego o małej amplitudzie od jego długości</li> <li>stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii</li> <li>oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii</li> <li>analizuje przemiany energii w ruchu harmonicznym ciała na sprężynie – ruch w poziomie, oraz w ruchu wahadła matematycznego; interpretuje wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym</li> <li>opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego, posługując się pojęciem <i>częstotliwości drgań własnych</i>; ilustruje to zjawisko na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności <math>x(t)</math> w przypadku rezonansu</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>bada ruch ciężarka na sprężynie; sporządza i interpretuje wykres <math>x(t)</math></li> <li>obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu</li> <li><b>demonstruje niezależność okresu drgań wahadła sprężynowego od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje przemiany energii podczas ruchu w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>demonstracji niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy</li> <li>badania zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny</li> <li>badania zależności okresu drgań od długości wahadła</li> <li>demonstracji zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z ruchem drgającym</li> <li>dotyczące opisu drgań harmonicznym</li> <li>dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>związane z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym</li> <li>dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul>                     oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia stwierdzenia i zależności                 </li> <li>realizuje i prezentuje projekt <i>Figury Lissajous</i> opisany w podręczniku</li> <li>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"> <li>ruchu drgającego i zjawisk okresowych</li> <li>wahadeł i ich zastosowań</li> <li>zjawiska rezonansu mechanicznego – jego przykładów i skutków;</li> </ul>                     posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do                 </li> </ul>		

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>demonstruje niezależność okresu małych drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań od masy i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</b></li> <li>– <b>demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego;</b></li> </ul> <p>przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące drgań harmoniczných</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– dotyczące energii w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego,</li> </ul> </li> </ul> <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"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– ruchu drgającego i zjawisk okresowych</li> <li>– wahadeł i ich zastosowań</li> <li>– zjawiska rezonansu mechanicznego, jego przykładów i skutków</li> </ul> </li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>rozwiązywania zadań lub problemów</p>		

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<b>11. Fale</b>				
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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></li> <li>• 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</li> <li>• opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku</li> <li>• opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: <i>długości</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>okresu fali</i>; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań</li> <li>• opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku a energią fali i amplitudą fali</li> <li>• wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej</li> <li>• wymienia rodzaje fali elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania</li> <li>• opisuje światło białe jako mieszaninę barw</li> <li>• opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali</li> <li>• rozróżnia dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: <i>źródło fali</i>, <i>impuls falowy</i>, <i>fala harmoniczna</i>; uzasadnia, że fala przenosi energię</li> <li>• wymienia i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych</li> <li>• 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;</li> <li>• zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i fal podłużnych</li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania, rozchodzenia się i odbioru fali dźwiękowej w powietrzu jako fali podłużnej</li> <li>• demonstruje i obserwuje oscylogramy dźwięków o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego</li> <li>• opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych</li> <li>• opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych</li> <li>• opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma</li> <li>• omawia schemat nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych</li> <li>• opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>• opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• analizuje i objaśnia wykres zależności wychylenia (<math>y</math>) od położenia mierzonego wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali (osi <math>x</math>) dla fali harmonicznej (poprzecznej i podłużnej)</li> <li>• wyjaśnia różnice prędkości dźwięku w gazach, cieczach i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku w powietrzu od temperatury</li> <li>• wyjaśnia zależności natężenia harmonicznej fali kulistej od odległości od źródła i amplitudy drgań cząsteczek ośrodka</li> <li>• analizuje tekst <i>Infradźwięki informują o katastrofach</i> lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań lub problemów</li> <li>• analizuje efekt Dopplera dla fal w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala</li> <li>• 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</li> <li>• <sup>D</sup>podaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</li> <li>• <sup>D</sup>posługuje się skalą logarytmiczną; analizuje i objaśnia skalę poziomu natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych, uzasadnia ich użyteczność</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera</li> <li>– z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</li> </ul> </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Fale</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>D</sup>analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej</li> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera</li> <li>– <sup>D</sup>związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</li> </ul> </li> </ul>

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<ul style="list-style-type: none"> <li>– obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– 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 wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: <i>powierzchnia falowa</i>, <i>promień fali</i>; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>natężenia fali</i> wraz z jego jednostką (<math>\frac{W}{m^2}</math>) oraz proporcjonalnością natężenia fali do kwadratu amplitudy drgań ośrodka; opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła</li> <li>• wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka</li> <li>• opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska Dopplera w przyrodzie i technice</li> <li>• opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – (<math>\frac{W}{m^2}</math>), oraz <sup>D</sup>pojęciem <i>poziomu natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – dB</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• doświadczalnie wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarów</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) dotyczących:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– badania (demonstracji) fal poprzecznych i fal podłużnych oraz rozchodzenia się fali w ciele stałym</li> <li>– obserwacji: superpozycji fal, zjawiska dyfrakcji fali na szczelinie, zjawiska interferencji fal</li> <li>– badania widma dźwięku oraz dźwięku powstającego w wyniku drgań słupa powietrza w puszeczce zamkniętej</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera</li> <li>– <sup>D</sup>związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku oraz sporządza i interpretuje wykresy; uzasadnia podane stwierdzenia i zależności</li> </ul> </li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Fale</i>, w szczególności:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– fal (np. na temat tsunami, rozchodzenia się fal sejsmicznych w głębi Ziemi)</li> <li>– posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul>		

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<p>– 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczącymi treści rozdziału <i>Fale</i>, w szczególności fal dźwiękowych</li> <li>• analizuje tekst <i>Infradźwięki informują o katastrofach</i>; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o falach mechanicznych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>			
<b>12. Zjawiska falowe</b>				
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal</li> <li>• opisuje zjawisko odbicia światła</li> <li>• opisuje jakościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka, wskazuje kierunek załamania</li> <li>• opisuje jakościowo i ilustruje na schematycznym rysunku częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie światła; posługuje się pojęciem kąta granicznego</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych na przykładzie światła</li> <li>• opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki</li> <li>• opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji</li> <li>• od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do obliczeń</li> <li>• opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje związek</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje praktyczne znaczenie zjawiska dyfrakcji fal elektromagnetycznych</li> <li>• stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do wyjaśniania zjawisk</li> <li>• stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do wyjaśniania zjawisk oraz udowadnia ten związek</li> <li>• wyjaśnia zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– fal elektromagnetycznych</li> <li>– dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>– interferencji światła</li> <li>– odbicia i rozpraszania światła</li> <li>– załamania światła</li> <li>– wewnętrznego odbicia światła</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące odbicia i rozpraszania fali</li> <li>– dotyczące załamania fali</li> <li>– związane z całkowitym wewnętrznym odbiciem</li> <li>– dotyczące dyfrakcji fal</li> <li>– związane z interferencją fal</li> </ul> </li> </ul>

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> </ul> </li> <li>w tym: 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 oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</li> </ul>	<p>między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do obliczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>wskazuje przykłady interferencji światła w przyrodzie</li> <li>wskazuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła</li> <li>opisuje ilościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków oraz prawo Snelliusa do wyjaśniania zjawisk i/lub obliczeń</li> <li>posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła (<math>n</math>) w danym ośrodku</li> <li>stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła</li> <li>oblicza kąt graniczny z prawa Snelliusa, interpretuje jego związek z współczynnikiem <math>n</math></li> <li>opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia</li> <li>opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody</li> <li>przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej</li> <li>obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, <b>obserwuje zjawisko interferencji fal</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie</li> <li>opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła</li> <li>udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać:                             <math display="block">\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}</math> </li> <li>wyjaśnia powstawanie miraży</li> <li>opisuje mechanizm powstawania okna Snelliusa</li> <li>wykazuje, że                             <math display="block">n_{\text{fioł}} &gt; n_{\text{czerw}}</math> </li> <li>wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>interferencji światła</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> </ul> </li> <li>oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia</li> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Zjawiska falowe</i>, zwłaszcza dotyczące:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>własności i zastosowań fal elektromagnetycznych</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oraz uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia, wykazuje lub udowadnia podane związki oraz zależności</li> <li>projektuje i przeprowadza obserwacje oraz doświadczenia, formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Zjawiska falowe</i></li> </ul> <p>– wykorzystujące związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</p>	

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej</li> <li>– <b>demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku</b></li> <li>– wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji</li> <li>– <b>wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</b></li> <li>– demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie</li> <li>– i połączenie barw w światło białe</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>– dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>– związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki</li> <li>– i długością fali</li> <li>– odbicia i rozpraszania światła</li> <li>– załamania światła</li> <li>– wewnętrznego odbicia światła</li> </ul> </li> <li>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje wynik analizie, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub ilustruje je na schematycznych rysunkach</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących zwłaszcza: fal elektromagnetycznych, wykorzystania światłowodów</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Zjawiska falowe</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>– wykorzystania światłowodów</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li> <li>• prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</li> <li>•</li> </ul>		

