WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI

Klasa druga - poziom rozszerzony

IV Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Łukowie

1. Co oceniamy w fizyce.

Przy przeprowadzaniu śródrocznej i rocznej klasyfikacji uczniów z fizyki należy brać pod uwagę następujące elementy świadczące o poziomie wykształcenia ucznia:

1. wiadomości teoretyczne dotyczące zjawisk, praw i wielkości fizycznych,
2. umiejętności: obserwacji, opisu i wyjaśniania zjawisk fizycznych (występujących zarówno w pracowni fizycznej, jak i w otoczeniu),
3. znajomość związków przyczynowo - skutkowych między zjawiskami fizycznymi,
4. umiejętność stosowania pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych,
5. umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych i wyciągania wniosków z obliczeń,
6. umiejętność planowania, wykonywania i opracowywania wyników eksperymentów laboratoryjnych,
7. umiejętność stawiania hipotez i wskazywania sposobów ich sprawdzania,
8. sposób formułowania własnych myśli, zarówno w formie ustnej, jak i pisemnej,
9. umiejętność czerpania informacji naukowych z literatury naukowej i popularnonaukowej,

filmów, programów komputerowych, obserwacji otoczenia oraz innych źródeł,

10. umiejętność krytycznej selekcji informacji oraz prezentowanie i uzasadnianie własnych

poglądów,

11. pozalekcyjne i pozaszkolne zainteresowanie problemami fizyki i techniki,

12. trwałość zdobytej wiedzy.

2. Zasady ogólne:

1. Na podstawowym poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania obowiązkowe(na stopień dopuszczający – łatwe, czyli wymagające prostych działań; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne, czyli nie stwarzające większych problemów); niektóre czynności ucznia mogą być wspomagane przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

2. Czynności wymagane na poziomach wymagań wyższych niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać samodzielnie (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

3. W wypadku wymagań na stopnie wyższe niż dostateczny uczeń wykonuje zadania dodatkowe (na stopień dobry - średnio trudne; na stopień bardzo dobry - trudne)

3. Wymagania na poszczególne oceny

Ocenę niedostateczną otrzymuje uczeń, który:

► nie opanował podstawowych pojęć i praw fizyki w stopniu pozwalającym na dalsze

zdobywanie wiedzy,

► popełnia poważne błędy, opisując zjawiska i podając wielkości fizyczne, które tych

zjawisk dotyczą.

Ocenę dopuszczającą otrzymuje uczeń, który:

► wykazuje braki w znajomości praw i zasad fizyki ujętych w podstawie programowej oraz popełnia błędy w przedstawianiu ich w formie słownej i matematycznej, błędy te jednak nie przekreślają dalszej możliwości kształcenia,

► wymienia zjawiska fizyczne ujęte w podstawie programowej i omawiane na lekcjach, lecz popełnia nieznaczne błędy w ich opisie,

► wymienia podstawowe wielkości fizyczne potrzebne do opisania poznanych zjawisk, ale popełnia błędy w ich definiowaniu,

► wybiera przyrządy do pomiaru poznanych wielkości fizycznych,

► rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

Ocenę dostateczną otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności na stopień dopuszczający, a ponadto:

► wyjaśnia niewykraczające poza podstawę programową zależności między wielkościami fizycznymi opisującymi zjawiska poznane na lekcjach,

► opisuje i wyjaśnia typowe zjawiska omawiane na lekcjach,

► opisuje wykonywane na lekcjach doświadczenia i ćwiczenia,

► rozwiązuje zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu

Ocenę dobrą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania przewidziane na stopień dostateczny, a ponadto:

► wyjaśnia ćwiczenia i pokazy wykonywane na lekcjach,

► prezentuje, analizuje i interpretuje wyniki doświadczeń, przewiduje wystąpienie określonych zjawisk na podstawie ogólnych zasad i praw fizyki,

► planuje czynności w celu wywołania zjawiska,

► rozwiązuje zadania obliczeniowe o średnim stopniu trudności.

Ocenę bardzo dobrą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

► stosuje poznane prawa do rozwiązywania nietypowych problemów występujących w otaczającej rzeczywistości,

► planuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające określoną tezę,

► wykorzystuje wiadomości i umiejętności z innych przedmiotów przy rozwiązywaniu problemów z fizyki,

► wykorzystuje wiadomości pochodzące ze środków masowego przekazu,

► rozwiązuje zadania obliczeniowe o zwiększonym stopniu trudności.

Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

► rozwiązuje trudne zadania problemowe, rachunkowe i doświadczalne wymagające łączenia różnych wymagań szczegółowych i ogólnych Podstawy programowej.

Klasa 2.

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych				
Uczeń:	**Uczeń:**	**Uczeń:**	**Uczeń:**	**Uczeń:**

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
• posługuje się pojęciem *ciśnienia* wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem • posługuje się pojęciem *gęstości* wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością • posługuje się pojęciami *ciśnienia hydrostatycznego* i *ciśnienia atmosferycznego* • posługuje się pojęciem *siły wyporu* oraz prawem Archimedesa dla cieczy i gazów • posługuje się pojęciami: *energia kinetyczna*, *temperatura*, *energia wewnętrzna*, *zero bezwzględne* • 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 *ciepła właściwego* 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: *ciepło właściwe*, *ciepło przemiany fazowej*, *bilans cieplny*; 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 *ciepła*	• stosuje pojęcie *ciśnienia* 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 *ciśnienia hydrostatycznego* i *ciśnienia atmosferycznego* do wyjaśniania zjawisk • stosuje w obliczeniach prawo Archimedesa • 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 • wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* w analizie bilansu cieplnego • opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie • 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 *ciepła parowania* i *ciepła topnienia* wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego • odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia • wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej* w analizie bilansu cieplnego	• 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 • [D]wyjaśnia, od czego zależy stabilność łodzi • opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach • [D]wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina • doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, [D]demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego • opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia • [D]opisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności • [D]wyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów) • 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	• rozwiązuje złożone zadania lub problemy: – związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesa – z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciem *ciepła właściwego* – 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 *Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych*	• rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: – związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesa – z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciem *ciepła właściwego* – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
właściwego i *ciepła przemiany fazowej* w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: – 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: – związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami *ciepła właściwego* – 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	• 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: – bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia – **bada proces wyrównywania temperatury ciał**, wyznacza ciepło 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: – związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą	• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): – 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: – związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami *ciepła właściwego* – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie • realizuje i prezentuje projekt *Fontanna Herona* opisany w podręczniku • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych*, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów		

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	– związane z pojęciami *ciepła właściwego* – 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 szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności: – ciśnienia – siły wyporu – przemian fazowych • dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
8. Termodynamika				
Uczeń: • podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: *mol*, *stała Avogadra*, *przemiany gazu* • opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego • podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii • posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; przedstawia związek między temperaturą a średnią	**Uczeń:** • 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; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów	**Uczeń:** • 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 przykładach i wykresach zależności $p(V)$ • analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej	**Uczeń:** • wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę • rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej • rozwiązuje złożone zadania lub problemy: – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona	**Uczeń:** • rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
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 swoich obserwacji i formułuje wniosek • rozwiązuje proste zadania lub problemy: – 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	• 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 *stałej gazowej*, 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 *ciepła molowego gazu* 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 • 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 *sprawności silnika cieplnego*, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii	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 związek 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 • 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 • [D]posługuje się pojęciem *współczynnika efektywności pompy cieplnej* • [D]analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski • [D]opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla	– 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 [D]wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – [D]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 rozdziału *Termodynamika*	w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz [D]wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – [D]dotyczące silników spalinowych – związane z drugą zasadą termodynamiki

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	• 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 • [D]podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; [D]oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego • 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: – 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 – [D]dotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie (V, p), a na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu – 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	• uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych • 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: – 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 – [D]dotyczące silników spalinowych – związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów		

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych • analizuje tekst *Fizyka nie tylko na lekcjach*, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań • dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
9. Ruch drgający				
Uczeń: • posługuje się pojęciami: *amplitudy*, *okresu* i *częstotliwości* 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: *położenia równowagi*, *wychylenia* i *amplitudy*; 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 *współczynnika sprężystości* i jego jednostką	**Uczeń:** • 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 *ruchu harmonicznego*; 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: *wychylenia, amplitudy*, *częstości kołowej*, *fazy* i *przesunięcia fazowego*; rozróżnia drgania o fazach zgodnych i fazach przeciwnych • analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu	**Uczeń:** • 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 wywoływany 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	**Uczeń:** • rozwiązuje złożone zadania lub problemy: – związane z ruchem drgającym – dotyczące opisu drgań harmonicznych – 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 zależności • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału *Ruch drgający*; formułuje i weryfikuje hipotezy	**Uczeń:** • [D]wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną poruszającego się w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie • [D]analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii od czasu w ruchu obciążnika zawieszonego na sprężynie • rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: – związane z ruchem drgającym – dotyczące opisu drgań harmonicznych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
• posługuje się pojęciem *wahadła matematycznego*, wyjaśnia, czym jest to wahadło, i wskazuje przykład, który jest jego dobrym przybliżeniem • 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: – związane z ruchem drgającym – dotyczące drgań harmonicznych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego – dotyczące energii w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, 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	drgającym harmonicznym, interpretuje wykresy tych zależności • 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 energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego, posługując się pojęciem *częstotliwości drgań własnych*; ilustruje to zjawisko na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: – bada ruch ciężarka na sprężynie; sporządza i interpretuje wykres $x(t)$ – obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu	obciążnika, z uwzględnieniem niepewności pomiaru • 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 • [D]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): – 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: – związane z ruchem drgającym – dotyczące opisu drgań harmonicznych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego		– dotyczące wahadła matematycznego – z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	– **demonstruje niezależność okresu drgań wahadła sprężynowego od amplitudy**; **bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny** – **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** – **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: – związane z ruchem drgającym – dotyczące drgań harmonicznych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego – dotyczące energii w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, 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 • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących treści rozdziału *Ruch drgający*, w szczególności: – ruchu drgającego i zjawisk okresowych – wahadeł i ich zastosowań – zjawiska rezonansu mechanicznego, jego przykładów i skutków	– związane z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia stwierdzenia i zależności • realizuje i prezentuje projekt *Figury Lissajous* opisany w podręczniku • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Ruch drgający*, w szczególności dotyczące: – ruchu drgającego i zjawisk okresowych – wahadeł i ich zastosowań – zjawiska rezonansu mechanicznego – jego przykładów i skutków; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań lub problemów		

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	• dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
10. Fale mechaniczne				
Uczeń: • wyjaśnia, czym jest fala mechaniczna; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciami *prędkości* i *energii fali* • posługuje się pojęciami: *amplitudy*, *okresu*, *częstotliwości* i *długości fali* 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 w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: *długości*, *częstotliwości* i *okresu fali*; 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	**Uczeń:** • posługuje się pojęciami: *źródło fali*, *impuls falowy*, *fala harmoniczna*; 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 • 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: *powierzchnia falowa*, *promień fali*; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości • analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych	**Uczeń:** • 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) • wyjaśnia różnice prędkości dźwięku w gazach, cieczach i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku w powietrzu od temperatury • wyjaśnia zależności natężenia harmonicznej 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 • [D]wyprowadza (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	**Uczeń:** • 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 piszczałce zamkniętej) i piszczałce otwartej • uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają • rozwiązuje złożone zadania lub problemy: – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal, wykorzystując wzór na funkcją 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 oraz sporządza wykresy; udowadnia podane zależności, wyprowadza wzory ilustrujące zależności fizyczne • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału *Fale mechaniczne*; formułuje i weryfikuje hipotezy	**Uczeń:** • [D]analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej • rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy: – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal, wykorzystując wzór na funkcją 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 – [D]związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
• wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: – 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: – 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 wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	• posługuje się pojęciem *natężenia fali* 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 punktowego źródła • wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka • podaje i interpretuje prawo załamania fal; posługuje się pojęciem *współczynnika załamania ośrodka* • 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 • [D]posługuje się pojęciami: *barwa* i *widmo dźwięku*, *częstotliwość podstawowa*, *składowe harmoniczne*; podaje różnicę proporcji składowych harmonicznych jako przyczynę różnej barwy dźwięków • 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 fale stojące na strunie i w słupie powietrza – w piszczałce zamkniętej i piszczałce otwartej; przedstawia i objaśnia schemat ich powstawania; [D]podaje wzory na częstotliwość wytwarzanych fal • 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 • [D]podaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku • [D]posługuje 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 • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) dotyczących: – 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: – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal		

Ocena				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	• 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 *natężenia dźwięku* wraz z jego jednostką – $(\frac{W}{m^2})$, oraz [D]pojęciem *poziomu natężenia dźwięku* wraz z jego jednostką – dB • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: – 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 – 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: – 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,	– 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 – [D]związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie 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 *Fale mechaniczne*, w szczególności: – 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				
dopuszczająca	**dostateczna**	**dobra**	**bardzo dobra**	**celująca**
	analizuje i interpretuje wykresy; uwzględnia niepewności pomiarów; uzasadnia odpowiedzi • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczącymi treści rozdziału *Fale mechaniczne*, w szczególności fal dźwiękowych • analizuje tekst *Muzykalne owady i biologiczny termometr*; 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			