

2 Rozkład materiału nauczania (propozycja)

Rozkład materiału uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej. Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką. Symbolem ^D oznaczono treści fakultatywne i spoza podstawy programowej. W związku z uszczupleniem przez MEN podstawy programowej w rozkładzie materiału zwiększyła się liczba godzin na realizację obowiązkowych zagadnień. Uzyskane w ten sposób dodatkowe godziny pozostają do dyspozycji nauczyciela w trakcie roku szkolnego. Zgodnie z założeniami MEN: *ograniczony zakres treści nauczania – wymagań szczegółowych – da nauczycielom i uczniom więcej czasu na spokojniejszą i bardziej dogłębną realizację programów nauczania.*

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
7. WSTĘP DO ZJAWISK CIEPLNYCH (12 godzin)					
1	7.1. Częsteczki i temperatura	posługuje się pojęciami: energia kinetyczna, temperatura, energia wewnętrzna, zero bezwzględne posługuje się skalami temperatur Kelvina i Celsjusza oraz korzysta z zależności zachodzącej między nimi zna podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii oraz posługuje się założeniami tej teorii opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną, stosuje go do obliczeń rozwiązuje zadania i problemy, wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II szczegółowe: I.1, I.7, VI.2, VI.3, ponadto: I.1, I.6, I.7, III.3, IV.1, IV.2, IV.3 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 10–11) - dyskusja - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 6–10 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 9) - infografika <i>Temperatury we Wszechświecie</i> (podręcznik, s. 8–9) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dla nauczyciela.pl – scenariusz <i>Cząsteczki i temperatura</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
2 i 3	7.2. Ciepło	rozdziela przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy przeprowadza doświadczenia: bada proces wyrównywania temperatury ciał, wyznacza ciepło właściwe cieczy; sporządza i interpretuje wykresy $T(t)$; analizuje wyniki posługuje się pojęciem ciepła właściwego wraz z jego jednostką rozdziela i omawia formy przekazywania ciepła (przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie cieplne) rozwiązuje zadania lub problemy związane z pojęciem ciepła właściwego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III szczegółowe: I.1, I.5, I.16, VI.2, VI.3, VI.5, VI.17b ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, IV.1, IV.4 – II etap edukacyjny	- pogadanka - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, tabel, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 17–18) - doświadczenia (podręcznik, doświadczenia 1.–2., s. 12, 15) - odwrotna lekcja (uczniowie prezentują wyniki doświadczenia) - dyskusja - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań	- podręcznik - garnek, metalowy kubek, termometr, stoper, elektroniczna waga kuchenna, czajnik elektryczny - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 12–17 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 14) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
4 i 5	7.3. Przemiany fazowe	analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej przeprowadza doświadczenia: demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej, wyznacza ciepło parowania wody, demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; analizuje wyniki	ogólne: I, II, III szczegółowe: I.10, I.11, I.12, VI.4, VI.6, VI.7, VI.17c ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9,	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia uczniowskie (podręcznik, doświadczenia 3.–5., s. 20, 25, 28) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tabel, infografik, opisów	- podręcznik - kostki lodu, woreczek foliowy, tłuczek do mięsa, deska do krojenia, kubek, termometr, waga kuchenna, grzałka elektryczna, strzykawka o poj. 20 cm³ - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 19–28 lub inne) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 21)

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia posługuje się pojęciami: ciepło właściwe, ciepło parowania i ciepło topnienia wraz z ich jednostką oraz wykorzystuje te pojęcia; wymienia szczególne własności wody i ich znaczenie dla życia na Ziemi omawia własności ciał krystalicznych i bezpostaciowych odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia; opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego rozwiązuje zadania i problemy związane z przemianami fazowymi; przeprowadza obliczenia liczbowe	IV.5, IV.8a – II etap edukacyjny	doświadczeń, przykładu rozwiązywania zadania (s. 28–29) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – opracowanie wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań) - odwrócona lekcja (uczniowie prezentują wyniki pracy własnej) - dyskusja	- ramka <i>Przemiany fazowe</i> (podręcznik, s. 24) - diagram (podręcznik, s. 26) - infografika <i>Kryształy</i> (podręcznik, s. 23), <i>Gejzery</i> (podręcznik, s. 27) - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2
6, 7 i 8	7.4. Bilans cieplny	posługuje się pojęciami: ciepło właściwe, ciepło przemiany fazowej, bilans cieplny; objaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego doświadczalnie bada wykorzystanie bilansu cieplnego; opracowuje wyniki doświadczenia, korzystając z bilansu cieplnego, analizuje je z uwzględnieniem niepewności pomiaru rozwiązuje zadania i problemy związane z bilansem cieplnym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: II, III, V szczegółowe: I.10, I.11, I.12, I. 13, I.14, I.15, VI.5, VI.17b ponadto: I.1, I.3, I.4, I.5, I.6, I.9 – II etap edukacyjny	- pogadanka - doświadczenie (podręcznik, doświadczenie 6., s. 33–34) - praca z podręcznikiem – analiza opisu doświadczenia, <i>Jest na to sposób</i> oraz przykładów rozwiązań zadań (s. 36–37) - dyskusja - ćwiczenia uczniowskie – opracowanie wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań	- podręcznik - waga, kubek, stalowa nakrętka, termometr, kombinerki - kalkulator <i>Jest na to sposób</i> (podręcznik, s. 31–32) - ramka <i>Niepewność pomiaru różnicy dwóch wielkości</i> (podręcznik, s. 35) - tablice fizyczne - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2
9 i 10	7.5. Rozszerzalność cieplna	przeprowadza doświadczenia: bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza); demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy oraz wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości ^Dwyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi rozwiązuje zadania lub problemy związane z rozszerzalnością cieplną; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz z zachowaniem liczby cyfr znaczących	ogólne: I, III szczegółowe: I.7, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16, I.17, VI.1, VI.7, VI.17a ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.9, IV.3, V.1 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia uczniowskie (podręcznik, doświadczenia 7.–8., s. 38, 39) - praca z podręcznikiem – analiza opisów doświadczeń, ilustracji i infografiki - dyskusja - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań)	- podręcznik - szklana butelka, szklana lub plastikowa rurka, plastelina, miska, barwnik, przewód miedziany, stalowa nakrętka, zapalniczka - ilustracje (podręcznik, s. 38–40 lub inne) - infografika <i>Rozszerzalność cieplna ciał stałych</i> (podręcznik, s. 42–43) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - kalkulator

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
11	Powtórzenie (Wstęp do zjawisk cieplnych)	realizuje i prezentuje projekt <i>Jak łatwiej zaobserwować rozszerzalność cieplną</i> opisany w podręczniku (lub inny)	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.1, I.5, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16, I.17, VI.1, VI.2, VI.3, VI.4, VI.5, VI.6, VI.7, VI.17a–c ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, III.3, IV.1, IV.2, IV.3, IV.4, IV.5, IV.8a, V.1 – II etap edukacyjny	- odwrocona lekcja (uczniowie prezentują projekt i efekty pracy własnej) - pogadanka – co o zjawiskach cieplnych - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- opis projektu <i>Jak łatwiej zaobserwować rozszerzalność cieplną</i> (podręcznik, s. 44) - podręcznik - własne notatki - zadania, testy (podręcznik, s. 49–50, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, dla nauczyciela.pl, generator cz. 2) - kalkulator - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych
		syntetyzuje wiedzę o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych			
		stosuje zdobytą wiedzę o zjawiskach cieplnych do rozwiązywania zadań i problemów			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących wstępu do zjawisk cieplnych – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia wymaganych osiągnięć w tym zakresie			
12	Sprawdzian (Wstęp do zjawisk cieplnych)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych.	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.1, I.5–I.7, I.10–I.17, VI.1–VI.7, VI.17a–c	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)
8. TERMODYNAMIKA (18 godzin)					
13 i 14	8.1. Badanie przemian gazu	wymienia wielkości opisujące gaz; posługuje się pojęciami: mol, stała Avogadra, przemiany gazu	ogólne: I, II, III szczegółowe: I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, VI.1, VI.3, VI.9 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, IV.2, V.1, V.2, V.3, V.4 – II etap edukacyjny	- pogadanka - doświadczenia (podręcznik, doświadczenia 9.–10., s. 54, 56) - praca z podręcznikiem – analiza opisów doświadczeń, ilustracji, przykładu rozwiązania zadania (s. 58–60) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – opracowanie wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań) - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują wyniki pracy własnej) - dyskusja	- podręcznik 2 strzykawki o poj. 20 cm³, linijka, termometr, waga kuchenna - ilustracje (podręcznik, s. 52–57 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 57) - ramka <i>Zmiana temperatury i ciśnienia</i> (podręcznik, s. 57) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - kalkulator - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych
		rozdziela przemiany: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną gazów; wskazuje przykłady przemian występujących w otaczającej rzeczywistości			
		przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada przemianę izotermiczną i izobaryczną; sporządza i interpretuje wykresy $p(V)$, $V(T)$; przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, formułuje wnioski			
		określa zależności opisujące przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną) i stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów			
		analizuje wykresy przemian gazu doskonałego (przemiany izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej)			
		rozwiązuje zadania dotyczące przemian gazu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
15 i 16	8.2. Równanie Clapeyrona	opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.8, I.9, I.19, VI.3, VI.9, VI.10, VI.11, VI.13 ponadto: I.1, I.6, I.7, IV.2, V.2, V.3 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tabeli <i>Równanie Clapeyrona i wykresy przemian gazowych</i>, <i>generator</i>	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 61–63 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 62) - tabela (podręcznika, s. 63) - ramka <i>Wyrowadzenie równania Clapeyrona</i> (podręcznik, s. 64–65)
		zna oraz p_0 wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem stałej gazowej wraz z jej jednostką			
		stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		- przykładu rozwiązania zadania (s. 66) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
17 i 18	8.3. Przemiany gazu doskonałego	zna pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów analizuje wykresy przemian gazu doskonałego oraz przedstawia przemiany gazowe na wykresach stosuje równanie Clapeyrona do wyznaczenia parametrów gazu rozwiązuje zadania i problemy dotyczące przemian gazu doskonałego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II szczegółowe: I.1, I.6, I.8, I.19, VI.1, VI.2, VI.3, VI.8, VI.11, VI.12 ponadto: I.1, I.2, I.5, I.7, I.8 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji (s. 69, 70), tabel i przykładu rozwiązania zadania (s. 74) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 69–72 lub inne) - ramka <i>Przemiany gazowe w układzie (V, p)</i> (podręcznik, s. 69) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 73) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - kalkulator
19 i 20	8.4. Ciepło w przemianach gazowych	posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu wraz jego jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości wykazuje i interpretuje oraz stosuje do obliczeń związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej rozwiązuje zadania i problemy związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej; prowadzi obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.3, I.8, VI.2, VI.8, VI.11, VI.12, VI.13 ponadto: I.1, I.2, I.6, I.7, III.1, V.3 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, diagramu i przykładu rozwiązania zadania (s. 80–81) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 77, 80 lub inne) - Przypomnij sobie <i>Praca</i> (podręcznik, s. 79) - diagram (podręcznik, s. 77) - ramka <i>Praca przy rozprężaniu gazu</i> (podręcznik, s. 80) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
21 i 22	8.5. Praca a wykresy przemian gazowych	wie, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w dowolnej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie (V, p) oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę gazową interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy od kolejności przemian, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy oblicza ciepło pobrane i oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany i pierwszej zasady termodynamiki	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.3, I.8, VI.2, VI.3, VI.12 ponadto: I.1, I.2, I.6, I.7, I.8 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, przykładu w <i>Jest na to sposób</i> (s. 87–88) i przykładu rozwiązania zadania (s. 89–90) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań)	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 84–86 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 86) - ramka <i>Praca w przemianach gazowych</i> (podręcznik, s. 85) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania i problemy związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		dyskusja	kalkulator
23 i 24	8.6. Silniki cieplne	wie, co to jest silnik cieplny, objaśnia schemat silnika cieplnego, wskazuje przykłady wykorzystania silników cieplnych analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych wie, co to jest cykl termodynamiczny, analizuje przedstawione cykle termodynamiczne posługuje się pojęciem sprawności silnika cieplnego, oblicza sprawność silników cieplnych rozwiązuje zadania obliczeniowe lub problemowe związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.3, I.8, VI.2, VI.14, VI.15 ponadto: I.1, I.6, I.7 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, cyklu termodynamicznego (s. 94) oraz obliczenia sprawności przykładowego silnika cieplnego (s. 93–94), analiza przykładowego rozwiązania zadania (s. 98–99) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 92–97 lub inne) - ramki <i>Cykl termodynamiczny, Sprawność silnika – jaka praca i jakie ciepło</i> (podręcznik, s.94, 95) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 95) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dlanauczyciela.pl – scenariusz <i>Silniki cieplne</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
25	8.7. Pompy ciepła	wie, co to jest pompa ciepła, objaśnia schemat pompy cieplnej, wskazuje i opisuje przykłady wykorzystania pomp cieplnych wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu (sprawdza temperaturę różnych elementów z tyłu lodówki), wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych posługuje się pojęciem współczynnika efektywności pompy cieplnej, rozróżnia i oblicza ten współczynnik w przypadku chłodzenia i ogrzewania za pomocą pompy cieplnej rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące pomp cieplnych; prowadzi obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III, IV szczegółowe: I.1, I.3, I.8, I.19, VI.2, VI.14 ponadto: I.1, I.3, I.6, I.7, VI.10 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenie (podręcznik, doświadczenie 11. s. 101) - praca z podręcznikiem – analiza infografiki (s. 104–105) i ilustracji - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - odwrotna lekcja - dyskusja	- podręcznik - lodówka - ilustracje, infografika <i>Pompy ciepła</i> (podręcznik, s. 102–105 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 103) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dlanauczyciela.pl – scenariusz <i>Pompy ciepła</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
26	8.8. Druga zasada termodynamiki	rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne oraz podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości zna drugą zasadę termodynamiki, przedstawia ją w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych, wykazuje równoważność obu sformułowań interpretuje drugą zasadę termodynamiki, wykazuje jej statystyczny charakter	ogólne: I, II, III, IV szczegółowe: I.1, I.16, I.17, I.18, I.19, VI.2, VI. 15, VI.16 ponadto: I.1, I.3, I.4, I.6, IV.1 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, ramek i opisu doświadczenia 12. (s. 111) - doświadczenie (pokaz)	- podręcznik 10 monet - ilustracje (podręcznik, s. 109–112 lub inne) - ramki <i>Procesy odwracalne, Druga zasada dynamiki i silniki cieplne</i> (podręcznik, s. 109, 110)

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania obliczeniowe lub zadania problemowe związane z drugą zasadą termodynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		- ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dlanauczyciela.pl – scenariusz <i>Druga zasada termodynamiki</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
27 i 28	Powtórzenie (Termodynamika)	analizuje tekst <i>Ciepło i energia</i> (lub inny), wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań (lub problemów)	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.1, I.3, I.6, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16, I.17, I.18, I.19, VI.1, VI.2, VI.3, VI.8, VI.9, VI.10, VI.11, VI.12, VI.13, VI.14, VI.15, VI.16 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, IV.1, IV.2, V.1, V.2, V.3, V.4, VI.10 – II etap edukacyjny	- pogadanka – co wiemy z termodynamiki - analiza tekstu i przykładów rozwiązań zadań (s. 113–124) - odwrotna lekcja (uczniowie prezentują wyniki analizy tekstu) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - własne notatki - tekst <i>Ciepło i energia</i> (podręcznik, s. 113–114) lub inny - zadania, testy (podręcznik, s. 122–124, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, dlanauczyciela.pl, generator cz. 2) - karty pracy - kalkulator - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych
		dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
		stosuje nabytą wiedzę i umiejętności do rozwiązywania zadań obliczeniowych i problemowych dotyczących termodynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących termodynamiki – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia wymaganych osiągnięć w tym zakresie			
29 i 30	Sprawdzian (Termodynamika)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych.	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.1, I.3, I.6, I.8–I.19, VI.1–VI.3, VI.8–VI.16	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)
9. BRYŁA SZTYWNA (18 godzin)					
31 i 32	9.1. Ruch bryły sztywnej	wie, co to jest bryła sztywna; stosuje pojęcie bryły sztywnej; zna granice stosowalności modeli punktu materialnego i bryły sztywnej	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.5, I.19, III.2 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, 6, I.9 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia – pokaz lub w grupach – obserwacja ruchu rzuconego przedmiotu (doświadczenie 13., podręcznik, s. 132) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki <i>Ruch złożony bryły sztywnej</i>, opisów doświadczeń, przykładu rozwiązania zadania	- podłużny przedmiot, np. flamaster, kolorowy papier - podręcznik - ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 126–134, lub inne) - diagramy (podręcznik, s. 127, 132) - ramka <i>Środek masy i wektor jego położenia</i> (podręcznik, s. 133) - przypomnij sobie <i>Ruch po okręgu</i> (podręcznik, s. 128) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 134) - infografika <i>Ruch złożony bryły sztywnej</i> (podręcznik, s. 130–131)
		rozdziela ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej; opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątowej, przyspieszenia kątowego, okresu, częstotliwości			
		doświadczalnie demonstruje lub bada ruch bryły sztywnej; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu			
		zna pojęcie środka masy i posługuje się nim; wyznacza położenie środka masy bryły lub układu ciał			
		wykorzystuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał; uzasadnia ten wzór			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		(podręcznik, s. 135–136) • ćwiczenia – indywidualnie lub w grupach – opisywanie wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań • dyskusja	- Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
33 i 34	9.2. Siły powodujące ruch obrotowy	doświadczalnie bada zachowanie się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił; przedstawia wyniki doświadczeń, wyciąga wnioski; analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.5, I.10, I.19, III.2, III.3 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, II.10, II.14, II.15 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia – pokaz lub indywidualnie (doświadczenia 14.–15., zadanie 5., podręcznik, s. 137, 139, 142) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 141–142) - ćwiczenia – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- gruba tektura - podręcznik - ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 137–141, lub inne) - diagram (podręcznik, s. 138) - ramka <i>Siła tarcia a tocznienie</i> (podręcznik, s. 139) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		umie wyjaśnić co się dzieje, jeżeli przyłożymy do bryły parę sił (skutki działania sił)			
		doświadczalnie bada działanie dźwigni dwustronnej; przedstawia wyniki doświadczeń, wyciąga wnioski			
		posługuje się pojęciem momentu sił (wraz z jednostką); wyznacza moment siły i określa jego cechy			
		stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentów sił; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
35 i 36	9.3. Moment siły – przypadek ogólny	omawia szczególne przypadki momentu sił: względem środka masy i względem jednej osi wokół może ciało się obracać	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.5, I.19, III.2, III.3 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, II.10, II.14, II.15 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki, informacji w ramce, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 149–150) - ćwiczenia – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- podręcznik - ilustracje, zdjęcia (podręcznika, s. 143–149) - infografika <i>Dźwignie wokół nas i w nas</i> (podręcznik, s. 246–247) - ramka <i>Momenty sił – ale jakie?</i> (podręcznik, s. 148) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		umie określać kierunek i zwrot momentu sił w przypadku ogólnym (reguła śruby prawoskrętnej); zna pojęcie ramienia siły			
		określa moment sił względem dowolnego punktu i wykazuje, że wybór punktu nie ma wpływu na otrzymany moment sił			
		określa warunek równowagi bryły sztywnej			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
37 i 38	9.4. Siła ciężkości działająca na bryłę	wie, co to jest środek masy; doświadczalnie wyznacza środek masy ciał płaskich; przedstawia wyniki doświadczeń, wyciąga wnioski	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.19, III.1, III.3 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, II.17, III.3 – II etap edukacyjny	• pogadanka • doświadczenia – w grupach lub indywidualnie (doświadczenia 16.–17., zadanie 6., podręcznik, s. 152, 158, 160) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki, opisów doświadczeń, tekstu, <i>Jest na to sposób</i> i przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 159) • odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej) • ćwiczenia – rozwiązywanie zadań • dyskusja	• kawałki tektury różnych kształtów, nici, ciężarki, szpilki • podręcznik • ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 152–158 lub inne) • <i>Jest na to sposób</i> (podręcznik, s. 154–155) • infografika <i>Równowaga bryły sztywnej</i> (podręcznik, s. 156–157) • Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 • Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator
		omawia związek środka masy z warunkiem równowagi bryły sztywnej			
		analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu; analizuje zmiany energii potencjalnej podczas obracania ciała			
		opisuje wpływ położenia środka masy na stabilność ciała; wskazuje sposoby zwiększania stabilności ciała			
		umie wyznaczyć doświadczalnie środek masy zawieszonego ciała			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
39 i 40	9.5. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym	posługuje się pojęciem momentu bezwładności (wraz z jednostką) jako wielkości zależnej od rozkładu mas	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.3, I.19, III.5, III.8b ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, III.3 – II etap edukacyjny	• pogadanka z elementami wykładu • doświadczenie – w grupach lub indywidualnie (doświadczenie 18., podręcznik, s. 161) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisu doświadczenia, tabeli: <i>Momenty bezwładności brył</i>, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 166, 167) • ćwiczenia – rozwiązywanie zadań indywidualnie lub w grupach • dyskusja	• nici, klamery do bielizny, zapalki • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 162–165, lub inne) • diagram (podręcznik, s. 163) • ramka <i>Moment bezwładności zależy od osi obrotu</i> (podręcznik, s. 164) • tekst <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 165) • tabela <i>Momenty bezwładności brył</i> (podręcznik, s. 165) • Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 • film <i>Moment bezwładności</i> • Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator
		doświadczalnie bada ruch ciał o różnych momentach bezwładności			
		wie, od czego zależy energia kinetyczna w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej			
		oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy			
		porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o jednorodnej gęstości i wybranych kształtach			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z energią ruchu bryły sztywnej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
41 i 42	9.6. Zasady dynamiki w ruchu obrotowym	posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego (wraz z jednostką); wie, od czego zależy przyspieszenie kąowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej zna i stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego; wykorzystuje w obliczeniach związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kąowym do obliczeń analizuje na wybranym przykładzie zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły zna i stosuje pierwszą i trzecią zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego porównuje ruch postępowy i obrotowy, zna podobieństwa i różnice rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentu bezwładności i stosowaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.19, III.4, III.6, III.8b ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, II.15 – II etap edukacyjny	• pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, <i>Jest na to sposób</i> • ćwiczenia – rozwiązywanie zadań indywidualnie lub w grupach • dyskusja	• podręcznik • ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 169, lub inne) • <i>Jest na to sposób</i> (podręcznik, s. 170–171) • diagram (podręcznik, s. 172) • Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 • film <i>Bezwładność staczającej się kuli/walca/ pierścienia</i> • Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator
43 i 44	9.7. Moment pędu	posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego i bryły (wraz z jednostką); stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kąową zna zasadę zachowania momentu pędu, wykorzystuje ją do analizowania ruchu obrotowego układu ciał wokół ustalonej osi i wyjaśniania zjawisk oraz do obliczeń doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz wyciąga wnioski wskazuje i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w otoczeniu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych) opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy; wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, III.6, III.7, III.8a ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.9 – II etap edukacyjny	• pogadanka z elementami wykładu • doświadczenia – pokaz, w grupach lub indywidualnie (doświadczenia 19.–20., zadanie 5., podręcznik, s. 176, 177, 183) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, infografiki, tekstów <i>Zastosowania żyroskopu</i>, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 181–182) • ćwiczenia – opracowanie wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań indywidualnie lub w grupach • odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej, w tym analizy tekstów) • dyskusja	• hantle, krzesło obrotowe, pojemnik (walec), gumka recepturka, ciężarek, magnes, koło rowerowe • podręcznik • ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 174–180, lub inne) • infografika <i>Zasada zachowania momentu pędu</i>, s. 274–275) • ramka <i>Zastosowania żyroskopu</i> (podręcznik, s. 180) • Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 • film <i>Zasada zachowania momentu pędu</i> • dlanauczyciela.pl – scenariusz <i>Moment pędu</i> • Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
45 i 46	Powtórzenie (Bryła sztywna)	realizuje i prezentuje projekt <i>Analiza ruchu: jo-jo</i> opisany w podręczniku (lub własny)	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.5, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.19, III.1, III.2, III.3, III.4, III.5, III.6, III.7, III.8a–b ponadto: I.1, I.2, I.6, I.7, I.8, II.10, II.14, II.15, II.17, III.3 – II etap edukacyjny	- odwrócona lekcja (uczniowie prezentują projekt: <i>Analiza ruchu: jo-jo</i>) - pogadanka – co wiemy o bryle sztywnej - ćwiczenia – rozwiązywanie zadań indywidualnie lub w grupach - dyskusja - samodzielna praca uczniów – pisemny test (sprawdzian) wiedzy o bryle sztywnej	- opis projektu <i>Analiza ruchu: jo-jo</i> (podręcznik, s. 184) - podręcznik - zadania, testy (podręcznik, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, cz. 2, dla nauczyciela.pl, generator cz. 2 lub inne) - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator - własne notatki
		syntetyzuje wiedzę o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
		stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących bryły sztywnej			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących bryły sztywnej; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) określa i ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie			
47 i 48	Sprawdzian (Bryła sztywna)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych.	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1–I.3, I.5, I.10–I.15, I.19, III.1–III.7, III.8a–b	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)
10. RUCH DRGAJĄCY (13 godzin)					
49	10.1. Badanie ruchu drgającego	posługuje się pojęciami: amplituda, okres i częstotliwość do opisu ruchu okresowego wraz z jednostkami; wskazuje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości	ogólne: I, III, IV szczegółowe: I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, V.3 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, VIII.1, VIII.8a – II etap edukacyjny	- pogadanka - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki i opisu doświadczeń 21. i 22. - ćwiczenia uczniowskie – opracowanie wyników doświadczenia, sporządzenie wykresu, rozwiązywanie zadań - odwrócona lekcja (prezentacja wyników) - dyskusja	- podręcznik - statyw, sprężyna, ciężarek, miarka z zerem pośrodku, kamera - ilustracje (podręcznik, s. 192–195) - infografika <i>Zjawiska okresowe</i> (podręcznik, s. 196) - kalkulator - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2
		opisuje i analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: położenie równowagi, wychylenie i amplituda; podaje przykłady takiego ruchu			
		przeprowadza doświadczenia, korzystając z jego opisu: bada ruch ciężarka na sprężynie; opracowuje i analizuje wyniki, sporządza i interpretuje wykres $x(t)$, formułuje wnioski			
		analizuje zależność położenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym oraz interpretuje wykres tej zależności; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie wykresu zależności $x(t)$			
		rozwiązuje zadania związane z ruchem drgającym; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia			
50	10.2. Prawo Hooke’a	posługuje się pojęciem siły sprężystości; wie, od czego zależy siła sprężystości	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.2, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.14, V.1	- pogadanka - doświadczenie – w grupach lub indywidualnie	- podręcznik - statyw, sprężyna, ciężarki, linijka - ilustracje (podręcznik, s. 198–200)
		opisuje i wykazuje doświadczalnie proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości (wraz z jednostką)			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; zna zakres stosowalności prawa Hooke’a	ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, II.11 – II etap edukacyjny	(doświadczenie 23. podręcznik, s. 198) • praca z podręcznikiem – analiza wykresów, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 200–201) • ćwiczenia uczniowskie – opracowywanie wyników doświadczenia, sporządzanie wykresu, rozwiązywanie zadań • dyskusja	- ramka <i>Współczynnik sprężystości</i> (podręcznik, s. 199) - kalkulator - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2
		rozróżnia siłę działającą na sprężynę a siłę sprężystości			
		rozwiązuje zadania lub problemy korzystając z prawa Hooke’a; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych; przeprowadza obliczenia			
51 i 52	10.3. Drgania harmoniczne	posługuje się pojęciem ruchu harmonicznego; podaje przykłady takiego ruchu; rozróżnia ruch harmoniczny i nieharmoniczny	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.7, I.19, V.3, V.4 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, VIII.1 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenie 24. (podręcznik, s. 203) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisu doświadczenia 24., dodatku matematycznego 6 i przykładu rozwiązania zadania (s. 210–211) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań, rysowanie (szkicowanie) wykresów zależności $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ dla ruchu harmonicznego - dyskusja	- podręcznik - lampka biurkowa, nić, plastikowa szpulka po plastrze, gwóźdź, plastelina, ołówek, palnik, kombinerki - ilustracje (podręcznik, s. 202–209 lub inne) - dodatek matematyczny 6 (podręcznik, s. 393) - Zbiór zadań cz. 2 - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dlaNauczyciela.pl – scenariusz <i>Drgania harmoniczne</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		przeprowadza doświadczenie (obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu), korzystając z jego opisu			
		zna i stosuje do obliczeń wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym			
		opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: wychylenie, amplituda, częstość kołowa i przesunięcie fazowe; rozróżnia drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych			
		analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności			
		rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego			
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące drgań harmonicznnych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem lub tablicami			
53 i 54	10.4. Wahadło sprężynowe	opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką	ogólne: I, II, III, V szczegółowe: I.1, I.7, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, V.1, V.2, V.5, V.8a, V.8c ponadto: I.1, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, II.11 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenie 25. (podręcznik, s. 217) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tabel, opisu doświadczenia i przykładu rozwiązania zadania (s. 222–223) - ćwiczenia uczniowskie – opracowanie i analiza wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań	- podręcznik - sprężyny o różnych współczynnikach sprężystości, statyw, obciążniki, linijki - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 213–221 lub inne) - ramki <i>Drgania w poziomie, Siły działające na wahadło sprężynowe, Zależność okresu drgań od utamka m/k, Wykresy opisujące ruch harmoniczny obciążnika zawieszonego na sprężynie</i> (podręcznik, s. 213, 215, 220, 221) - diagram (podręcznik, s. 218)
		analizuje ruch pod wpływem siły sprężystości			
		doświadczalnie demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny; przedstawia i analizuje wyniki, formułuje wnioski			
		zna i stosuje do obliczeń wzór na okres wahadła sprężynowego (zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny)			
		analizuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$, $F(t)$			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące ruchu ciała na sprężynie; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		- odwrocona lekcja (prezentacja wyników) - dyskusja	- Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
55 i 56	10.5. Wahadło matematyczne	posługuje się pojęciem wahadła matematycznego, opisuje jego ruch jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje doświadczalnie demonstruje, że okres drgań wahadła nie zależy od amplitudy małych drgań; bada zależność okresu małych drgań od masy i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego; przedstawia i opracowuje wyniki doświadczeń, uwzględnia niepewności pomiarów, formułuje wnioski zna, interpretuje i stosuje do obliczeń zależność okresu małych drgań wahadła matematycznego od jego długości; wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych na temat wahadeł i ich zastosowań rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące wahadła matematycznego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.7, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.19, V.3, V.4, V.5, V.8a, V.8e ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, VIII.1, VIII.8a – II etap edukacyjny	- pogadanka - doświadczenia 26 i 27 (podręcznik, s. 226, 231) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, zadanie 5, tabel, infografiki i przykładu rozwiązania zadania (s. 233–234) - ćwiczenia uczniowskie – opracowanie i analiza wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań - odwrocona lekcja (prezentacja wyników doświadczeń) - dyskusja	- stalowa nakrętka, bawełniane nici, taśma miernicza - podręcznik - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 225–231 lub inne) <i>Przypomnij sobie: Rozkładanie siły na składowe</i> (podręcznik, s. 228) - infografika <i>Wykres ruchu harmonicznego a ruch wahadła</i> (podręcznik, s. 232) - diagramy (podręcznik, s. 227, 230) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 231) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
57 i 58	10.6. Energia w ruchu harmonicznym	rozdziela energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i energię całkowitą; zna i stosuje zasadę zachowania energii oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii analizuje przemiany energii w ruchu harmonicznym ciała na sprężynie (w poziomie) oraz w ruchu wahadła matematycznego rysuje i analizuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia analizuje przemiany energii podczas ruchu obciążnika na sprężynie (w pionie), objaśnia wykres przemian jego energii rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.18, I.19, V.6 ponadto: I.1, I.2, I.6, I.7, I.8 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i ich opisów oraz przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 242–243) - ćwiczenia uczniowskie (rozwiązywanie zadań lub problemów) - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 237–241 lub inne) - ramki <i>Przemiany energii w ruchu wahadła, Przemiany energii w ruchu harmonicznym</i> (podręcznik, s. 239, 241) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - karty pracy dlaNauczyciela.pl – scenariusz <i>Energia w ruchu harmonicznym</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
59	10.7. Rezonans	omawia zjawisko rezonansu, posługując się pojęciem częstotliwości drgań własnych; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu	ogólne: I, II, III, IV szczegółowe: I.7, I.17, I.18, V.7, V.8d	- pogadanka - doświadczenie 28. – w grupach lub indywidualnie	- podręcznik - gumka recepturka, ciężarek - ilustracje (podręcznik, s. 244–248 lub inne)

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		przeprowadza doświadczenia: demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego ; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski	ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, VIII.1, VIII.8a – II etap edukacyjny	- i zadanie 1 (podręcznik, s. 244, 249) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, infografiki - ćwiczenia uczniowskie (opracowanie i analiza wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań) - odwrocona lekcja - dyskusja	- diagram (podręcznik, s. 245) - infografika <i>Rezonans</i> (podręcznik, s. 246) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych na temat skutków rezonansu			
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
60	Powtórzenie (Ruch drgający)	realizuje i prezentuje projekt <i>Figury Lissajous</i> opisany w podręczniku (lub inny)	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.2, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.18, I.19, V.1, V.2, V.3, V.4, V.5, V.6, V.7, V.8a–e ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, II.11, VIII.1, VIII.8a – II etap edukacyjny	- pogadanka – co wiemy o ruchu drgającym - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują projekt i efekty pracy własnej) - praca z podręcznikiem – analiza przykładów rozwiązań zadań (s. 254–256) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - opis projektu <i>Figury Lissajous</i> (podręcznik, s. 250–251) - komputer - karty pracy - zadania, testy (podręcznik, s. 256–258, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, dlanauczyciela.pl, generator cz. 2) - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
		stosuje nabytą wiedzę i umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących ruchu drgającego; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących ruchu drgającego – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia wymaganych osiągnięć w tym zakresie			
61	Sprawdzian (Ruch drgający)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych.	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.2, I.4, I.6–I.15, I.18, I.19, V.1–V.7, V.8a–e	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)
11. FALE (14 godzin)					
62	11.1. Fale mechaniczne	posługuje się pojęciami: impuls falowy, fala mechaniczna, fala harmoniczna, prędkość rozchodzenia się fali i energia fali; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii	ogólne: I, II, III szczegółowe: I.10, I.11, I.18, X.1, X.13 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, VIII.2 – II etap edukacyjny	- pogadanka - doświadczenia (pokaz, w grupach lub indywidualnie) – doświadczenia 29.–32. i zadanie 5 (podręcznik, s. 261, 262, 263, 265 i 268) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- podręcznik - prostokątne naczynie, kawałek korka, lampę, układ wahadeł połączonych sprężynami, kamera, stalowy pręt, imadło, kulka, młotek - ilustracje (podręcznik, s. 261–266 lub inne) - ramki <i>Rozchodzenie się fali na sprężynie z ciężarkami</i>, <i>Porównanie fal: podłużnej i poprzecznej</i> (podręcznik, s. 262, 264) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 267)
		przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym; przedstawia, analizuje i objaśnia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski			
		rozróżnia fale poprzeczne i podłużne, podaje ich przykłady i opisuje mechanizm powstawania; zna i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych			
		analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z ruchem falowym; prowadzi obliczenia szacunkowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			- Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
63 i 64	11.2. Wielkości opisujące falę	posługuje się pojęciami: amplituda, okres, częstotliwość i długość fali do opisu fal oraz korzysta w obliczeniach z zależności między tymi wielkościami oraz uwzględnia jednostki tych wielkości	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.6, X.1 ponadto: I.1, I.2, I.6, I.7, VIII.3, VIII.4 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i ich opisów, <i>Jest na to sposób</i> oraz przykładu rozwiązania zadania (s. 274–275) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 269–273 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 271) <i>Jest na to sposób</i> (podręcznik, s. 272–273) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych; zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i podłużnych			
		wie, że przy przejściu do innego ośrodka fala zazwyczaj zmienia prędkość, natomiast nie zmienia się jej częstotliwość			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem fal oraz ze zmianą ośrodka poruszania się fali; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
65 i 66	11.3. Fale dźwiękowe	analizuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.3, I.10, I.11, I.18, X.1 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.8, VIII.3, VIII.5, VIII.6, VIII.7, VIII.8b – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia 33.–36. (podręcznik, s. 279, 281, 283, 286) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, infografiki, tabel i przykładu rozwiązania zadania (s. 286–287) - ćwiczenia uczniowskie – opracowanie i analiza wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań - odwrotna lekcja (prezentacja wyników doświadczeń i rozwiązań zadań) - dyskusja	- podręcznik - komputer z kartą dźwiękową i mikrofonem, gitara lub inny instrument strunowy - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 278, 279, 281, 283, 286 lub inne) - infografiki <i>Zakres słyszalności, Dźwięk wytwarzany w instrumentach muzycznych</i> (podręcznik, s. 280, 284–285) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 279) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		wyjaśnia mechanizm powstawania i odbioru fal dźwiękowych w powietrzu; opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych			
		opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciem długości i częstotliwości fali; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki			
		przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstruje dźwięki o różnych częstotliwościach, obserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego, wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów, formułuje wnioski			
		określa jak zmienia się prędkość dźwięku wraz z temperaturą			
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące fal dźwiękowych, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych			
67 i 68	11.4. Fale elektromagnetyczne	wie, że fale elektromagnetyczne to rozchodzące się zaburzenie pola elektrycznego i magnetycznego	ogólne: I, II, IV szczegółowe: I.19, X.4 ponadto: I.1, I.2, IX.9, IX.11 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki, tabel - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- podręcznik - ilustracje, tabele (podręcznik, s. 289–291) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 290) - ramka <i>Dlaczego prędkość światła znamy dokładnie</i> (podręcznik, s. 291)
		opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma			
		opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów widma, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach rozwiązuje zadania i problemy związane z falami elektromagnetycznymi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem			- infografika <i>Widmo fal elektromagnetycznych</i> (podręcznik, s. 292–293) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
69 i 70	11.5. Rozchodzenie się fal	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody, formułuje wnioski 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 posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jego jednostką (W/m^2) oraz proporcjonalnością do kwadratu amplitudy; ^bposługuje się jednostkami spoza układu SI związanymi z natężeniem światła opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła; wyjaśnia zależności natężenia fali od odległości od źródła oraz od amplitudy drgań rozwiązuje zadania lub problemy związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, III szczegółowe: I.3, I.8, I.10, I.18, X.1, X.2, X.3 ponadto: I.1, I.3, I.4, I.6, I.7, I.9, VIII.2, VIII.5 – II etap edukacyjny	- pogadanka - doświadczenie 37. (podręcznik, s. 294) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisu doświadczenia i przykładu rozwiązania zadania (s. 300) - ćwiczenia uczniowskie – ilustrowanie wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań - odwrotna lekcja (prezentacja ilustracji z doświadczenia) - dyskusja	- podręcznik - duże prostokątne naczynie o jasnym dnie, silna lampka, linijka lub deseczka - ilustracje (podręcznik, s. 295–299 lub inne) - diagramy (podręcznik, s. 295, 296, 298) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 299) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dłanauczyciela.pl – scenariusz <i>Rozchodzenie się fali. Natężenie fali</i> - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
71	11.6. ^a Jak człowiek odbiera bodźce słuchowe	posługuje się pojęciem natężenia dźwięku wraz z jego jednostką (W/m^2) oraz pojęciem poziomu natężenia dźwięku wraz z jego jednostką (dB); podaje wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku posługuje się skalą logarytmiczną; objaśnia skalę natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych analizuje tekst <i>Muzykalne owady i biologiczny termometr</i> lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	ogólne: I, II, IV szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.15, I.17, X.2 ponadto: I.1, I.6, I.7, VIII.6 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, dodatku matematycznego 10, przykładu rozwiązania zadania (s. 307) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań, analiza tekstu) - odwrotna lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej i rozwiązania zadań) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 302–306 lub inne) - infografika <i>Dźwięki wokół nas</i> (podręcznik, s. 304–305) - dodatek matematyczny 10 (podręcznik, s. 396) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 303) - ramka <i>Inne przykłady skal logarytmicznych</i> (podręcznik, s. 306) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dłanauczyciela.pl – scenariusz <i>Jak człowiek odbiera bodźce słuchowe</i> - kalkulator

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
72 i 73	11.7. Efekt Dopplera	wyjaśnia, na czym polega efekt Dopplera; podaje przykłady występowania oraz wykorzystania tego zjawiska w przyrodzie i technice	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.3, I.18, I.19, X.12 ponadto: I.1, I.2, I.6, VIII.4, VIII.5, VIII.6 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i infografik wraz z ich opisami, tekstów, przykładu rozwiązania zadania (s. 318) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 309–311, 313–315 lub inne) - infografiki: <i>Efekt Dopplera w przyrodzie i technice, Fala uderzeniowa</i> (podręcznik, s. 312, 316–317) - ramka <i>Pływak i efekt Dopplera</i> (podręcznik, s. 311) - diagram (podręcznik, s. 314) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 315) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - tablice fizyczne - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku			
		analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala			
		zna, interpretuje i uzasadnia wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i obliczeń			
		analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej			
		rozwiązuje zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
74	Powtórzenie (Fale)	analizuje tekst <i>Infradźwięki informują o katastrofach</i> (lub inny), wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań (lub problemów)	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.3, I.6, I.8, I.10, I.11, I.18, I.19, X.1, X.2, X.3, X.4, X.12, X.13 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.10, I.11, I.15, I.17, I.18, I.19, VIII.2, VIII.3, VIII.4, VIII.5, VIII.6, VIII.7, VIII.8b, IX.9, IX.11 – II etap edukacyjny	- pogadanka – co wiemy z fal - analiza tekstu i przykładów rozwiązań zadań (s. 320–238) - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują wyniki analizy tekstu) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - dyskusja	- podręcznik - własne notatki - tekst <i>Infradźwięki informują o katastrofach</i> (podręcznik, s. 320–322) lub inny - zadania, testy (podręcznik, s. 328–330, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, dlaNauczyciela.pl, generator cz. 2) - karty pracy - kalkulator - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych
		dokonuje syntezy wiedzy o falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności			
		stosuje nabytą wiedzę i umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących fal; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, i z internetu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących fal – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia wymaganych osiągnięć w tym zakresie			
75	Sprawdzian (Fale)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.1, I.3, I.6, I.8, I.10, I.11, I.18, I.19, X.1–X.4, X.12, X.13	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)
12. ZJAWISKA FAŁOWE (15 godzin)					
76	12.1. Odbicie i rozproszenie fali	opisuje i przedstawia schematycznie zjawisko odbicia, stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków	ogólne: I–III szczegółowe: I.7, I.10, X.6, X.18d ponadto: IX.2, IX.3 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia 38.–40., (pokaz, podręcznik, s. 333–335) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, przykładu rozwiązania zadania (s. 339)	- podręcznik - prostokątne naczynie z jasnym dnem, linijka, książka, czysta kartka, latarka, szklanka, mleko, tyżeczka, laser - ilustracje (podręcznik, s. 332–338 lub inne)
		wyjaśnia różnicę między odbiciem od zwierciadła a odbiciem od matowej powierzchni			
		doświadczalnie demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		Opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła rozwiązuje zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; przeprowadza obliczenia liczbowe, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania		- odwrocona lekcja (prezentacja ilustracji z doświadczeń) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- diagramy (podręcznik, s. 332, 333) - ramka <i>Druga część prawa odbicia</i> (podręcznik, s. 334) - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - kalkulator dlaNauczyciela.pl
77 i 78	12.2. Załamanie fali	opisuje i przedstawia schematycznie zjawisko załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania zna, interpretuje i uzasadnia prawo załamania fal (prawo Snelliusa) stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka Opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania fali rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące załamania fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych	ogólne: I, II, IV, V szczegółowe: I.2, I.4, I.7, I.19, X.6 ponadto: I.1, I.2, I.6, IX.6 – II etap edukacyjny	- pogadanka - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tekstów, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 347) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - odwrocona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 341–346 lub inne) - ramki: <i>Schemat załamania fali, Uzasadnienie prawa załamania</i> (podręcznik, s. 343, 344) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 343) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
79 i 80	12.3. Całkowite wewnętrzne odbicie	stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła posługuje się pojęciem kąta granicznego; oblicza i interpretuje kąt graniczny opisuje działanie światłowodów jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się w tym celu informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów rozwiązuje zadania i problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem naukowym; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania	ogólne: I–IV szczegółowe: I.2, I.4, X.6, X.7, X.18e ponadto: IX.6, IX.14a – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 41., s. 348) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, rozwiązania przykładu (<i>Jest na to sposób</i>) - ćwiczenia uczniowskie – analiza wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań - odwrocona lekcja (prezentacje uczniów) - dyskusja	- podręcznik - ilustracje (podręcznik, s. 348–353 lub inne) - przezroczysty stoik, wskaźnik laserowy, ołówek, kątomierz, mleko, duża kartka <i>Jest na to sposób</i> (podręcznik, s. 350–351) - ramka <i>Okno Snelliusa</i> (podręcznik, s. 353) - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, kalkulator - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - kalkulator
81 i 82	12.4. Dyfrakcja fal	wyjaśnienia zjawiska dyfrakcji (ugięcia fali na przeszkodzie) opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali doświadczalnie obserwuje zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie oraz na ostrej krawędzi; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski opisuje praktyczne znaczenie dyfrakcji światła	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.3, I.10, I.18, I.19, X.8, X.18b ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.9 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia 42.–43. (pokaz, podręcznik, s. 355, 357)	- podręcznik, - prostokątne naczynie z jasnym dnem, linijka, kątowniki, wskaźnik laserowy, folia aluminiowa - ilustracje (podręcznik, s. 355–358 lub inne) - diagram (podręcznik, s. 356)

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące dyfrakcji fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami z różnych źródeł		- praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, tekstów - ćwiczenia uczniowskie – opis i analiza wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań - odwrócona lekcja - dyskusja	- karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
83 i 84	12.5. Interferencja fal	wie, co to jest superpozycja fal i kiedy zachodzi; stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.3, I.7, I.10, X.5, X.9, X.18c ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.9 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenia 44.–45. (pokaz, podręcznik, s. 361, 362) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, opisów doświadczeń, tekstów, infografiki, przykładu rozwiązania zadania (podręcznik, s. 367–368) - ćwiczenia uczniowskie – opis i analiza wyników doświadczeń, rozwiązywanie zadań - odwrócona lekcja - dyskusja	- podręcznik, - komputer z dwoma głośnikami, wskaźnik laserowy, żyłkę lub nożyk do tapet, folia aluminiowa - ilustracje (podręcznik, s. 360–363, 366–367 lub inne) <i>A to ciekawe</i> (podręcznik, s. 362, 363) - infografika <i>Dyfrakcja i interferencja w przyrodzie</i> (podręcznik, s. 364–365) - karty pracy - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		doświadczalnie obserwuje zjawisko interferencji fal oraz interferencję światła; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski			
		opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje i wykazuje (uzasadnia) warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal			
		opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje do obliczeń wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia			
		⁹zna przykłady zjawisk w przyrodzie powstające dzięki dyfrakcji i interferencji			
		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące interferencji fal; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się informacjami z różnych źródeł			
85 i 86	12.6. Siatka dyfrakcyjna	wie co to jest siatka dyfrakcyjna, do czego służy i co to jest stała siatki	ogólne: I–V szczegółowe: I.3, I.4, I.7, I.10, I.11, X.14 ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.9 – II etap edukacyjny	- pogadanka z elementami wykładu - doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 46., s. 370) - praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki i przykładu rozwiązania zadania (s. 374–375) - odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) - ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań - dyskusja	- podręcznik - wskaźnik laserowy, nożyk do tapet, niepotrzebna lub uszkodzona płyta CD, taśma klejąca - ilustracje (podręcznik, s. 369–372 lub inne) - ramki <i>Wyprowadzenie wzoru opisującego interferencję, Obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną</i> (podręcznik, s. 371, 372) - infografika <i>Kolory na bańkach mydlanych</i> (podręcznik, s. 373) - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, tablice fizyczne - kalkulator - Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2 dlaNauczyciela.pl
		przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski			
		opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje do obliczeń związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali; opisuje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal			
		⁹analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy			
		rozwiązuje zadania i problemy, wykorzystując związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali; wykonuje obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania			

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
87 i 88	Powtórzenie (Zjawiska falowe)	dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.7, I.10, I.18, I.19, X.5, X.6, X.7, X.8, X.9, X.10, X.11, X.14, X.18b–e ponadto: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.9, I.10, IX.6, IX.14a, X.6, X.18d – II etap edukacyjny	- pogadanka – co wiemy o zjawiskach falowych - praca z podręcznikiem – analiza przykładu rozwiązania zadania (s. 379) - ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach – rozwiązywanie zadań) - odwrócona lekcja (prezentacja rozwiązań) - dyskusja	- podręcznik - własne notatki - opis projektu <i>Plamka Poissona</i> (podręcznik, s. 376) - zadania, testy (podręcznik, s. 380–282, Zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy cz. 2, dlanauczyciela.pl, generator cz. 2) - karty pracy - Karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych - kalkulator
		realizuje i prezentuje projekt <i>Plamka Poissona</i> opisany w podręczniku (lub inny)			
		stosuje nabytą wiedzę i umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących fal mechanicznych; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, i z internetu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem			
		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących zjawisk falowych – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia wymaganych osiągnięć w tym zakresie			
89 i 90	Sprawdzian (Zjawiska falowe)	Sprawdzenie stopnia opanowania wymagań ogólnych, szczegółowych, przekrojowych, doświadczalnych i kluczowych	ogólne: I, II, III, IV, V szczegółowe: I.2–I.4, I.7, I.10, I.18, I.19, X.5–X.11, X.14, X.18b–e	samodzielna praca uczniów	testy (na podstawie: generator cz. 2)