

OPIS ZAŁOŻONYCH OSIĄGNIĘĆ UCZNIA (PLAN WYNIKOWY)

W tabeli opisujemy przewidywane osiągnięcia uczniów w ramach zakresu rozszerzonego w odniesieniu do poszczególnych treści kształcenia. Podzieliliśmy je na dwie grupy: konieczne i podstawowe oraz rozszerzające i dopełniające – z uwzględnieniem indywidualnych możliwości uczniów. Treści kształcenia zostały uzupełnione odpowiednimi numerami wymagań szczegółowych podstawy programowej.

KLASA 3

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa			
1–2	Prąd elektryczny jako przepływ ładunku (VIII.1, VIII.2, VIII.10) Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa (VIII.16a)	- opisać prąd elektryczny jako uporządkowany ruch nośników ładunku, - opisać przewodnictwo w metalach, - posługiwać się pojęciem natężenia prądu i jego jednostką, - podać treść I prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach, - zademonstrować I prawo Kirchhoffa, - posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką	- objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, - zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, - zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, - zdefiniować napięcie elektryczne i jego jednostkę
3–7	Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu (VIII.4, VIII.5, VIII.6) Badanie dodawania napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo (VIII.16b) Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej (VIII.16d)	- podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach, - narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma, - opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika	- zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu i jego jednostkę, - analizować charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma), - wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową żarówki, - zbadać dodawanie napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo
8–9	Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników (VIII.11, VIII.13)	- narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe, - obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe, - opisać sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego, - wyjaśnić funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu ochronnego w domowej sieci elektrycznej	- podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe, - wyprowadzić wzory na opory zastępcze układu odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe, - obliczać opory zastępcze układu odbiorników połączonych w sposób mieszany, stosując upraszczanie obwodów, - obliczać opór bocznika

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
10	Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika (VIII.3)	- obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne, - posługiwać się jednostką oporu i oporu właściwego	- zdefiniować opór właściwy i przewodnictwo właściwe oraz podać sens fizyczny tych wielkości, - zbadać zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego, - wyznaczyć opór właściwy
11–12	Praca i moc prądu elektrycznego (VIII.2, VIII.8, VIII.9)	- posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu oraz jednostkami tych wielkości, - stosować wzory na pracę i moc prądu oraz ciepło Joule'a, - posługiwać się danymi znamionowymi	- wyprowadzić wzory na pracę i moc prądu elektrycznego, - wyjaśnić różnice między biernymi i czynnymi elementami obwodu, - wyjaśnić pojęcie mocy znamionowej (nominalnej), - omówić rolę bezpieczników topikowych w instalacji elektrycznej
13–15	Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu (VIII.7) Obserwacja zależności natężenia prądu od oporu zewnętrznego	- wymienić wielkości charakteryzujące źródło energii elektrycznej, - posługiwać się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródła	- zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, - sformułować prawo Ohma dla całego obwodu, - zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
16	Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej? (VIII.7) Obserwacja zależności napięcia na biegunach źródła od natężenia prądu. Wyznaczanie siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego baterii płaskiej (I.9)	odróżnić siłę elektromotoryczną od napięcia na biegunach źródła	- wyjaśnić związek między siłą elektromotoryczną a napięciem na biegunach źródła, - przeprowadzić obserwację zależności napięcia na biegunach źródła od natężenia prądu w obwodzie i sformułować wnioski z obserwacji, - wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej
17–19	Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa (VIII.12)	wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa	- analizować i przedstawiać graficznie spadki i wzrosty potencjału w obwodzie zamkniętym, - stosować II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci, - obliczać opór zastępczy na podstawie praw Kirchhoffa, - dokonywać bilansu energii w obwodzie zewnętrznym zawierającym źródła siły elektromotorycznej lub silniki (tzw. elementy czynne)
20	Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników (VIII.1, VIII.4)	- podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika, - omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych, - omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury	- omówić związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku, - omówić budowę półprzewodników, - wyjaśnić, w jakim celu domieszkuje się półprzewodniki

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
21–22	Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor (VIII.14, VIII.15) Obserwacja przepływu prądu w obwodzie zawierającym diodę (VIII.16c)	- rozróżnić półprzewodniki typu n i p, - wyjaśnić ogólną zasadę działania diody półprzewodnikowej oraz podać jej funkcję, - wymienić zastosowania diody, - wyjaśnić pojęcie tranzystora, - przeprowadzić obserwację przepływu prądu w obwodzie zawierającym diodę	- omówić zjawiska występujące na złączu n-p, - omówić charakterystykę prądowo-napięciową diody, - opisać tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne
23	Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów (VIII.1) (I.17)	- wyjaśnić, kiedy ciecze i gazy przewodzą prąd elektryczny, - wymienić rodzaje nośników ładunku w cieczach i gazach, - wymienić sposoby jonizacji gazów	- wyjaśnić, dlaczego opór właściwy elektrolitów maleje ze wzrostem temperatury, - wyjaśnić różnice między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów, - opisać zjawiska zachodzące w gazach podczas przepływu prądu, - wyjaśnić związek między badaniem przepływu prądu w rozrzedzonych gazach a odkryciem elektronu, - omówić doświadczenie Thomsona (wyznaczenie ilorazu e/m dla elektronu)
24–26	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 13. Pole magnetyczne			
1–2	Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu (IX.1, IX.15a)	- przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego oraz układu magnesów, - zademonstrować kształt linii pól magnetycznych magnesów trwałych, - opisać pole magnetyczne Ziemi	- posługiwać się pojęciem dipola magnetycznego, - wyjaśnić, dlaczego w przyrodzie nie obserwujemy monopoli magnetycznych, - przedstawić historię badań nad magnetyzmem ziemskim
3–4	Przewodnik z prądem w polu magnetycznym (IX.2) (I.17)	- opisać doświadczenie Ørsteda, - opisać zachowanie ramki z prądem w polu magnetycznym magnesu podkowiastego, - wymienić cechy siły elektrodynamicznej	- omówić znaczenie doświadczenia Ørsteda jako kluczowego odkrycia dla rozwoju fizyki, - analizować oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem (siła elektrodynamiczna)
5	Wektor indukcji magnetycznej (IX.2)	- odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły elektrodynamicznej?</i>, - podać cechy indukcji magnetycznej $\vec{B}$ i jej jednostkę, - stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku $\vec{B} \perp \Delta \vec{l}$, - stosować regułę lewej dłoni	- zdefiniować indukcję magnetyczną i jej jednostkę, - stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej w dowolnym przypadku, - wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudo-wektorem

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
6–8	Naładowana cząstka w polu magnetycznym (IX.2, IX.3)	- odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>, - stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$, - opisać znaczenie pola magnetycznego Ziemi dla naszej planety	- zdefiniować indukcję magnetyczną, korzystając ze wzoru na siłę Lorentza, - analizować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami $\vec{B}$ i $\vec{v}$, - opisać ruch naładowanej cząstki w jednorodnym polu magnetycznym dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$, - przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu, - analizować ruch naładowanej cząstki w skrzyżowanych polach elektrycznym i magnetycznym, - posługiwać się pojęciem magnetosfery, wyjaśnić znaczenie magnetosfery jako osłony przed wiatrem słonecznym
9–11	Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd (IX.1, IX.5, IX.15a)	- rysować linie pola magnetycznego przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), - objaśnić wzory na wartości indukcji pola magnetycznego prostoliniowego przewodnika i długiej zwojnicy z prądem, - stosować regułę prawej dłoni	- stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, długiej zwojnicy i kołowej pętli, - stosować zasadę superpozycji pól magnetycznych
12	Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem (IX.6)	- analizować siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych, - posługiwać się definicją ampera	- wyprowadzić wzór na wartość siły oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych, - podać definicję ampera
13	Silnik elektryczny (IX.4)	- narysować siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym, - na podstawie tego rysunku omówić budowę i zasadę działania silnika elektrycznego, - podać przykłady zastosowania silnika elektrycznego na prąd stały	- opisać rolę komutatora w silniku, - obliczyć wartość momentu pary sił działających na ramkę wirnika w silniku elektrycznym
14–15	Właściwości magnetyczne substancji (IX.7)	opisać jakościowo podstawowe właściwości oraz zastosowania ferromagnetyków	- omówić metodę pomiaru wartości indukcji magnetycznej, - zdefiniować względną przenikalność magnetyczną, - obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem, - rozdzielić substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, - przeanalizować proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyków (pętla histerezy)
16–18	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 14. Indukcja elektromagnetyczna			
1–3	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej (IX.8, IX.9, IX.15b) (I.17)	• objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania, • zademonstrować zjawisko indukcji elektromagnetycznej (na przykładzie względnego ruchu magnesu i zwojnicy oraz zmiany natężenia prądu w elektromagnesie), • posługiwać się pojęciem strumienia magnetycznego i jego jednostką	• opisać odkrycie Faradaya jako jedno z kluczowych dla rozwoju fizyki, • zdefiniować strumień indukcji magnetycznej i jego jednostkę, • wypowiedzieć warunek wzbudzania prądu indukcyjnego z użyciem pojęcia strumienia indukcji magnetycznej
4–5	Siła elektromotoryczna indukcji (IX.10)	• wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadłe do linii pola powstaje napięcie, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?</i>	• obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia magnetycznego, • wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadłe do linii pola magnetycznego, • wyprowadzić i poprawnie interpretować prawo indukcji Faradaya, • sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\mathcal{E}(t)$ oraz $I(t)$, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
6–7	Reguła Lenza (IX.9)	• stosować regułę Lenza w prostych przykładach, • wymienić przykłady praktycznych zastosowań zjawiska indukcji	• przedstawiać regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, • stosować regułę Lenza w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności
8–9	Zjawisko samoindukcji (IX.11)	• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?</i>, • podać jednostkę indukcyjności	• wyprowadzić i poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną samoindukcji, • zdefiniować współczynnik samoindukcji i podać jego sens fizyczny, • sporządzać i interpretować wykresy $\mathcal{E}(t)$ oraz $I(t)$
10–13	Prąd zmienny (IX.9, IX.12)	• opisać przemiany energii podczas działania prądnicy, • wymienić cechy prądu przemiennego, • posługiwać się pojęciami napięcia i natężenia skutecznego, • obliczać napięcie i natężenie skuteczne dla prądu przemiennego	• opisać budowę generatora prądu przemiennego, • wyprowadzić i objaśnić wzór na siłę elektromotoryczną wzbudzoną w prądnicy, • wyprowadzić wzór na chwilową moc prądu przemiennego, • zdefiniować wielkości skuteczne: natężenie, napięcie i moc, posługując się wykresem $P(t)$, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
14–15	Transformator (IX.13, VIII.11)	- objaśnić zasadę działania transformatora, - przedstawić uproszczony model transformatora, w którym przekładnia zależy tylko od liczb zwojów, - podać przykłady zastosowania transformatora, - rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim	- wyjaśnić, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej wiąże się z jej stratami, - obliczać straty energii w linii przesyłowej, - wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, - przygotować prezentację na temat działania wyłącznika różnicowego
16	Zastosowanie diody i tranzystora (VIII.14, VIII.15)	- przedstawić zastosowanie diody jako prostownika, - zademonstrować diodę jako źródło światła, - wymienić zastosowania diody, - wymienić przykłady zastosowania tranzystora jako wzmacniacza	- omówić działanie diody i jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła, - wyjaśnić, na czym polega prostowanie jedno- i dwupołkowe, - przygotować prezentację na temat zastosowań diody i tranzystora
17–19	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 15. Optyka geometryczna			
1	Zjawisko odbicia i załamania światła (X.6, X.19) Zademonstrowanie zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła (X.20d)	- sformułować i stosować prawo odbicia, - wyjaśnić różnicę między odbiciem i rozproszeniem światła, - stosować prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków, - posługiwać się pojęciem współczynnika załamania ośrodka, - zademonstrować zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła, - zapisać i objaśnić prawo załamania światła, - opisać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla	- zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania, - zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków, - wyjaśnić zjawiska optyczne w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla
2–4	Całkowite wewnętrzne odbicie (X.6, X.7) Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego (X.20e)	- objaśnić, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, - wymienić warunki, w których zachodzi zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, - posługiwać się pojęciem kąta granicznego, - wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (światłowod)	- zdefiniować kąt graniczny, - opisać i wyjaśnić działanie światłowodu, - opisać metodę wyznaczania współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego i wykonać doświadczenie, - przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
5–6	Zwierciadła (X.6) (I.6, I.20)	• stosować prawo odbicia w celu konstruowania obrazu w zwierciadle płaskim, • konstruować obrazy w zwierciadłach kulistych wklęsłych i wypukłych, • wymienić cechy obrazów w zwierciadłach płaskich i kulistych, • posługiwać się pojęciem powiększenia	• wyprowadzić i przedyskutować zależność ogniskowej zwierciadła od kąta padania promieni na zwierciadło, • wyprowadzić równanie zwierciadła kulistego, • przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres, • zdefiniować powiększenie, • rozwiązywać zadania, wykorzystując poznane wielkości fizyczne i związki między nimi
7–8	Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła (X.4) (I.6)	• opisać bieg promienia świetlnego w pryzmacie, • opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach, • podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła	• przedstawić graficznie i omówić przejście promienia świetlnego przez pryzmat, • wyprowadzić i przedyskutować wzór na kąt odchylenia w pryzmacie, • podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w pryzmacie, • przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie (halo, tęcza)
9–12	Soczewki (X.17, X.18) Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki (X.20f)	• stosować do obliczeń równanie soczewki, • opisać jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej promieni krzywizn oraz współczynnika załamania, • stosować do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką, • konstruować obrazy wytworzone przez soczewki	• wyprowadzić równanie soczewki, • narysować i przedyskutować wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej, • wyprowadzić zależność ogniskowej soczewki od jej promieni krzywizn oraz współczynnika załamania, • przedyskutować wzór soczewkowy dla soczewki szklanej w ośrodku o współczynniku załamania większym od współczynnika załamania materiału soczewki, • zbadać doświadczalnie zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, • wyznaczyć ogniskową soczewki
13	Lupa i oko. Wady wzroku (X.17, X.18)	• skonstruować obraz wytworzony przez lupę, • wyjaśnić, na czym polega akomodacja oka, • wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, • podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności	• przeanalizować działanie lupy i oka (w tym podstawowe wady wzroku) jako przyrządów optycznych, • wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy, • przygotować prezentację o innych przyrządach optycznych (mikroskop, luneta)
14–16	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 16. Fale mechaniczne			
1	Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne (X.1, X.14)	- opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię, - rozróżniać fale poprzeczne i podłużne, - podać przykład fali poprzecznej i podłużnej, - analizować rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych	- zdefiniować pojęcie fali mechanicznej, - przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej, - wyjaśnić, dlaczego fala podłużna może rozchodzić się w ciałach stałych, cieczech i gazach, - wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala na powierzchni cieczy jest tylko w uproszczeniu falą poprzeczną
2	Wielkości charakteryzujące fale (X.2, X.3) (V.3)	- posługiwać się pojęciami: promień fali, czoło fali, powierzchnia falowa, - rozróżniać fale kuliste i płaskie, - na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, - posługiwać się wielkościami fizycznymi charakteryzującymi falę harmoniczną (okres, częstotliwość, amplituda, długość fali), - posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2)	- zdefiniować powierzchnię falową, - zdefiniować natężenie fali i jednostkę natężenia, - opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła, - stosować wzór na natężenie fali kulistej, - wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
3–4	Funkcja falowa fali płaskiej (I.20)	- uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t), - odczytać z wykresu $y(t)$ okres fali, - odczytać z wykresu $y(x)$ długość fali, - wyjaśnić, na czym polega zgodność faz dwóch punktów fali	- przedstawić funkcję falową opisującą falę harmoniczną w różnych postaciach, - zbadać zależność $y(x)$ wychylenia cząstki od jej odległości od źródła w ustalonej chwili t_0, - zbadać zależność $y(t)$ wychylenia od czasu dla wybranej cząstki biorącej udział w ruchu falowym, - stosować funkcję falową do obliczania długości fali, - sporządzić wykresy funkcji falowej $y(x)$ dla różnych faz początkowych
5–6	Interferencja fal płaskich (X.10, X.20c)	- przedstawić graficznie interferencję fal o fazach zgodnych i przeciwnych, - obserwować zjawisko interferencji fal	- stosować zasadę superpozycji fal, - wykazać, że amplituda fali wypadkowej jest stała i zależy od przesunięcia fazowego φ_0, - wyjaśnić zjawisko interferencji fal, - opisać matematycznie interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach, - opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, - posługiwać się pojęciami częstotliwości podstawowej i wyższych harmonicznych

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
7–8	Fale stojące (X.10)	- posługiwać się pojęciem fali stojącej, - opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, - podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej	- zastosować zasadę superpozycji dla identycznych fal biegnących w przeciwne strony, - podać warunki powstawania fali stojącej i opisać ją matematycznie, - wykazać, że amplituda fali stojącej zależy od położenia x punktu ośrodka, a nie zależy od czasu, - obliczyć odległość między węzłami i strzałkami fali stojącej
9–10	Zasada Huygensa i jej konsekwencje (X.8, X.12, X.20b)	- obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, - na podstawie obserwacji opisać jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny, - wyjaśnić pojęcie spójności fal	- sformułować zasadę Huygensa, - opisać zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fali, - wyjaśnić, na czym polega spójność źródeł fal, - sformułować warunki maksymalnego wzmocnienia i maksymalnego osłabienia fal
11–12	*Fale akustyczne (X.1, X.2, X.3)	- wskazać źródła fal akustycznych, - stosować wzór $\lambda = \frac{v}{\nu}$ dla fal akustycznych, - wymienić cechy dźwięków, - analizować rozchodzenie się dźwięku w powietrzu, - porównać szybkość rozchodzenia się fal akustycznych w różnych ośrodkach (np. w powietrzu, wodzie, żelazie)	- przeprowadzić klasyfikację wrażeń słuchowych, - obliczać natężenie fali dźwiękowej, - zdefiniować poziom natężenia fali akustycznej i jego jednostkę, - omówić wykres zależności poziomu natężenia od ilorazu natężenia badanej fali i progu słyszalności, - obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach
13–14	Zjawisko Dopplera (X.13)	- opisać sytuacje, w których występuje zjawisko Dopplera, - wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera	- wyprowadzić i interpretować wzory na częstotliwość odbieranej fali dla różnych przypadków względnego ruchu źródła i odbiornika, - rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera
15–17	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 17. Niepewności pomiarowe			
1–2	Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio (I.13–I.16)	• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: grubo, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna), • objaśnić podstawowe pojęcia, • wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, • wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, • rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne, • objaśnić wzór na niepewność względną, • wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego, • zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności, • przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych	• zdefiniować niepewność względną, • objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów, • przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu), • wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa, • omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności, • opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne, • posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji, • stosować poprawny zapis wyniku pomiaru, • wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
3	Niepewności pomiarów pośrednich (I.15, I.16)	• wymienić przykłady pomiarów pośrednich, • posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio, • zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności, • uwzględniać niepewności przy sporządzaniu wykresów	• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, • obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, • sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego, • przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego, • stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową