

# OPIS ZAŁOŻONYCH OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ (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:
<b>Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa</b>			
1–2	Prąd elektryczny jako przepływ ładunku (VIII.1, VIII.2, VIII.10) Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa (VIII.16a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać prąd elektryczny jako uporządkowany ruch nośników ładunku,</li> <li>opisać przewodnictwo w metalach,</li> <li>posługiwać się pojęciem natężenia prądu i jego jednostką,</li> <li>podać treść I prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,</li> <li>zademonstrować I prawo Kirchhoffa,</li> <li>posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> <li>zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,</li> <li>zdefiniować napięcie elektryczne i jego jednostkę</li> </ul>
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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach,</li> <li>narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,</li> <li>opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu i jego jednostkę,</li> <li>analizować charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma),</li> <li>wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową żarówki,</li> <li>z badać dodawanie napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo</li> </ul>
8–9	Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników (VIII.11, VIII.13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe,</li> <li>opisać sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,</li> <li>wyjaśnić funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu ochronnego w domowej sieci elektrycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe,</li> <li>wyprowadzić wzory na opory zastępcze układu odbiorników połączonych szeregowo lub równoległe,</li> <li>obliczać opory zastępcze układu odbiorników połączonych w sposób mieszany, stosując upraszczanie obwodów,</li> <li>obliczać opór bocznika</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne,</li> <li>posługiwać się jednostką oporu i oporu właściwego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować opór właściwy i przewodnictwo właściwe oraz podać sens fizyczny tych wielkości,</li> <li>zbadać zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego,</li> <li>wyznaczyć opór właściwy</li> </ul>
11–12	Praca i moc prądu elektrycznego (VIII.2, VIII.8, VIII.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu oraz jednostkami tych wielkości,</li> <li>stosować wzory na pracę i moc prądu oraz ciepło Joule'a,</li> <li>posługiwać się danymi znamionowymi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzory na pracę i moc prądu elektrycznego,</li> <li>wyjaśnić różnice między biernymi i czynnymi elementami obwodu,</li> <li>wyjaśnić pojęcie mocy znamionowej (nominalnej),</li> <li>omówić rolę bezpieczników topikowych w instalacji elektrycznej</li> </ul>
13–15	Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu (VIII.7) Obserwacja zależności natężenia prądu od oporu zewnętrznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wielkości charakteryzujące źródło energii elektrycznej,</li> <li>posługiwać się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa,</li> <li>sformułować prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego</li> </ul>
16	Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej? (VIII.7) Obserwacja zależności napięcia na biegunach źródła od natężenia prądu. Wyznaczenie siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego baterii płaskiej (I.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnić siłę elektromotoryczną od napięcia na biegunach źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić związek między siłą elektromotoryczną a napięciem na biegunach źródła,</li> <li>przeprowadzić obserwację zależności napięcia na biegunach źródła od natężenia prądu w obwodzie i sformułować wnioski z obserwacji,</li> <li>wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej</li> </ul>
17–19	Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa (VIII.12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizować i przedstawiać graficznie spadki i wzrosty potencjału w obwodzie zamkniętym,</li> <li>stosować II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci,</li> <li>obliczać opór zastępczy na podstawie praw Kirchhoffa,</li> <li>dokonywać bilansu energii w obwodzie zewnętrznym zawierającym źródła siły elektromotorycznej lub silniki (tzw. elementy czynne)</li> </ul>
20	Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników (VIII.1, VIII.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika,</li> <li>omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,</li> <li>omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omówić związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku,</li> <li>omówić budowę półprzewodników,</li> <li>wyjaśnić, w jakim celu domieszkuje się półprzewodniki</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnić półprzewodniki typu n i p,</li> <li>wyjaśnić ogólną zasadę działania diody półprzewodnikowej oraz podać jej funkcję,</li> <li>wymienić zastosowania diody,</li> <li>wyjaśnić pojęcie tranzystora,</li> <li>przeprowadzić obserwację przepływu prądu w obwodzie zawierającym diodę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omówić zjawiska występujące na złączu n-p,</li> <li>omówić charakterystykę prądowo-napięciową diody,</li> <li>opisać tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne</li> </ul>
23	Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów (VIII.1) (I.17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, kiedy ciecze i gazy przewodzą prąd elektryczny,</li> <li>wymienić rodzaje nośników ładunku w cieczach i gazach,</li> <li>wymienić sposoby jonizacji gazów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, dlaczego opór właściwy elektrolitów maleje ze wzrostem temperatury,</li> <li>wyjaśnić różnice między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów,</li> <li>opisać zjawiska zachodzące w gazach podczas przepływu prądu,</li> <li>wyjaśnić związek między badaniem przepływu prądu w rozrzedzonych gazach a odkryciem elektronu,</li> <li>omówić doświadczenie Thomsona (wyznaczenie ilorazu <math>e/m</math> dla elektronu)</li> </ul>
24–26	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
<b>Dział 13. Pole magnetyczne</b>			
1–2	Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu (IX.1, IX.15a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego oraz układu magnesów,</li> <li>zademonstrować kształt linii pól magnetycznych magnesów trwałych,</li> <li>opisać pole magnetyczne Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem dipola magnetycznego,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego w przyrodzie nie obserwujemy monopoli magnetycznych,</li> <li>przedstawić historię badań nad magnetyzmem ziemskim</li> </ul>
3–4	Przewodnik z prądem w polu magnetycznym (IX.2) (I.17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać doświadczenie Ørsteda,</li> <li>opisać zachowanie ramki z prądem w polu magnetycznym magnesu podkowiastego,</li> <li>wymienić cechy siły elektrodynamicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omówić znaczenie doświadczenia Ørsteda jako kluczowego odkrycia dla rozwoju fizyki,</li> <li>analizować oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem (siła elektrodynamiczna)</li> </ul>
5	Wektor indukcji magnetycznej (IX.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły elektrodynamicznej?</i>,</li> <li>podać cechy indukcji magnetycznej <math>\vec{B}</math> i jej jednostkę,</li> <li>stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku <math>\vec{B} \perp \Delta \vec{l}</math>,</li> <li>stosować regułę lewej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować indukcję magnetyczną i jej jednostkę,</li> <li>stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej w dowolnym przypadku,</li> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudo-wektorem</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• opisać znaczenie pola magnetycznego Ziemi dla naszej planety</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować indukcję magnetyczną, korzystając ze wzoru na siłę Lorentza,</li> <li>• analizować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami <math>\vec{B}</math> i <math>\vec{v}</math>,</li> <li>• opisać ruch naładowanej cząstki w jednorodnym polu magnetycznym dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu,</li> <li>• analizować ruch naładowanej cząstki w skrzyżowanych polach elektrycznym i magnetycznym,</li> <li>• posługiwać się pojęciem magnetosfery, wyjaśnić znaczenie magnetosfery jako osłony przed wiatrem słonecznym</li> </ul>
9–11	Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd (IX.1, IX.5, IX.15a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysować linie pola magnetycznego przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica),</li> <li>• objaśnić wzory na wartości indukcji pola magnetycznego prostoliniowego przewodnika i długiej zwojnicy z prądem,</li> <li>• stosować regułę prawej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, długiej zwojnicy i kołowej pętli,</li> <li>• stosować zasadę superpozycji pól magnetycznych</li> </ul>
12	Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem (IX.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych,</li> <li>• posługiwać się definicją ampera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość siły oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych,</li> <li>• podać definicję ampera</li> </ul>
13	Silnik elektryczny (IX.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym,</li> <li>• na podstawie tego rysunku omówić budowę i zasadę działania silnika elektrycznego,</li> <li>• podać przykłady zastosowania silnika elektrycznego na prąd stały</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rolę komutatora w silniku,</li> <li>• obliczyć wartość momentu pary sił działających na ramkę wirnika w silniku elektrycznym</li> </ul>
14–15	Właściwości magnetyczne substancji (IX.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać jakościowo podstawowe właściwości oraz zastosowania ferromagnetyków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić metodę pomiaru wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną,</li> <li>• obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem,</li> <li>• rozróżnić substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,</li> <li>• przeanalizować proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyków (pętla histerezy)</li> </ul>
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:
<b>Dział 14. Indukcja elektromagnetyczna</b>			
1-3	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej (IX.8, IX.9, IX.15b) (I.17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,</li> <li>zademonstrować zjawisko indukcji elektromagnetycznej (na przykładzie względnego ruchu magnesu i zwojnicy oraz zmiany natężenia prądu w elektromagnesie),</li> <li>posługiwać się pojęciem strumienia magnetycznego i jego jednostką</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać odkrycie Faradaya jako jedno z kluczowych dla rozwoju fizyki,</li> <li>zdefiniować strumień indukcji magnetycznej i jego jednostkę,</li> <li>wypowiedzieć warunek wzbudzenia prądu indukcyjnego z użyciem pojęcia strumienia indukcji magnetycznej</li> </ul>
4-5	Siła elektromotoryczna indukcji (IX.10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia magnetycznego,</li> <li>wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola magnetycznego,</li> <li>wyprowadzić i poprawnie interpretować prawo indukcji Faradaya,</li> <li>sporządzać i interpretować wykresy <math>\Phi(t)</math>, <math>\mathcal{E}(t)</math> oraz <math>I(t)</math>,</li> <li>rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> </ul>
6-7	Reguła Lenza (IX.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować regułę Lenza w prostych przykładach,</li> <li>wymienić przykłady praktycznych zastosowań zjawiska indukcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawiać regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,</li> <li>stosować regułę Lenza w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
8-9	Zjawisko samoindukcji (IX.11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?</i>,</li> <li>podać jednostkę indukcyjności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić i poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną samoindukcji,</li> <li>zdefiniować współczynnik samoindukcji i podać jego sens fizyczny,</li> <li>sporządzać i interpretować wykresy <math>\mathcal{E}(t)</math> oraz <math>I(t)</math></li> </ul>
10-13	Prąd zmienny (IX.9, IX.12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać przemianę energii podczas działania prądnicy,</li> <li>wymienić cechy prądu przemiennego,</li> <li>posługiwać się pojęciami napięcia i natężenia skutecznego,</li> <li>obliczać napięcie i natężenie skuteczne dla prądu przemiennego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać budowę generatora prądu przemiennego,</li> <li>wyprowadzić i objaśnić wzór na siłę elektromotoryczną wzbudzoną w prądnicy,</li> <li>wyprowadzić wzór na chwilową moc prądu przemiennego,</li> <li>zdefiniować wielkości skuteczne: natężenie, napięcie i moc, posługując się wykresem <math>P(t)</math>,</li> <li>rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>przedstawić uproszczony model transformatora, w którym przekładnia zależy tylko od liczb zwojów,</li> <li>podać przykłady zastosowania transformatora,</li> <li>rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej wiąże się z jej stratami,</li> <li>obliczać straty energii w linii przesyłowej,</li> <li>wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,</li> <li>przygotować prezentację na temat działania wyłącznika różnicowego</li> </ul>
16	Zastosowanie diody i tranzystora (VIII.14, VIII.15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić zastosowanie diody jako prostownika,</li> <li>zademonstrować diodę jako źródło światła,</li> <li>wymienić zastosowania diody,</li> <li>wymienić przykłady zastosowania tranzystora jako wzmacniacza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omówić działanie diody i jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega prostowanie jedno- i dwupołkowe,</li> <li>przygotować prezentację na temat zastosowań diody i tranzystora</li> </ul>
17-19	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
<b>Dział 15. Optyka geometryczna</b>			
1	Zjawisko odbicia i załamania światła (X.6, X.19) Zademonstrowanie zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła (X.20d)	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować i stosować prawo odbicia,</li> <li>wyjaśnić różnicę między odbiciem i rozproszeniem światła,</li> <li>stosować prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków,</li> <li>posługiwać się pojęciem współczynnika załamania ośrodka,</li> <li>zademonstrować zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła,</li> <li>zapisać i objaśnić prawo załamania światła,</li> <li>opisać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</li> <li>zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków,</li> <li>wyjaśnić zjawiska optyczne w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</li> </ul>
2-4	Całkowite wewnętrzne odbicie (X.6, X.7) Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego (X.20e)	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li> <li>wymienić warunki, w których zachodzi zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li> <li>posługiwać się pojęciem kąta granicznego,</li> <li>wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (światłowod)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować kąt graniczny,</li> <li>opisać i wyjaśnić działanie światłowodu,</li> <li>opisać metodę wyznaczania współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego i wykonać doświadczenie,</li> <li>przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować prawo odbicia w celu konstruowania obrazu w zwierciadle płaskim,</li> <li>• konstruować obrazy w zwierciadłach kulistych wklęsłych i wypukłych,</li> <li>• wymienić cechy obrazów w zwierciadłach płaskich i kulistych,</li> <li>• posługiwać się pojęciem powiększenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i przedyskutować zależność ogniskowej zwierciadła od kąta padania promieni na zwierciadło,</li> <li>• wyprowadzić równanie zwierciadła kulistego,</li> <li>• przedstawić zależność <math>y(x)</math> za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres,</li> <li>• zdefiniować powiększenie,</li> <li>• rozwiązywać zadania, wykorzystując poznane wielkości fizyczne i związki między nimi</li> </ul>
7–8	Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła (X.4) (I.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać bieg promienia świetlnego w pryzmacie,</li> <li>• opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach,</li> <li>• podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić graficznie i omówić przejście promienia świetlnego przez pryzmat,</li> <li>• wyprowadzić i przedyskutować wzór na kąt odchylenia w pryzmacie,</li> <li>• podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w pryzmacie,</li> <li>• przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie (halo, tęcza)</li> </ul>
9–12	Soczewki (X.17, X.18) Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki (X.20f)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować do obliczeń równanie soczewki,</li> <li>• opisać jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej promieni krzywizn oraz współczynnika załamania,</li> <li>• stosować do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką,</li> <li>• konstruować obrazy wytworzone przez soczewki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić równanie soczewki,</li> <li>• narysować i przedyskutować wykres zależności <math>y(x)</math> dla soczewki skupiającej,</li> <li>• wyprowadzić zależność ogniskowej soczewki od jej promieni krzywizn oraz współczynnika załamania,</li> <li>• przedyskutować wzór soczewkowy dla soczewki szklanej w ośrodku o współczynniku załamania większym od współczynnika załamania materiału soczewki,</li> <li>• zbadać doświadczalnie zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu,</li> <li>• wyznaczyć ogniskową soczewki</li> </ul>
13	Lupa i oko. Wady wzroku (X.17, X.18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skonstruować obraz wytworzony przez lupę,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega akomodacja oka,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność,</li> <li>• podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować działanie lupy i oka (w tym podstawowe wady wzroku) jako przyrządów optycznych,</li> <li>• wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy,</li> <li>• przygotować prezentację o innych przyrządach optycznych (mikroskop, luneta)</li> </ul>
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:
<b>Dział 16. Fale mechaniczne</b>			
1	Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne (X.1, X.14)	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię,</li> <li>rozdzielić fale poprzeczne i podłużne,</li> <li>podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,</li> <li>analizować rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować pojęcie fali mechanicznej,</li> <li>przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego fala podłużna może rozchodzić się w ciałach stałych, cieczech i gazach,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala na powierzchni cieczy jest tylko w uproszczeniu falą poprzeczną</li> </ul>
2	Wielkości charakteryzujące fale (X.2, X.3) (V.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciami: promień fali, czoło fali, powierzchnia falowa,</li> <li>rozdzielić fale kuliste i płaskie,</li> <li>na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,</li> <li>posługiwać się wielkościami fizycznymi charakteryzującymi falę harmoniczną (okres, częstotliwość, amplituda, długość fali),</li> <li>posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (<math>W/m^2</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować powierzchnię falową,</li> <li>zdefiniować natężenie fali i jednostkę natężenia,</li> <li>opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,</li> <li>stosować wzór na natężenie fali kulistej,</li> <li>wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań</li> </ul>
3–4	Funkcja falowa fali płaskiej (I.20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (<math>x</math>) i od czasu (<math>t</math>),</li> <li>odczytać z wykresu <math>y(t)</math> okres fali,</li> <li>odczytać z wykresu <math>y(x)</math> długość fali,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zgodność faz dwóch punktów fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić funkcję falową opisującą falę harmoniczną w różnych postaciach,</li> <li>zbadać zależność <math>y(x)</math> wychylenia cząstki od jej odległości od źródła w ustalonej chwili <math>t_0</math>,</li> <li>zbadać zależność <math>y(t)</math> wychylenia od czasu dla wybranej cząstki biorącej udział w ruchu falowym,</li> <li>stosować funkcję falową do obliczania długości fali,</li> <li>sporządzić wykresy funkcji falowej <math>y(x)</math> dla różnych faz początkowych</li> </ul>
5–6	Interferencja fal płaskich (X.10, X.20c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić graficznie interferencję fal o fazach zgodnych i przeciwnych,</li> <li>obserwować zjawisko interferencji fal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować zasadę superpozycji fal,</li> <li>wykazać, że amplituda fali wypadkowej jest stała i zależy od przesunięcia fazowego <math>\varphi_0</math>,</li> <li>wyjaśnić zjawisko interferencji fal,</li> <li>opisać matematycznie interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach,</li> <li>opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,</li> <li>posługiwać się pojęciami częstotliwości podstawowej i wyższych harmonicznych</li> </ul>



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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem fali stojącej,</li> <li>• opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,</li> <li>• podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastosować zasadę superpozycji dla identycznych fal biegnących w przeciwne strony,</li> <li>• podać warunki powstawania fali stojącej i opisać ją matematycznie,</li> <li>• wykazać, że amplituda fali stojącej zależy od położenia <math>x</math> punktu ośrodka, a nie zależy od czasu,</li> <li>• obliczyć odległość między węzłami i strzałkami fali stojącej</li> </ul>
9–10	Zasada Huygensa i jej konsekwencje (X.8, X.12, X.20b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,</li> <li>• na podstawie obserwacji opisać jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie spójności fal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować zasadę Huygensa,</li> <li>• opisać zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fali,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega spójność źródeł fal,</li> <li>• sformułować warunki maksymalnego wzmocnienia i maksymalnego osłabienia fal</li> </ul>
11–12	*Fale akustyczne (X.1, X.2, X.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać źródła fal akustycznych,</li> <li>• stosować wzór <math>\lambda = \frac{v}{\nu}</math> dla fal akustycznych,</li> <li>• wymienić cechy dźwięków,</li> <li>• analizować rozchodzenie się dźwięku w powietrzu,</li> <li>• porównać szybkość rozchodzenia się fal akustycznych w różnych ośrodkach (np. w powietrzu, wodzie, żelazie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić klasyfikację wrażeń słuchowych,</li> <li>• obliczać natężenie fali dźwiękowej,</li> <li>• zdefiniować poziom natężenia fali akustycznej i jego jednostkę,</li> <li>• omówić wykres zależności poziomu natężenia od ilorazu natężenia badanej fali i progu słyszalności,</li> <li>• obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach</li> </ul>
13–14	Zjawisko Dopplera (X.13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sytuacje, w których występuje zjawisko Dopplera,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i interpretować wzory na częstotliwość odbieranej fali dla różnych przypadków względnego ruchu źródła i odbiornika,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera</li> </ul>
15–17	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:
<b>Dział 17. Niepewności pomiarowe</b>			
1-2	Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio (I.13–I.16)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: grubo, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna),</li> <li>• objaśnić podstawowe pojęcia,</li> <li>• wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>• rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne,</li> <li>• objaśnić wzór na niepewność względną,</li> <li>• wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności,</li> <li>• przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować niepewność względną,</li> <li>• objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów,</li> <li>• przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu),</li> <li>• wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa,</li> <li>• omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności,</li> <li>• opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne,</li> <li>• posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji,</li> <li>• stosować poprawny zapis wyniku pomiaru,</li> <li>• wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul>
3	Niepewności pomiarów pośrednich (I.15, I.16)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady pomiarów pośrednich,</li> <li>• posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności,</li> <li>• uwzględniać niepewności przy sporządzaniu wykresów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,</li> <li>• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,</li> <li>• sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego,</li> <li>• przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego,</li> <li>• stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową</li> </ul>