

Wymagania edukacyjne z fizyki w klasie trzeciej Liceum Ogólnokształcącego Zespołu Szkół po szkole podstawowej (zakres rozszerzony – klasa 3 B)

L.P	Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Prąd stały i modele przewodnictwa					
1.	1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	• objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny, • posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami, • podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia	• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, • posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką, • podać treść I prawa Kirchhoffa, • stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa, • zademonstrować I prawo Kirchhoffa	• zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, • dodawać napięcia w układzie ogniwo- połączonych szeregowo	• objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, • skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym
2.	3–6. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik, • zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, • podać jednostkę oporu	• przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę, • wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową, • wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma, • narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,	• odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór, • sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników, • zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności,	• analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności $I \sim U$, • podać sens fizyczny oporu, • wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego, • wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora

			• opisać wpływ zmian tempera-tury na opór przewodnika	• dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo	
3.	7–8. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe, • objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej, • wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego	• połączyć szeregowo kilka oporników, • połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa, • obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	• opisać rozkład napięć i natężeń prądu w łączeniach szeregowym lub równoległym oporników, • wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	• upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany, • wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza
4.	9. Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika	• obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne	• analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika, • posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką	• zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego	• zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika, • podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego
5.	10–11. Praca i moc prądu elektrycznego	• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu, • odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika	• zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule’a, • wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń	• opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu, • opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu	• przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej
6.	12–14 Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	• zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej	• wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami	• wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do	• przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego,

		jednostki wielkości fizycznych, • zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości	ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie, • wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa	przemieszczonego ładunku, • zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku	• podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{\Delta q}$, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu, • zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
7.	15. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		• zapisać wzór wyrażający zależność $U(I)$ dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości	• sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła, • dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła	• wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie $U(I)$ oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami
8.	16–18. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		• wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa	• skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki	• zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz,

					• stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych, • obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa
9.	19. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	• podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika	• opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach, • rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury	• opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników, • opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali	• przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku
10.	20–21. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor (złącze n-p-n i p-n-p)	• wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie, • wskazać funkcję tranzystora w obwodzie	• rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n, • wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora, • wymienić kilka rodzajów tranzystorów	• opisać budowę i działanie złącza n-p, • naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej, • wyjaśnić zasadę działania tranzystora, • podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego	• zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła
11.	22. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	• wskazać nośniki ładunku w cieczach i gazach	• wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów,	• wyprowadzić wzór na prędkość jonów w	• wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów,

			• wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola, • wyjaśnić zjawisko termoemisji	elektrolicie i zinterpretować ten wzór, • opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami, • wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia	• wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów, • skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu
Pole magnetyczne					
12.	1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	• opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych, • udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne	• rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, • określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe, • opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami	• posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych, • opisać pole magnetyczne Ziemi	• skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim

13.	3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	- wykonać doświadczenie Ørsteda, - zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła	- wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji, - wymienić cechy siły elektrodynamicznej	znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego	skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda
14.	5. Wektor indukcji magnetycznej	- wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym, - zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej, - podać jednostkę indukcji magnetycznej,	- wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) działa siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości, - wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, - stosować regułę lewej dłoni	zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru	wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudo wektorem
15.	6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	- odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>, - stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$	- wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy, - zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, - podać przykłady zastosowania cyklotronu, - omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako	wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością,	- omówić budowę i zasadę działania cyklotronu, - opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt α, - przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach:

			osłony przed wiatrem słonecznym	• obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym	elektrycznym i magnetycznym, • omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej
16.	9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	• naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy	• zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy, • stosować regułę prawej dłoni	• wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar, • podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój	• stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy, • stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem
17.	12. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		• zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem, • posługiwać się definicją ampera	• zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników, • podać definicję ampera	• przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem
18.	13. Silnik elektryczny	• wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną, • wymienić zastosowania silnika elektrycznego	• opisać budowę modelu silnika elektrycznego, • narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym	• na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały	• na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych

19.	14–15. Właściwości magnetyczne substancji	• zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji	• opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków	• opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub para-magnetyka, • obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem	• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji, • rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, • omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy
L.P	Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Indukcja elektromagnetyczna					
20.	1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	• zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego	• opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie	• zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę, • podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego-go w zamkniętym obwodzie	• na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej
21.	4–5. Siła elektromotoryczna indukcji	• wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym	• opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,	• wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu	• wyprowadzić wzór na SEM indukcji, • przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,

		tycznym prostopadle do linii pola, • zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya	• sformułować prawo indukcji Faradaya	magnetycznym prostopadle do linii pola, • na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość, • obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej	• sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\varepsilon(t)$ oraz $I(t)$
22.	6–7. Reguła Lenza	• zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie, • wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej	• sformułować regułę Lenza	• uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, • stosować regułę Lenza w prostych przykładach	• stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
23.	8–9. Zjawisko samoindukcji	• podać przykład występowania zjawiska samoindukcji	• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji, • wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności	• zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji, • uzasadnić kształt wykresu $I(t)$ podczas zamykania i otwierania obwodu prądu stałego	• wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku
24.	10–13. Prąd zmienny	• wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,	• opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu, • zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicie od czasu,	• przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,	• sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\varepsilon(t)$ oraz analizować ich przebieg, • przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na

		• nazwać prąd powstający w prądniczy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę, • podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce	• wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami	• zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego, • zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną	natężenie skuteczne prądu przemiennego, • wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu $I(t)$
25.	14–15. Transformator	• wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator, • opisać budowę transformatora, • rozpoznać wyłącznik różnicowo-wy i posłużyć się nim	• wyjaśnić zasadę działania transformatora, • zdefiniować przekładnię transformatora, • zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią	• znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora, • wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem, • obliczać straty energii w linii przesyłowej	• wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, • wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
26.	16. Zastosowanie diody i tranzystora	• wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe	• zademonstrować diodę jako źródło światła, • wymienić przykład urządzenia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający	• opisać zasadę działania prostownika jedno i dwupołkowego, • narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza	• przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe
L.P	Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Optyka geometryczna					
27.	1. Zjawisko odbicia i załamania światła	• opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła,	• przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości,	• podać przybliżony zakres długości i	• porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z

		• przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać promień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną, • przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany, • rozróżnić odbicie i rozpraszanie światła, • wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze	• wyjaśnić zasadę działania światel odblaskowych, • wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach, • zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach, • zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku, • podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego	częstotliwości fal świetlnych, • zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania	długościami fal światła widzialnego, • wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku, • objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
28.	2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	• opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka, • wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia	• za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny	• zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego, • wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego	• przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów, • przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie
29.	5–6. Zwierciadła	• naszkicować konstrukcję obrazu	• konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach	• podać definicję powiększenia,	• wykazać zależność ognisko-wej zwierciadła

		punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim, • naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy	płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy, • posługiwać się pojęciem powiększenia	• wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła	kulistego od kąta padania światła, • wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować, • przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres
30.	7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	• zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy, • opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektro-magnetycznych o różnych częstotliwościach	• naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki, • podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła	• wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach	• wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować, • opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, • przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
31.	9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	• konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów, • przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu, • zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę	• nazwać soczewki o różnych kształtach, • zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek, • wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki, • stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki	• wyprowadzić równanie soczewki, • doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, • wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej	• wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować, • sporządzić wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej i go zinterpretować, • wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej

32.	13. Lupa i oko. Wady wzroku	• podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów	• wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie, • wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, • podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności	• wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy, • podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych	• przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku, • opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie
Fale mechaniczne					
33.	1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	• zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej, • podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej	• opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię	• przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej, • wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach	• objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy
34.	2. Wielkości charakteryzujące fale	• na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, • używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość	• definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej, • posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2), • podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną	• zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę, • wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej	• przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego, • opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła, • wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań

35.	3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę	- uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t), - zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali	- przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej, - zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej	- przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej, - przeanalizować zależność $y(x)$ dla ustalonej chwili i $y(t)$ dla wybranej cząstki, - sporządzać wykresy funkcji falowych
36.	5–6. Interferencja fal płaskich	- podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów, - wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal, - zaobserwować zjawisko interferencji fal	naszkicować fale składowe o jednakowych T i A oraz falę wypadkową dla faz: $0, \pi$ i $0 < \varphi_0 < \pi$	wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik	- opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, - zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
37.	7–8. Fale stojące		- opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, - podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej	- podać warunki powstawania fali stojącej, - zademonstrować falę stojącą, - obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej	przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję
38.	9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	- obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, - naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie	- podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć, - wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne, - podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji	- sformułować zasadę Huygensa, - sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek	- stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji, - wyprowadzić i skomentować warunek

			w danym punkcie nie zmienia się z czasem	interferencji w wybranym punkcie, • wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami	wzmocnienia i wygaszenia fali
38.	11–12. *Fale akustyczne	• podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości, • podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych, • podać cechy dźwięków	• podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach	• wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku, • obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach	• zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę, • przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
39.	13–14. Zjawisko Dopplera	• opisać istotę zjawiska Dopplera, • przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera	• zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora, • wskazać na schemacie zmianę długości fali	• na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora, • podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków	• na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła
Niepewności pomiarowe					
40.	1–2. Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku	• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego,	• objaśnić wzór na niepewność względną, • wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,	• zdefiniować niepewność względną, • objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność	• wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa, • opisać funkcję Gaussa,

	pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio	błędy: gruby, 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	• 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	standardową wyniku pomiarów, • przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu), • obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy $S_{x\text{śr}} \ll \Delta x$	• 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, • wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
41.	3. Niepewności pomiarów pośrednich	• 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	• skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, • skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, • uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów	• sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego, • przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego	• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, • obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, • stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową

W opracowaniu wymagań zrezygnowano z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, bo musiałyby się powtarzać prawie w każdym temacie. Proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki, powinien wykonywać uczeń na ocenę dostateczną. Typowe zadania

powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą oczekujemy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, wymagających formułowania i analizowania problemu oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.