

Wymagania edukacyjne z fizyki klasa III zakres rozszerzony od roku szkolnego 2024/2025

Wymagania na ocenę dopuszczającą Uczeń potrafi:	Wymagania na ocenę dostateczną Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania na ocenę dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny bardzo dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny celującą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa				
<ul style="list-style-type: none"> - 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 - podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik, - zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, - podać jednostkę oporu narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równolegle, - objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej, - wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego - obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne, - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - 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, - opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika - połączyć szeregowo kilka oporników, - połączyć równolegle kilka oporników i do tego układu, - zastosować I prawo Kirchhoffa, - obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle - analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika, - posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką, 	<ul style="list-style-type: none"> - zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, - dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo - odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór, - sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników, - zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności, - dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo - opisać rozkład napięć i natężeń prądu w łączeniach szeregowym lub równoległym oporników, - wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle - zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego, - opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu, - opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu - wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku, 	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, - 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. - - - upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany, - wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza - zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika, - podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego, - przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej - przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego, - podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{\Delta Q}$, - opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada 	<ul style="list-style-type: none"> - skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym

<ul style="list-style-type: none"> - zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych, - zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości, - podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika, - wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie, - wskazać nośniki ładunku w cieczech i gazach 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule'a, - wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń, - wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie, - wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa, - zapisać wzór wyrażający zależność $U(I)$ dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości - wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa, - opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach, - rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury, - rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n, - wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora, - wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów, - wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola, - wyjaśnić zjawisko termoemisji 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, - opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy biernie i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku, - sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła, - dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła, - skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki, - opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników, - opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali, - opisać budowę i działanie złącza n-p, - naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej, - wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór, - opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami, - wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia 	<ul style="list-style-type: none"> opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu, - zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego, - 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 - zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz, - stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniwo o różnych siłach elektromotorycznych, - obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa, - przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku, - zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła, - wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów, - 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 	
---	---	---	--	--

Dział 13. Pole magnetyczne

<ul style="list-style-type: none"> -opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych, - udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne, - wykonać doświadczenie Ørsteda, - zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła, - 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 zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>, - stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$, - naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy, - wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną, - wymienić zastosowania silnika elektrycznego, - zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji 	<ul style="list-style-type: none"> - 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, - wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji, - wymienić cechy siły elektrodynamicznej, - 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, - 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 osłony przed wiatrem słonecznym, - zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy, przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy, - stosować regułę prawej dłoni, - zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem, - posługiwać się definicją ampera, 	<ul style="list-style-type: none"> - posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych, - opisać pole magnetyczne Ziemi, - znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego, - zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru, - wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością, - obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym, - wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar, - podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój, - zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników, - podać definicję ampera, na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały, - opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub paramagnetyka, - obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem, - 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: elektrycznym i magnetycznym, - 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, - przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem, - zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji, - rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, - omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy 	<ul style="list-style-type: none"> - skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim, - skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda, - na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych
---	---	---	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> - opisać budowę modelu silnika elektrycznego, - narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym, - opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków 			
Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna				
<ul style="list-style-type: none"> - zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego, - wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya, - zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie, - wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej, - wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną, - nazwać prąd powstający w prądnicę i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę, - podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce, - wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator, - opisać budowę transformatora, - rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim, - wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie, - opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - sformułować prawo indukcji Faradaya, - sformułować regułę Lenza, - opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu, - zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicę od czasu, - wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami, - wyjaśnić zasadę działania transformatora, - zdefiniować przekładnię transformatora, - zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skuteczkich w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią, - zademonstrować diodę jako źródło światła, 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę, - podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie, - wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu 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, - uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, - stosować regułę Lenza w prostych przykładach, - przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy, - zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego, - zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną, 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na SEM indukcji, - przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji, - sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\varepsilon(t)$ oraz $I(t)$, - stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach, - sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\varepsilon(t)$ oraz analizować ich przebieg, - przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego, - wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu $I(t)$, - wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, - wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego, 	<ul style="list-style-type: none"> - na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej, - przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe

Dział 15. Optyka geometryczna

<ul style="list-style-type: none"> - opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła, - 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, - 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, - naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim, - naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy, - zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy, - opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach, - 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, 	<ul style="list-style-type: none"> - przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości, wyjaśnić zasadę działania światel odbłaskowych, - 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, - za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny, - konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz - wymieniać ich cechy, - posługiwać się pojęciem powiększenia, - naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki, - podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła, - 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, - wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie, 	<ul style="list-style-type: none"> - podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych, - zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania, - zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego, - wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego, - podać definicję powiększenia, - wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła, - wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach, - wyprowadzić równanie soczewki, - doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, - wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej, - wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy, - podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych 	<ul style="list-style-type: none"> - porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego, - wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku, - objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego, - przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów, - przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie, - wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła, - wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować, - przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres, - wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować, - opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować, - sporządzić wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej i go zinterpretować, - wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej, - opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie 	<ul style="list-style-type: none"> - przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie, - przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku,
--	--	--	--	---

<ul style="list-style-type: none"> - podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, - podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności 			
---	--	--	--	--

Dział 16: Fale mechaniczne

<ul style="list-style-type: none"> - zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej, - podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej, - na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, - używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość, - wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań, - podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów, - wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal, - zaobserwować zjawisko interferencji fal, - obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, - naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie, - podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości, - podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych, - podać cechy dźwięków, - opisać istotę zjawiska Dopplera, - przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię, - 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, - 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, - naszkicować fale składowe o jednakowych T i A oraz falę wypadkową dla faz: $0, \pi$ i $0 < \varphi_0 < \pi$, - opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, - podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej, - podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć, 	<ul style="list-style-type: none"> - 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, - zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę, - wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej, - przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej, zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej, - wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik, - podać warunki powstawania fali stojącej, - zademonstrować falę stojącą, - obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej, - sformułować zasadę Huygensa, - sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie, 	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy, - 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, - przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej, - przeanalizować zależność $y(x)$ dla ustalonej chwili i $y(t)$ dla wybranej cząstki, - sporządzać wykresy funkcji falowych, - opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, - zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne, - stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji, 	<ul style="list-style-type: none"> - przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję, - przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
--	--	---	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne, - podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem, - podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach, - zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora, - wskazać na schemacie zmiany długości fali 	<ul style="list-style-type: none"> - wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami, - wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku, - obliczać poziomy natężenie dźwięków o różnych natężeniach, - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali, - zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę, - na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła 	
--	---	---	--	--

Dział 17. Niepewności pomiarowe

<ul style="list-style-type: none"> - posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, 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, - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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, - skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, - uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów 	<ul style="list-style-type: none"> - 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), - obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy $S_{x\text{śr}} \ll \Delta x$, - sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru średniego, - przeprowadzić analizę wyników pomiaru średniego 	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa, - opisać 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, - wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących, - 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 	
---	--	---	---	--