

Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi przedmiotu fizyka i astronomia w zakresie rozszerzonym dla podręcznika *Fizyka II Cz. 1 i 2* przeznaczonego do liceum ogólnokształcącego

Temat (rozumiany jako lekcja)	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca)	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)	Wymagania rozszerzające (ocena dobra)	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra)	Wymagania wykraczające (ocena celująca)
Dział 1. Elektrostatyka					
1.1. Ładunek elektryczny. Elektryzowanie ciał	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>ładunek</i> i <i>ładunek elementarny</i>; definiuje pojęcie <i>jon</i>; rozdziela ładunki jedno- i różnoimiennie; definiuje zjawisko elektryzowania ciał; wymienia sposoby elektryzowania ciał; formułuje zasadę zachowania ładunku; definiuje terminy <i>izolator</i>, <i>przewodnik</i>, <i>półprzewodnik</i>. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm elektryzowania się ciał; opisuje sposoby elektryzowania ciał; oblicza ilość elektronów na podstawie wartości ładunku całkowitego; wykorzystuje zasadę zachowania ładunku w sytuacjach typowych; opisuje budowę elektroskopu; zapisuje jednostkę ładunku elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasady zachowania ładunku w sytuacjach praktycznych; opisuje własności przewodników, izolatorów i półprzewodników; wyjaśnia zasadę działania elektroskopu. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm elektryzowania; wykorzystuje zasadę zachowania ładunku w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> opisuje elektron jako cząstkę elementarną; projektuje doświadczenia prezentujące różne sposoby elektryzowania się ciał.
1.2. Prawo Coulomba	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>przenikalność elektryczna</i> i <i>stała dielektryczna</i>; formułuje prawo Coulomba; definiuje termin <i>ładunek punktowy</i>. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> opisuje metody zastosowania substancji o różnej przenikalności elektrycznej; opisuje oddziaływanie elektryczne pomiędzy ciałami naładowanymi jednoimiennie i 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie wartości przenikalności elektrycznej różnych substancji; podaje przykłady materiałów o różnej przenikalności elektrycznej. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo Coulomba w sytuacjach problemowych; zaznacza wektor siły Coulomba. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>różnoimiennie;</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność opisującą prawo Coulomba; • wykorzystuje prawo Coulomba w sytuacjach typowych. 			
<p>1.3. Pole elektryczne. Natężenie pola elektrostatycznego</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie pola elektrycznego; • definiuje źródło pola; • definiuje pojęcie pola elektrostatycznego; • wskazuje ładunek źródłowy; • definiuje termin <i>natężenie pola elektrycznego</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje <i>termin</i> dipol; • opisuje pole dipolowe; • rysuje linie pola elektrycznego w sytuacjach podstawowych; • korzysta z pojęcia pola elektrycznego do opisywania pola w zadanej sytuacji; • oblicza natężenie pola elektrycznego w sytuacjach typowych; • kreśli wykres natężenia pola elektrycznego od odległości od źródła dla ładunku punktowego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia graficznie pole dipolowe; • rysuje linie pola elektrycznego w sytuacjach problemowych; • wykorzystuje zasadę superpozycji pól elektrycznych do obliczania natężenia pola, w sytuacjach kiedy kierunki wektorów natężenia są zgodne; • kreśli wykres natężenia pola elektrycznego od odległości od źródła dla naładowanej powłoki kulistej. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje natężenie pola elektrycznego jako wielkość wektorową; • oblicza natężenie pola elektrycznego w sytuacjach problemowych; • wykorzystuje zasadę superpozycji pól elektrycznych do obliczania natężenia pola w sytuacjach, kiedy kierunki wektorów natężeń są prostopadłe. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>moment dipolowy</i> i zapisuje zależność określającą wielkość momentu dipolowego; • wykorzystuje zasadę superpozycji pól elektrycznych do obliczania natężenia pola, w sytuacjach kiedy kierunki wektorów natężeń leżą pod dowolnym kątem; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
<p>1.4. Badanie kształtu linii pola elektrycznego</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza szkice linii pól elektrycznych badanych w doświadczeniu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje sporządzone przez siebie szkice linii pól elektrycznych badanych w doświadczeniu z przewidywaniami teoretycznymi; • formułuje wnioski na temat zgodności 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarów; • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie i sporządza dokumentację.

		otrzymanych wyników z przewidywaniami.			
1.5. Praca i energia potencjalna w polu elektrostatycznym	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje energię i pracę w polu elektrycznym; • definiuje termin <i>pole zachowawcze</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie posługuje się pojęciami energii i pracy w polu elektrycznym; • zapisuje zależności pozwalające obliczyć energię i pracę w polu elektrycznym; • oblicza wartości energii i pracy w polu elektrycznym w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie zachowawczości pola elektrycznego; • wskazuje wielkość pracy w polu elektrycznym na wykresie wartości siły od odległości; • kreśli wykresy zależności energii potencjalnej w centralnym polu elektrycznym. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartości energii i pracy w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych; • wyprowadza zależność określającą wartość pracy w polu elektrycznym; • wyprowadza warunek zachowawczości pola elektrycznego; • wyprowadza zależność określającą wartość energii potencjalnej w polu elektrycznym. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
1.6. Potencjał pola elektrostatycznego i potencjał przewodnika	<p>uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>potencjał pola elektrycznego</i>; • definiuje termin <i>napięcie elektryczne</i>; • definiuje pojęcie powierzchni ekwipotencjalnych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem potencjału pola w sytuacjach typowych; • wskazuje powierzchnie ekwipotencjalne; • oblicza wartość potencjału pola w sytuacjach typowych; • kreśli wykres potencjału pola elektrycznego od odległości od źródła dla ładunku punkowego; • zapisuje jednostkę potencjału pola elektrycznego za 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem potencjału pola w sytuacjach problemowych; • kreśli wykres potencjału pola elektrycznego od odległości od źródła dla naładowanej powłoki kulistej; • wykorzystuje zasadę superpozycji pól elektrycznych do obliczania potencjału pola w sytuacjach typowych; • zamienia wartości 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość potencjału pola w sytuacjach problemowych; • wykorzystuje zasadę superpozycji pól elektrycznych do obliczania potencjału pola w sytuacjach problemowych; • wyprowadza zależność pomiędzy pracą w polu elektrycznym a napięciem. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>pomocą jednostek podstawowych układu SI;</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>elektronowolt</i> jako jednostkę energii. 	<p>energii zapisanej w elektronowoltach na wartości energii zapisane w dżulach i odwrotnie.</p>		
1.7. Rozmieszczenie ładunków na przewodniku	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumie, że ładunek w przewodniku gromadzi się na zewnętrznej powierzchni; rozumie, że rozmieszczenie ładunku na przewodniku nie zawsze jest równomierne; opisuje wpływ pola elektrycznego na ładunek zgromadzony w przewodniku; definiuje termin <i>klatka Faradaya</i>; definiuje termin <i>piorunochron</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>powierzchniowa gęstość ładunku</i>; opisuje rozmieszczenie ładunku w przewodniku; wyjaśnia wpływ krzywizny przewodnika na rozmieszczenie ładunku; wyjaśnia znaczenie wpływu pola elektrycznego na ładunek zgromadzony w przewodniku; opisuje potencjał pola elektrycznego na powierzchni przewodnika. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie powierzchniowej gęstości ładunku; wykorzystuje pojęcie powierzchniowej gęstości ładunku w sytuacjach typowych; oblicza powierzchniową gęstość ładunku w sytuacjach typowych; wyjaśnia zasadę działania klatki Faradaya i piorunochronu; zapisuje zależność natężenia pola elektrycznego na powierzchni przewodnika od powierzchniowej gęstości ładunku; wykorzystuje wielkość potencjału do obliczania ładunku zgromadzonego na przewodniku w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pojęcie powierzchniowej gęstości ładunku w sytuacjach problemowych; wykorzystuje zależność natężenia pola elektrycznego na powierzchni przewodnika od powierzchniowej gęstości ładunku; wykorzystuje wielkość potencjału do obliczania ładunku zgromadzonego na przewodniku w sytuacjach problemowych; wyjaśnia zjawisko wiatru elektronowego; wyjaśnia mechanizm wyładowań atmosferycznych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność natężenia pola elektrycznego na powierzchni przewodnika od powierzchniowej gęstości ładunku; projektuje doświadczenie prezentujące rozmieszczenie ładunku elektrycznego na przewodniku kulistym; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

1.8. Pojemność elektryczna przewodnika	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>pojemność elektryczna przewodnika</i>; definiuje termin <i>elektrometr</i>. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie wartości pojemności elektrycznej; zapisuje zależność określając wielkość pojemności elektrycznej; oblicza pojemność elektryczną przewodnika w sytuacjach typowych; zapisuje jednostkę pojemności elektrycznej za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza wymiary przewodnika na podstawie wartości pojemności w sytuacjach typowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza pojemność elektryczną i wymiary przewodnika w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
1.9. Kondensatory. Energia naładowanego kondensatora	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>kondensator</i> i <i>kondensator płaski</i>; wskazuje okładki kondensatora płaskiego; definiuje termin <i>powierzchnia czynna kondensatora płaskiego</i>; definiuje termin <i>dielektryk</i> jako izolator umieszczany między okładkami kondensatora. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność opisującą pojemność kondensatora; oblicza pojemność elektryczną kondensatora w sytuacjach typowych; wskazuje powierzchnię czynną kondensatora płaskiego; zapisuje zależność opisującą pojemność kondensatora płaskiego; oblicza pojemność elektryczną kondensatora 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza wymiary kondensatora płaskiego oraz przenikalność elektryczną dielektryka w sytuacjach typowych; oblicza napięcie pomiędzy okładkami kondensatora w sytuacjach typowych; opisuje wpływ dielektryka włożonego pomiędzy okładki kondensatora na pole elektryczne w kondensatorze 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza pojemność elektryczną kondensatora i kondensatora płaskiego w sytuacjach problemowych; oblicza napięcie pomiędzy okładkami kondensatora w sytuacjach problemowych; oblicza natężenie pola elektrycznego w kondensatorze w sytuacjach problemowych; oblicza energię 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność opisującą energię kondensatora; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>płaskiego w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje pole elektryczne w kondensatorze; • rysuje linie pola elektrycznego w kondensatorze; • oblicza natężenie pola elektrycznego w kondensatorze w sytuacjach typowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię kondensatora i pracę potrzebną do naładowania kondensatora w sytuacjach typowych. 	<p>kondensatora i pracę potrzebną do naładowania kondensatora w sytuacjach problemowych.</p>	
1.10. Łączenie kondensatorów	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznaje sposoby łączenia kondensatorów: szeregowo i równoległe; • definiuje pojemność zastępczą. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pojemność zastępczą połączonych kondensatorów połączonych szeregowo lub równoległe w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnice w zachowaniu ładunku w kondensatorze włączonym i nie włączonym do obwodu; • oblicza pojemność zastępczą połączonych kondensatorów połączonych w sposób mieszany w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pojemność zastępczą połączonych kondensatorów w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pojemność kondensatora płaskiego częściowo wypełnionego dielektrykiem lub wypełnionego różnymi dielektrykami • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
1.11. Ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym . Lampa oscyloskopowa	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje tor ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym; • definiuje akcelerator cząstek naładowanych; • podaje przykłady zastosowania lampy oscyloskopowej; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Coulomba oraz wielkości opisujące pole do wyznaczania parametrów ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach typowych; • wyjaśnia podstawową zasadę działania 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza równanie toru ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach typowych; • opisuje obrazy uzyskane na ekranie lampy oscyloskopowej dla różnych przebiegów napięć. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Coulomba oraz wielkości opisujące pole do wyznaczania parametrów ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych; • wyznacza równanie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>akceleratora cząstek naładowanych;</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>lampa oscyloskopowa</i>; wyjaśniać zasadę działania lampy oscyloskopowej. 		<p>toru ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych.</p>	
Dział 2. Prąd stały					
2.1. Prąd elektryczny. Źródła napięcia	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prąd elektryczny</i>; definiuje termin <i>nośnik prądu</i>; definiuje termin <i>źródło napięcia</i>; definiuje termin <i>siła elektromotoryczna</i>; definiuje termin <i>obwód elektryczny</i>; wskazuje umowny kierunek przepływu prądu w obwodzie; definiuje terminy <i>woltomierz</i> i <i>amperomierz</i>; definiuje termin <i>natężenie prądu elektrycznego</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje elektrony i jony jako nośniki prądu; definiuje termin <i>elektrolit</i>; wyjaśnia mechanizm przepływu prądu; podaje przykłady źródeł napięcia; zapisuje zależności określające wartość siły elektromotorycznej; rozumie różnicę między kierunkiem ruchu elektronów i umownym kierunkiem przepływu prądu; opisuje zastosowania i sposób wykorzystania amperomierza i woltomierza; zapisuje zależność określającą wartość natężenia prądu definiuje termin <i>amper</i> ; oblicza natężenie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę ogniwa Volty; opisuje budowę baterii oraz akumulatora; oblicza wartość siły elektromotorycznej; wskazuje poprawny sposób włączania mierników do obwodu amperomierza i woltomierza; definiuje termin <i>szybkość unoszenia</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę działania ogniwa Volty; wyjaśnia zasadę działania baterii oraz akumulatora; uzasadnia poprawny sposób włączania mierników do obwodu amperomierza i woltomierza; oblicza natężenie prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych; wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach problemowych; oblicza szybkość unoszenia w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza szybkość unoszenia w sytuacjach problemowych; wyjaśnia niedokładności pomiarowe wynikające z budowy mierników elektrycznych; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>prądu elektrycznego w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prąd stały</i>. 			
2.2. Praca i moc prądu	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>odbiornik energii elektrycznej</i>; definiuje terminy <i>praca i moc prądu elektrycznego</i>; definiuje termin <i>sprawność urządzeń elektrycznych</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach typowych; oblicza pracę i moc prądu elektrycznego w sytuacjach typowych; definiuje termin <i>kilowatogodzina</i> jako jednostkę pracy prądu elektrycznego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zbeczenie wartości sprawności urządzeń elektrycznych; oblicza sprawność urządzeń elektrycznych; zamienia wartości energii wyrażone w kilowatogodzinach na wartości wyrażone w dżulach i odwrotnie; oblicza koszty energii elektrycznej. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych; oblicza pracę i moc prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych; wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
2.3. Prawo Ohma. Opór elektryczny	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>opór elektryczny</i>; definiuje termin <i>opornik</i>; formułuje prawo Ohma; opisuje charakterystykę prądowo-napięciową; definiuje termin <i>opór właściwy</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę opornika; zapisuje jednostkę oporu elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI; wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach typowych; opisuje 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie oporu elektrycznego; kreśli charakterystyki prądowo-napięciowe w zadanych sytuacjach; wykorzystuje pojęcie oporu właściwego do obliczania parametrów przewodnika w sytuacjach typowych; wyjaśnia zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika; wykorzystuje zależność pomiędzy temperaturą 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych; wykorzystuje pojęcie oporu właściwego do obliczania parametrów przewodnika w sytuacjach problemowych; wykorzystuje prawo Ohma i pojęcie oporu 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko oporu elektrycznego i prawo Ohma; wyjaśnia niedokładności technicznej metody pomiaru oporu wynikające z różnych sposobów podłączenia mierników elektrycznych; opisuje zjawisko nadprzewodnictwa;

		<p>charakterystykę prądowo-napięciową;</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje przewodniki, izolatory i półprzewodniki za pomocą oporu właściwego; • zapisuje zależność wartości oporu przewodnika od jego oporu właściwego i wymiarów; • zapisuje zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika. 	<p>a oporem przewodnika w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia techniczną metodę pomiaru oporu. 	<p>właściwego w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika w sytuacjach problemowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
<p>2.4. Badanie charakterystyk prądowo-napięciowych</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiar wartości napięcia i natężenia prądu dla różnych wartości oporu opornika; • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej bez uwzględnienia niepewności pomiarowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich; • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej z uwzględnieniem niepewności pomiarowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; • poprawnie łączy elementy obwodu elektrycznego; • poprawnie podłącza amperomierz i woltomierz w obwodzie; • sporządza charakterystykę prądowo-napięciową; • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych; • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza wykresy.
<p>2.5. Łączenie oporników. Pierwsze prawo</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>opór</i> 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje schematy

<p>Kirchhoffa</p>	<p><i>zastępczy obwodu;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje różne sposoby łączenia oporników w obwodzie elektrycznym: szeregowo i równoległe; definiuje termin <i>bezpiecznik</i>; podaje przykłady zastosowania bezpieczników; formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa; wskazuje węzły w obwodzie. 	<p>zastępczy w obwodach prądu stałego połączonych szeregowo lub równoległe w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje schematy prostych obwodów elektrycznych i na ich podstawie wyznacza wartości opisujące przepływ prądu w sytuacjach typowych; opisuje budowę i zasadę działania bezpiecznika, opisuje zastosowania bezpieczników; wykorzystuje pierwsze prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach typowych. 	<p>zastępczy w obwodach prądu stałego połączonych w sposób mieszany w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> rysuje schematy prostych obwodów elektrycznych; wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika. 	<p>zastępczy w obwodach prądu stałego w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pierwsze prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych; analizuje schematy prostych obwodów elektrycznych i na ich podstawie wyznacza wartości opisujące przepływ prądu w sytuacjach problemowych. 	<p>obwodów elektrycznych o średnim stopniu skomplikowania i na ich podstawie wyznaczać wartości opisujące przepływ prądu w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
<p>2.6. Prawo Ohma całego dla obwodu</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>ciepło Joule'a</i>; formułuje prawo Joule'a/Lenza; definiuje termin <i>opór wewnętrzny ogniwa</i>; formułuje prawo Ohma dla całego obwodu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie oporu wewnętrznego ogniwa; wyznacza siłę elektromotoryczną, opór wewnętrzny, moc i sprawność źródła w sytuacjach typowych; wyznacza całkowity opór obwodu elektrycznego za pomocą pierwszego prawa Ohma w 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia prawo Joule'a-Lenza; przedstawia na wykresie i wyjaśnia zależność napięcia między biegunami ogniwa od natężenia prądu płynącego w obwodzie; wyjaśnia zjawisko zwarcia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza siłę elektromotoryczną, opór wewnętrzny, moc i sprawność źródła w sytuacjach problemowych; wyznacza całkowity opór obwodu elektrycznego za pomocą pierwszego prawa Ohma w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		sytuacjach typowych.				
2.7. Drugie prawo Kirchhoffa	pravo	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> formułuje drugie prawo Kirchhoffa; wskazuje oczka w obwodzie. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugie prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach typowych; analizuje obwody prądu stałego w sytuacjach typowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady łączenia źródeł siły elektromotorycznej; oblicza parametry zastępcze układów źródeł siły elektromotorycznej. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugie prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych; analizuje obwody prądu stałego w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> projektuje proste obwody elektryczne dla zadanych parametrów.
Dział 3. Magnetyzm						
3.1. Magnesy. Pole magnetyczne	Pole	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>magnes</i>; definiuje terminy <i>bieguny magnesu</i> i <i>dipol magnetyczny</i>; podaje przykłady zastosowania magnesu; definiuje termin <i>pole magnetyczne</i>; ma świadomość istnienia pola magnetycznego Ziemi; wskazuje bieguny magnetyczne Ziemi. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> opisuje właściwości magnesów i dipoli magnetycznych; wyjaśnia znaczenie własności magnesów; opisuje właściwości pola magnetycznego; kreśli linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesów trwałych; podaje przykłady źródeł pola magnetycznego; opisuje pole magnetyczne Ziemi; poprawnie oznacza bieguny pola magnetycznego Ziemi. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> kreśli linie pola magnetycznego wokół prostoliniowego i kołowego przewodnika z prądem; kreśli linie pola magnetyczne Ziemi. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pola magnetycznego Ziemi; wyjaśnia zasadę działania kompasu. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko pola magnetycznego wokół magnesu trwałego i przewodnika z prądem.
3.2. Badanie kształtu linii pola magnetycznego		uczeń: <ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego wokół magnesów trwałych, 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje udostępnione materiały i przyrządy do 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> samodzielnie przeprowadza doświadczenie i

	przewodnika z prądem oraz cewki na podstawie wykonanego doświadczenia.	uzyskania kształtów linii pola magnetycznego wokół magnesu trwałego.	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje udostępnione materiały i przyrządy do uzyskania kształtów linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem; formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 	doświadczenia.	sporządza rysunki.
3.3. Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła Lorentza</i>; definiuje termin <i>indukcja magnetyczna</i>; korzysta z pojęcia siły Lorentza w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie siły Lorentza; zapisuje zależność określającą wartość siły Lorentza; posługuje się indukcją pola magnetycznego w sytuacjach typowych; zapisuje jednostkę indukcji magnetycznej z pomocą jednostek podstawowych układu SI; korzysta z pojęcia siły Lorentza w sytuacjach typowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>indukcja magnetyczna</i> jako wektor; wyznacza zwrot, kierunek i wartość wektora siły Lorentza za pomocą reguły lewej dłoni w sytuacjach typowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> posługuje się indukcją pola magnetycznego w sytuacjach problemowych; wyznacza zwrot, kierunek i wartość wektora siły Lorentza za pomocą reguły lewej dłoni w sytuacjach problemowych; korzysta z pojęcia siły Lorentza w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin siła Lorentza jako iloczyn wektorowy i analizuje działanie tej siły; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
3.4. Pole magnetyczne przewodników z prądem	uczeń <ul style="list-style-type: none"> ma świadomość istnienia pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem; podaje przykłady zastosowania pola magnetycznego wokół 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależności określające wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy; 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyznacza zwrot i kierunek wektora indukcji magnetycznej wokół prostoliniowego przewodnika z prądem oraz przewodnika kołowego za pomocą 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy w sytuacjach 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

	przewodnika z prądem.	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy w sytuacjach typowych. 	<p>reguły prawej dłoni;</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza zwrot i kierunek wektora indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy za pomocą reguły prawej dłoni. 	<p>problemowych ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje pole magnetyczne przewodnika z prądem w sytuacjach problemowych. 	
3.5. Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym. Cyklotron	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje tor ruchu cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym; • definiuje termin <i>cyklotron</i>; • definiuje termin <i>spektrometr masowy</i>; • opisuje budowę i zasadę działania spektrometru masowego; • ma świadomość związku pola magnetycznego Ziemi ze zjawiskiem zorzy polarnej. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość indukcji pola oraz siły Lorentza działającej na ładunek poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym oraz wartość prędkości ładunku w sytuacjach typowych; • oblicza parametry ruchu ładunku w jednorodnym polu magnetycznym w sytuacjach typowych; • opisuje budowę cyklotronu; • opisuje budowę spektrometru masowego; • definiuje termin <i>częstotliwość cyklotronowa</i>; • opisuje oddziaływanie pola magnetycznego Ziemi na cząstki pochodzące z wiatru słonecznego; • wyjaśnia mechanizm 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza kierunek i zwrot siły Lorentza działającej na ładunek poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym, prędkości cząstki oraz indukcji magnetycznej w sytuacjach typowych; • wykorzystuje pole elektryczne i magnetyczne do opisu ruchu cząstki naładowanej w cyklotronie; • wyjaśnia znaczenie częstotliwości cyklotronowej; • wyjaśnia podstawową zasadę działania cyklotronu; • wyjaśnia zasadę działania spektrometrii masowej; • wskazuje kierunek i zwrot poruszania się cząstek naładowanych w polu magnetycznym 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość indukcji pola oraz siły Lorentza działającej na ładunek poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym oraz wartość prędkości ładunku w sytuacjach problemowych; • wyznacza kierunek i zwrot siły Lorentza działającej na ładunek poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym, prędkości cząstki oraz indukcji magnetycznej w sytuacjach problemowych; • oblicza parametry ruchu ładunku w jednorodnym polu magnetycznym w sytuacjach problemowych; • wyprowadza zależność opisującą częstotliwość cyklotronową. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza równanie toru ruchu cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		powstawania zorzy polarnej.	Ziemi.		
3.6. Właściwości magnetyczne substancji	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>ferromagnetyki</i>, <i>diamagnetyki</i> i <i>paramagnetyki</i>; podaje przykłady ferromagnetyków, diamagnetyków i paramagnetyków; definiuje terminy <i>przenikalność magnetyczna</i> i <i>względna przenikalność magnetyczna</i>. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie przenikalności magnetycznej; opisuje wpływ materiału na pole magnetyczne; definiuje termin <i>moment magnetyczny</i>. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> opisuje własności magnetyczne ferromagnetyków: rysuje pętlę histerezy oraz definiuje termin <i>punkt Curie</i>; oblicza wartość momentu magnetycznego w sytuacjach typowych; wyjaśnia mechanizm magnesowania jako porządkowanie domen magnetycznych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> opisuje własności magnetyczne ferromagnetyków: omawia pętlę histerezy oraz wyjaśnia znaczenie punktu Curie; oblicza wartość momentu magnetycznego w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>orbitalny moment magnetyczny</i> i <i>spinowy moment magnetyczny</i>; definiuje termin <i>wypadkowy moment magnetyczny atomu</i>; wyjaśnia mechanizm magnesowania; rozwiązuje zadania problemowe dotyczące własności ferromagnetyków.
3.7. Siła elektrodynamiczna. Silnik elektryczny	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła elektrodynamiczna</i>; definiuje termin <i>silnik elektryczny</i>; podaje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie siły elektrodynamicznej; oblicza wartość siły elektrodynamicznej w sytuacjach typowych; zapisuje zależność opisującą wartość siły elektrodynamicznej; opisuje oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem; opisuje budowę silnika elektrycznego. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek, zwrot siły elektrodynamicznej za pomocą reguły lewej dłoni; oblicza parametry pracy silnika elektrycznego w sytuacjach typowych; opisuje zasadę działania silnika elektrycznego; opisuje zasadę działania mierników elektrycznych; oblicza wartość siły, z jaką przewodniki działają na siebie w 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły elektrodynamicznej oraz wyznacza jej kierunek i zwrot w sytuacjach problemowych; oblicza parametry pracy silnika elektrycznego w sytuacjach problemowych; oblicza wartość siły, z jaką przewodniki działają na siebie w sytuacjach problemowych. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła elektrodynamiczna</i> jako iloczyn wektorowy i analizuje działanie tej siły; projektuje doświadczenie pokazujące działanie siły elektrodynamicznej; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

			sytuacjach typowych.		
Dział 4. Indukcja elektromagnetyczna					
4.1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prąd indukcyjny</i>; podaje przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej; definiuje termin <i>strumień indukcji elektromagnetycznej</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; wyjaśnia znaczenie zjawiska indukcji elektromagnetycznej; oblicza napięcie na końcach przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością w sytuacjach typowych; oblicza wartość strumienia indukcji elektromagnetycznej w sytuacjach typowych; zapisuje jednostkę strumienia indukcji magnetycznej za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko indukcji magnetycznej na podstawie przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością; formułuje warunek powstania prądu indukcyjnego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza napięcie na końcach przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością w sytuacjach problemowych; oblicza wartość strumienia indukcji elektromagnetycznej w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko indukcji elektromagnetycznej; definiuje strumień indukcji elektromagnetycznej jako iloczyn skalarny; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
4.2. Siła elektromotoryczna indukcji	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła elektromotoryczna indukcji</i>; formułuje prawo indukcji Faradaya; formułuje prawo Ohma dla prądu indukcyjnego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie prawa indukcji Faradaya; zapisuje zależność opisującą wartość siły elektromotorycznej indukcji; oblicza wartość siły elektromotorycznej 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz solenoidu, przez który płynie prąd elektryczny. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły elektromotorycznej indukcji w sytuacjach problemowych; wykorzystuje prawo Ohma dla prądu indukcyjnego w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność opisującą wartość siły elektromotorycznej indukcji; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>indukcji w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo Ohma dla prądu indukcyjnego w sytuacjach typowych. 			
4.3. Reguła Lenza	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje regułę Lenza; definiuje termin <i>prąd wirowy</i>; podaje przykłady zastosowania prądów wirowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek przepływu prądu indukcyjnego na podstawie reguły Lenza w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko powstawania prądów wirowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek przepływu prądu indukcyjnego na podstawie reguły Lenza w sytuacjach problemowych; wyjaśnia znaczenie zjawiska powstawania prądów wirowych; opisuje przykładowe sposoby przeciwdziałania powstawaniu prądów wirowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące regułę Lenza; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
4.4. Zjawisko samoindukcji	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła elektromotoryczna samoindukcji</i>; definiuje termin <i>prąd samoindukcyjny</i>; definiuje termin <i>indukcyjność</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko samoindukcji; wskazuje kierunek przepływu prądu samoindukcyjnego; wyjaśnia znaczenia zjawiska samoindukcji; oblicza wartość siły elektromotorycznej samoindukcji w sytuacjach typowych; przedstawia jednostkę indukcyjności za 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> kreśli wykres zależności natężenia prądu indukcyjnego od czasu; wyjaśnia znaczenie wartości indukcyjności. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły elektromotorycznej samoindukcji w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko samoindukcji; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		pomocą jednostek podstawowych układu SI.			
4.5. Prądnica prądu przemiennego	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prądnica prądu przemiennego</i>; podaje przykłady zastosowania prądnicy prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę prądnicy prądu przemiennego; opisuje siłę elektromotoryczną indukcyjną powstającą podczas pracy prądnicy; rozwiązuje typowe zadania dotyczące prądnicy prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania prądnicy prądu przemiennego; opisuje przemiany energii podczas pracy prądnicy prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależności opisujące przemiany energii podczas pracy prądnicy prądu przemiennego; rozwiązuje zadania problemowe dotyczące prądnicy prądu przemiennego; kreśli wykresy zależności natężenia prądu elektrycznego w prądnicy od czasu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące pracę prądnicy prądu przemiennego; wyprowadza zależność opisującą siłę elektromotoryczną powstającą w prądnicy; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
4.6. Prąd przemienny	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prąd przemienny</i>; definiuje terminy charakteryzujące prąd przemienny: <i>okres, częstotliwość, częstość kołowa, amplituda i faza</i>; definiuje terminy <i>napięcie</i> i <i>natężenie skuteczne</i>; definiuje moc skuteczną; formułuje prawo Ohma dla obwodów prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje wielkości charakteryzujące prąd przemienny: <i>okres, częstotliwość, częstość kołową, amplitudę</i>; zapisuje zależności napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu; wyjaśnia znaczenie wartości napięcia i natężenia skutecznego; zapisuje zależności pracy i mocy prądu przemiennego od czasu; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zależności napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu; na podstawie zależności napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu określa wartości okresu, częstotliwości, częstości kołowej, amplitudy, fazy oraz wartości chwilowe; opisuje zależności pracy i mocy prądu przemiennego od 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wielkości charakteryzujące prąd przemienny w sytuacjach problemowych; wykorzystuje terminy <i>napięcie, natężenie</i> i <i>moc skuteczna</i> w sytuacjach problemowych; rozdzieli prąd zmienny i przemienny; rozwiązuje proste zadania dotyczące prądu zmiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe dotyczące prądu zmiennego; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie mocy skutecznej; • rozumie sposób opisu urządzeń prądu przemiennego zamieszczony na tabliczkach znamionowych; • oblicza wielkości charakteryzujące prąd przemienny w sytuacjach typowych; • wykorzystuje terminy <i>napięcie</i>, <i>natężenie</i> i <i>moc skuteczna</i> w sytuacjach typowych. 	<p>czasu;</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie zależności pracy i mocy prądu przemiennego od czasu określa wartości okresu, częstotliwości, częstości kołowej, amplitudy oraz wartości chwilowe; • odczytuje wartości wielkości charakteryzujących pracę urządzeń prądu przemiennego z tabliczek znamionowych; • rysuje wykresy przebiegu napięcia i natężenia prądu przemiennego w czasie. 		
4.7. Obwody prądu przemiennego	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia i definiuje terminy oznaczające elementy obwodów RLC - <i>opornik</i>, <i>cewka</i>, <i>kondensator</i>; • definiuje terminy <i>opór omowy</i>, <i>opór indukcyjny</i> i <i>opór pojemnościowy</i> oraz <i>zawada</i>; • formułuje prawo Ohma dla obwodów RLC • definiuje częstotliwość rezonansową. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje elementy obwodów RLC - opornik, cewkę, kondensator; • zapisuje zależności napięcia, natężenia i mocy prądu od czasu w elementach obwodu RLC; • oblicza opór indukcyjny cewki i opór pojemnościowy kondensatora; • wykorzystuje prawo 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie sporządza wykresy wskazowe w zadanych sytuacjach; • wykorzystuje wykresy wskazowe do obliczania zawady obwodu RLC oraz zapisywania zależności napięcia, natężenia i mocy prądu od czasu w obwodach RLC; • opisuje zjawisko rezonansu napięć. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Ohma dla obwodów prądu przemiennego w sytuacjach problemowych; • rysuje wykresy zależności napięcia, natężenia i mocy prądu od czasu w obwodach RLC; • oblicza wartości skuteczne napięcia, natężenia i mocy prądu w obwodach RLC w 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>Ohma dla obwodów prądu przemiennego w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartości skuteczne napięcia, natężenia i mocy prądu w obwodach RLC w sytuacjach typowych; • oblicza częstotliwość rezonansową w sytuacjach typowych. 		<p>sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstotliwość rezonansową w sytuacjach problemowych. 	
4.8. Transformator	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>transformator</i>; • definiuje termin <i>przekładnia transformatora</i>; • podaje przykłady zastosowania transformatora. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje budowę transformatora; • wskazuje uzwojenie wtórne i pierwotne; • wyjaśnia znaczenie przekładni transformatora; • oblicza natężenia prądu i napięcie na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach typowych; • oblicza moc na uzwojeniach transformatora w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania transformatora; • oblicza sprawność transformatora. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza natężenia prądu i napięcie na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach problemowych; • oblicza moc na uzwojeniach transformatora w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące działanie transformatora; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
4.9. Półprzewodniki. Dioda półprzewodnikowa	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>półprzewodnictwo samoistne</i>; • termin definiuje <i>półprzewodnictwo</i> 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm półprzewodnictwa samoistnego; • wskazuje nośniki prądu w półprzewodniku; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje półprzewodnik domieszkowy typu n, podaje przykłady domieszek; • opisuje półprzewodnik 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rysuje schematy układów prostowniczych i wyjaśnia zasadę ich 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące działanie diody półprzewodnikowej;

	<p><i>domieszkowe;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>diody półprzewodnikowa</i>; podaje przykłady zastosowania diody półprzewodnikowej; definiuje termin <i>diody prostownicza</i>; podaje przykłady zastosowania prostownika. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę diody półprzewodnikowej; opisuje budowę prostownika. 	<p>domieszkowy typu p, podaje przykłady domieszek;</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania diody półprzewodnikowej; rysuje charakterystykę napięciowo-prądową diody prostowniczej; opisuje zasadę działania prostownika. 	<p>działania;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zjawisko półprzewodnictwa za pomocą modelu budowy atomu i pasm energetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady włączania diody prostowniczej do obwodu; wyjaśnia zasadę działania filtrów pojemnościowych; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
Dział 5. Fale elektromagnetyczne i optyka					
5.1. Prawa Maxwella. Fale elektromagnetyczne	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>pole wirowe</i> i opisuje działanie tego pola; formułuje prawa Maxwella; definiuje termin <i>fale elektromagnetyczne</i>; definiuje terminy charakteryzujących fale elektromagnetyczne: <i>długość fali</i>, <i>częstotliwość</i>; podaje przykłady zastosowań fal elektromagnetycznych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zjawisko fal elektromagnetycznych; opisuje istotę fal elektromagnetycznych jako złożenia wzajemnie prostopadłych pól elektrycznego i magnetycznego; opisuje obwód drgający LC; rozwiązuje typowe zadania dotyczące obwodów drgających; zapisuje zależność natężenia pola elektrycznego i indukcji pola magnetycznego tworzących falę elektromagnetyczną od położenia i czasu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie praw Maxwella; wyjaśnia zjawisko drgań elektromagnetycznych wyjaśnia zjawisko rezonansu elektromagnetycznego; opisuje wielkości charakteryzujące fale elektromagnetyczne: <i>długość fali</i>, <i>częstotliwość</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące z praw Maxwella; opisuje przemiany energii w obwodzie drgającym; oblicza wartości energii drgań elektromagnetycznych; rozwiązuje zadania problemowe dotyczące obwodów drgających. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje działanie anteny radiowej; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.2. Przegląd fal	uczeń:	uczeń:	uczeń:	uczeń:	uczeń:

<p>elektromagnetycznych</p>	<ul style="list-style-type: none"> wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych; potrafi uszeregować fale; elektromagnetyczne pod względem długości; podaje przykłady źródeł różnych fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje widmo fal elektromagnetycznych; opisuje różne rodzaje fal elektromagnetycznych: wymienia ich zastosowania, występowanie, własności; opisuje znaczenie fal elektromagnetycznych w przyrodzie i technice. 	<ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje rodzaje fal elektromagnetycznych na podstawie długości fali; opisuje istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej o określonym zakresie długości fali; opisuje widmo światła białego; wyjaśnia, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm widzenia światła białego; szacuje długość fali świetlnej w zależności od barwy światła. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje działanie łączności radiowej; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
<p>5.3. Wyznaczenie wartości prędkości światła</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje wartość prędkości światła; opisuje przebieg jednej z metod wyznaczania prędkości światła (doświadczenie Roemera, doświadczenie Fizeau doświadczenie Foucaulta). 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wnioski płynące z jednego z doświadczeń mających na celu wyznaczenie prędkości światła (doświadczenie Roemera, doświadczenie Fizeau doświadczenie Foucaulta). 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przebieg doświadczenia Galileusza; wyjaśnia wnioski płynące z doświadczenia Galileusza; wyjaśniać znaczenie wartości prędkości światła; wyjaśniać znaczenie znajomości wartości prędkości światła dla współczesnej nauki. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia przyczyny niepowodzenia doświadczenia Galileusza; wymienia doświadczenia mające na celu wyznaczyć prędkość światła; opisuje przebieg i wyjaśnia wniosku płynące z doświadczeń mających na celu wyznaczenie prędkości światła (doświadczenie Roemera, doświadczenie Fizeau doświadczenie Foucaulta). 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady doświadczeń mających na celu wyznaczenie prędkości światła nie objętych wymaganiami dopełniającymi.
<p>5.4. Dyfrakcja i interferencja światła</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia graficznie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje

	<p>dyfrakcji i interferencji;</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady dyfrakcji i interferencji światła w życiu codziennym; • formułuje zasadę Huygensa dla światła białego. 	<p>dyfrakcji i interferencji światła widzialnego;</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zastosowania zjawisk dyfrakcji i interferencji w technice. 	<p>zasady Huygensa dla światła białego.</p>	<p>zjawiska dyfrakcji i interferencji.</p>	<p>doświadczenie prezentujące zjawisko dyfrakcji i interferencji światła białego.</p>
<p>5.5. Doświadczenie Younga</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>fale spójne</i>; • definiuje termin <i>światło jednobarwne</i> (monochromatyczne); • definiuje termin <i>punktowe źródło światła</i>; • opisuje przebieg doświadczenia Younga oraz wyjaśnia płynące z niego wnioski; • definiuje termin siatka dyfrakcyjna; • definiuje termin stała siatki dyfrakcyjnej. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady źródeł światła jednobarwnego; • wyjaśnia istotę i znaczenie falowej natury światła; • podaje przykłady zjawisk, które dowodzą falowej natury światła; • wyjaśnia wnioski płynące z doświadczenia Younga; • zapisuje zależność opisująca stałą siatki dyfrakcyjnej; • zapisuje równanie siatki dyfrakcyjnej; • wykorzystuje równanie siatki dyfrakcyjnej w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia równanie siatki dyfrakcyjnej; • przedstawia graficznie przejście światła jednobarwnego przez siatkę dyfrakcyjną. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależności definiujące fale spójne; • wykorzystuje równanie siatki dyfrakcyjnej w sytuacjach problemowych; • opisuje przejście światła białego przez siatkę dyfrakcyjną. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko dyfrakcji i interferencji światła białego.
<p>5.6. Badanie dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej i płycie CD</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy odległości prążków dyfrakcyjnych od prążka zerowego w obu sytuacjach pomiarowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich; • notuje wyniki pomiarów w tabeli 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; • formułuje wnioski na temat zgodności 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza błąd pomiaru pośredniego stałej siatki dyfrakcyjnej; • formułuje wnioski na temat oceny błędów 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza wykresy.

	<ul style="list-style-type: none"> • mierzy odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu w obu sytuacjach pomiarowych; • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej bez uwzględnienia niepewności pomiarowych. 	<p>z</p> <p>pomiarowej uwzględnieniem niepewności pomiarowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza wielkość stałej siatki dyfrakcyjnej w obu sytuacjach pomiarowych. 	otrzymanych wyników z przewidywaniami.	<p>pomiarowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia. 	
5.7. Polaryzacja światła	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje terminy <i>światło niespolaryzowane</i> i <i>światło spolaryzowane</i>; • definiuje zjawisko polaryzacji światła; • definiuje termin <i>polaryzator</i>; • podaje przykłady polaryzatorów; • definiuje termin <i>kąt Brewstera</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko polaryzacji światła; • opisuje różne metody uzyskiwania światła spolaryzowanego; • zapisuje zależność opisującą kąt Brewstera; • oblicza kąt Brewstera w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje znaczenie polaryzacji światła w technice. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność opisującą kąt Brewstera; • oblicza kąt Brewstera w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko polaryzacji światła; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.8. Odbicie i załamanie światła	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia podstawowe założenia optyki geometrycznej; • definiuje termin <i>promień światła</i>; • formułuje prawo odbicia dla fal świetlnych; • formułuje prawo załamania dla fal świetlnych; • podaje przykłady 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko odbicia światła; • wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach typowych; • opisuje zjawisko załamania światła; • wykorzystuje prawo załamania dla fal świetlnych w sytuacjach typowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie współczynnika załamania i względnego współczynnika załamania światła; • opisuje działanie światłowodu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych; • wykorzystuje prawo załamania dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych; • wyznaczać współczynnik 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

	<p>występowania zjawisk odbicia i załamania światła;</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>współczynnik załamania światła</i>; definiować termin <i>kąt graniczny</i>; podaje przykłady wykorzystania zjawisk odbicia i załamania oraz całkowitego wewnętrznego odbicia światła w technice. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznaczać współczynnik załamania światła dla różnych ośrodków w sytuacjach typowych; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; zapisuje zależność opisującą wartość kąta granicznego; oblicza wartość kąta granicznego w sytuacjach typowych. 		<p>załamania światła dla różnych ośrodków w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność opisującą wartość kąta granicznego; oblicza wartość kąta granicznego w sytuacjach problemowych. 	
5.9. Wyznaczanie współczynnika załamania światła	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> mierzy promień widocznego okręgu oraz wysokość warstwy wody; notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej bez uwzględnienia niepewności pomiarowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich; notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; wyznacza wielkość współczynnika załamania światła. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza błąd pomiaru pośredniego współczynnika załamania światła; formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych; sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza wykresy.
5.10. Zwierciadła płaskie i kuliste	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>zwierciadło</i>; definiuje terminy <i>zwierciadło płaskie</i> oraz <i>zwierciadło kuliste</i> (wklęsłe i wypukłe); wymienia cechy obrazu; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zwierciadło płaskie oraz kuliste (wklęsłe i wypukłe); konstruuje obrazy w zwierciadle płaskim; opisuje cechy obrazu; charakteryzuje pojęcia i wielkości opisujące 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje cechy obrazu na podstawie rysunku w zadanej sytuacji; wyjaśnia zasadę działania peryskopu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza ogniskową i promień krzywizny zwierciadła kulistego w sytuacjach problemowych; wyznacza zdolność skupiającą zwierciadła kulistego w sytuacjach 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

	<ul style="list-style-type: none"> wymienia pojęcia i wielkości opisujące zwierciadła kuliste: <i>oś zwierciadła, ogniskowa, promień krzywizny</i>; wskazuje <i>oś</i> zwierciadła kulistego; definiuje termin <i>zdolność skupiająca</i>. 	<p>zwierciadła kuliste: <i>oś zwierciadła, ogniskowa, promień krzywizny</i>;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza ogniskową i promień krzywizny zwierciadła kulistego w sytuacjach typowych; wyznacza zdolność skupiającą zwierciadła kulistego w sytuacjach typowych; zapisuje jednostkę zdolności skupiającej za pomocą jednostek podstawowych układu SI; opisuje budowę peryskopu. 		<p>problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie aberracji sferycznej zwierciadła. 	
5.11. Konstruowanie obrazów w zwierciadłach kulistych	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>powiększenie</i>; formułuje zasady konstruowania obrazów w zwierciadłach. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie zwierciadła kulistego; zapisuje zależność opisującą powiększenie; wykorzystuje równanie zwierciadła kulistego oraz pojęcie powiększenia w sytuacjach typowych; rozumie zasady konstruowania obrazów w zwierciadłach; poprawnie oznacza na rysunku zwierciadło, <i>oś</i> zwierciadła, ogniskową 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa cechy obrazu w zwierciadle kulistym na podstawie rysunku oraz na podstawie wyników obliczeniowych w sytuacjach typowych; korzysta z podobieństwa trójkątów do obliczania odległości i wysokości obrazu i obiektu w zwierciadle kulistym; rysuje wykres zależności odległości obrazu od odległości obiektu w zwierciadle kulistym. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje równanie zwierciadła kulistego oraz pojęcie powiększenia w sytuacjach problemowych; określa cechy obrazu w zwierciadle kulistym na podstawie rysunku oraz na podstawie wyników obliczeniowych w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>i obiekt;</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstruuje obrazy w zwierciadłach kulistych (wklęsłych i wypukłych) przy różnych położeniach obiektu. 			
5.12. Soczewki sferyczne	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>soczewka</i>; • wymienia pojęcia i wielkości opisujące soczewki: <i>oś soczewki, ogniskowa, promień krzywizny, zdolność skupiająca</i>; • wymienia rodzaje soczewek sferycznych: dwuwypukłe, płasko-wypukłe, płasko-wklęsłe, dwuwklęsłe, płasko-wypukłe. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje pojęcia i wielkości opisujące soczewki: <i>oś soczewki, ogniskowa, promień krzywizny, zdolność skupiająca</i>; • opisuje rodzaje soczewek sferycznych: dwuwypukłe, płasko-wypukłe, płasko-wklęsłe, dwuwklęsłe, płasko-wypukłe; • opisuje własności soczewek skupiających i rozpraszających; • zapisuje wzór soczewkowy; • wyznacza ogniskową i zdolność skupiającą soczewki w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznaje rodzaje soczewek na podstawie ich własności; • wyjaśnia znaczenie wzoru soczewkowego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie względnego współczynnika załamania w równaniu soczewkowym; • wyznacza ogniskową i zdolność skupiającą soczewki w sytuacjach problemowych; • wyjaśnia pojęcie aberracji sferycznej soczewki. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie aberracji chromatycznej; • opisuje układ achromatyczny; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.13. Konstruowanie obrazów w soczewkach	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje zasady konstruowania obrazów w soczewkach. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje równanie soczewki; • wykorzystuje równanie soczewki oraz pojęcie powiększenia w sytuacjach typowych; • rozumie zasady 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa cechy obrazu w soczewkach na podstawie rysunku oraz na podstawie wyników obliczeniowych w sytuacjach typowych; • korzysta z 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje z równanie soczewki oraz pojęcie powiększenia w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>konstruowania obrazów w soczewkach;</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie oznacza na rysunku soczewkę, oś soczewki, ogniskową i obiekt; • konstruuje obrazy w soczewkach skupiających i rozpraszających przy różnych położeniach obiektu. 	<p>podobieństwa trójkątów do obliczania odległości i wysokości obrazu i obiektu w soczewkach.</p>		
5.14. Badanie obrazów otrzymywanych za pomocą soczewek	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy położenie obiektu i obrazu; • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej bez uwzględnienia niepewności pomiarowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich; • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; • sporządza rysunki z wykonanego doświadczenia; • oblicza ogniskową soczewki oraz powiększenie. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza błąd pomiarów pośrednich ogniskowej soczewki oraz powiększenia; • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych; • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza rysunki.
5.15. Przechodzenie światła przez pryzmat	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>pryzmat</i>; • definiuje termin <i>rozszczepienie (dyspersja) światła</i>; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą widma światła białego; • oblicza wartość kąta 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie; • wyznacza parametry 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza parametry fali świetlnej po przejściu przez pryzmat w sytuacjach problemowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko rozszczepienia światła; • rozwiązuje zadania

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>kąt łamiący</i> i <i>kąt odchylający</i>. 	łamiącego i rozpraszającego pryzmatu.	<p>fali świetlnej po przejściu przez pryzmat w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko rozszczepienia światła w sytuacjach problemowych; opisuje mechanizm powstawania tęczy. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, w jaki sposób przedmioty uzyskują kolor. 	problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.16. Przyrządy optyczne	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje metody korekcji wad wzroku; wymienia podstawowe przyrządy optyczne; podaje przykłady zastosowania różnych przyrządów optycznych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę oka ludzkiego; opisuje budowę aparatu fotograficznego; opisuje budowę lupy i mikroskopu; opisuje budowę lunety i lornetki pryzmatycznej; opisuje budowę teleskopu zwierciadlanego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania obrazu w oku ludzkim; wyjaśnia przyczyny wad wzroku: krótkowzroczności, dalekowzroczności i astygmatyzmu; opisuje zasadę działania aparatu fotograficznego; opisuje zasadę działania lupy i mikroskopu; opisuje zasadę działania lunety i lornetki pryzmatycznej; opisuje zasadę działania teleskopu zwierciadlanego; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza odległość dobrego widzenia oraz zdolności skupiającej soczewek korekcyjnych; oblicza powiększenie lupy i mikroskopu; oblicza powiększenie kątowe lunety, lornetki i teleskopu; oblicza zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych; oblicza parametry przyrządów optycznych w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm akomodacji oka; opisuje sposoby korekcji astygmatyzmu; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
Dział 6. Kwanty promieniowania elektromagnetycznego					
6.1. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Fotokomórka	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>zjawisko fotoelektryczne</i>; definiuje termin 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko fotoelektryczne w sytuacjach typowych; wyjaśnia znaczenie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zjawisko fotoelektrycznego; opisuje charakterystykę prądowo-napięciową 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko fotoelektryczne w sytuacjach problemowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

	<p><i>natężenie promieniowania;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>częstotliwość graniczna</i>; definiuje terminy <i>prąd nasycenia</i> i <i>napięcie hamowania</i>; formułuje doświadczalne prawa fotoemisji. 	<p>częstotliwości granicznej;</p> <ul style="list-style-type: none"> rysuje charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki; oblicza wielkości fizyczne towarzyszące zjawisku fotoelektrycznemu zewnętrznemu w sytuacjach typowych; wyjaśnia znaczenie doświadczalnych praw fotoemisji; opisuje budowę fotokomórki. 	<p>fotokomórki;</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje prąd nasycenia i napięcie hamowania na charakterystyce prądowo-napięciowej fotokomórki; opisuje i wyjaśnia zasadę działania fotokomórki. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza wielkości fizyczne towarzyszące zjawisku fotoelektrycznemu zewnętrznemu w sytuacjach problemowych; wyjaśnia niezgodność zjawiska fotoelektrycznego z falową teorią promieniowania. 	dopełniające.
6.2. Kwantowa teoria promieniowania	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia założenia kwantowej teorii promieniowania; definiuje termin <i>foton</i>; definiuje termin <i>praca wyjścia</i>; podaje przykłady zjawisk, w których ujawnia się kwantowa natura światła; podaje przykłady wykorzystania kwantowej natury światła w technice. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność opisującą energię fotonu; wyjaśnia znaczenie wartości pracy wyjścia; zapisuje równanie Einsteina-Millikana; zapisuje zależność pomiędzy pracą wyjścia a częstotliwością graniczną; wykorzystuje równanie Einsteina-Millikana w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zależność opisującą energię fotonu; wyjaśnia zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowej teorii promieniowania; wyprowadza zależność pomiędzy pracą wyjścia a częstotliwością graniczną; wyjaśnia znaczenie kwantowej teorii promieniowania. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje równanie Einsteina-Millikana w sytuacjach problemowych; wyprowadza zależność pomiędzy energią fotonu a długością fali; rysuje zależność energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości światła. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
6.3. Dwoista natura światła i cząstek materii	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia założenia teorii dualizmu korpuskularno-falowego; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje założenia teorii dualizmu korpuskularno-falowego; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przebieg doświadczenia Davissona i Germera; opisuje znaczenie teorii 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wnioski płynące z doświadczenia Davissona i Germera; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenie myślowe Schrödingera (kot Schrödingera); opisuje zjawisko

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>fala de Broglie'a</i>; wyznacza długość fali de Broglie'a; wymienia przykłady zastosowań teorii dualizmu korpuskularno-falowego. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność opisującą długość fali de Broglie'a; korzysta z pojęcia fali de Broglie'a w sytuacjach typowych; formułuje zasadę nieoznaczoności Heisenberga. 	<ul style="list-style-type: none"> dualizmu korpuskularno-falowego w technice; wyjaśnia, dlaczego nie obserwujemy fal materii w sytuacjach codziennych; wyznacza granicę dokładności pomiarów podlegających zasadzie nieoznaczoności Heisenberga w sytuacjach typowych. 	<ul style="list-style-type: none"> korzysta z pojęcia fali de Broglie'a w sytuacjach problemowych; wyznacza granicę dokładności pomiarów podlegających zasadzie nieoznaczoności Heisenberga w sytuacjach problemowych; formułuje wnioski płynące z zasady nieoznaczoności Heisenberga. 	<ul style="list-style-type: none"> efektu tunelowego i jego konsekwencje; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
6.4. Budowa atomu	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia postulaty Bohra; wyjaśnia ograniczenia modelu atomu wodoru Bohra; definiuje terminy <i>linie widmowe</i> i <i>serie widmowe</i>; definiuje termin <i>energia jonizacji atomu</i>; definiuje termin <i>wzbudzenie optyczne</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje atom wodoru zgodnie modelem Bohra; zapisuje zależności opisujące dozwolone wartości energii oraz promienie orbit elektronowych w atomie wodoru; opisuje stan podstawowy i stany wzbudzone atomu wodoru zgodnie z postulatami Bohra; zapisuje wzór Blamera-Rydberga; oblicza długości fal świetlnych odpowiadających zmianom stanu 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia postulaty Bohra; wyjaśnia znaczenie modelu atomu wodoru Bohra; opisuje serię Lymana i serię Balmera; oblicza dopuszczalne wartości energii elektronu oraz promienie orbit elektronowych w atomie wodoru zgodnie z postulatami Bohra. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje wnioski płynące z modelu atomu wodoru Bohra; oblicza długości fal świetlnych odpowiadających zmianom stanu energetycznego elektronu w atomie wodoru w sytuacjach problemowych wyprowadza zależności określające dopuszczalne wartości energii elektronu oraz promienie orbit elektronowych w atomie wodoru zgodnie z postulatami Bohra; wykorzystuje założenia 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia cząstki elementarne zgodnie z Modelem Standardowym: rozróżnia hadrony, leptony i bozony; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>energetycznego elektronu w atomie wodoru w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię jonizacji atomu. 		<p>modelu atomu wodoru Bohra w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zadania, podstawowe założenia i znaczenie mechaniki kwantowej. 	
6.5. Emisja wymuszona. Laser	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje terminy <i>emisja spontaniczna</i> i <i>emisja wymuszona</i>; • definiuje termin <i>laser</i>; • podaje przykłady zastosowania lasera. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko emisji spontanicznej na podstawie modelu budowy atomu Bohra; • wyjaśnia mechanizm emisji wymuszonej; • opisuje budowę lasera; • wyjaśnia znaczenie lasera w technice. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje zjawisko emisji wymuszonej do wyjaśniania teoretycznych podstaw działania lasera; • wyjaśnia zasadę działania lasera. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje właściwości światła laserowego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
6.6. Promieniowanie rentgenowskie	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>promieniowanie rentgenowskie</i>; • definiuje termin <i>zjawisko selektywnego odbicia</i>; • definiuje termin <i>promieniowanie hamowania</i>; • podaje przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje własności promieniowania rentgenowskiego; • oblicza natężenie promieniowania rentgenowskiego w sytuacjach typowych; • opisuje zjawisko selektywnego odbicia; • opisuje budowę lampy rentgenowskiej; • wyjaśnia znaczenie promieniowania rentgenowskiego w technice i medycynie. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje widmo promieniowania rentgenowskiego; • opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego; • wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej; • opisuje zjawisko Comptona. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza natężenie promieniowania rentgenowskiego w sytuacjach problemowych; • wyjaśnia wnioski wynikające ze zjawiska Comptona. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.