

Wymagania edukacyjne z fizyki w zakresie rozszerzonym w klasie 4 technikum (4-letnie po gimnazjum)

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	<p>uczeń:</p> <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 różnoimienne; definiuje zjawisko elektryzowania ciał; wymienia sposoby elektryzowania ciał; formułuje zasadę zachowania ładunku; definiuje terminy <i>izolator</i>, <i>przewodnik</i>, <i>półprzewodnik</i>. 	<p>uczeń:</p> <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 elektroskoku; zapisuje jednostkę ładunku elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasady zachowania ładunku w sytuacjach praktycznych; opisuje własności przewodników, izolatorów i półprzewodników; wyjaśnia zasadę działania elektroskoku. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm elektryzowania; wykorzystuje zasadę zachowania ładunku w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje elektron jako cząstkę elementarną; projektuje doświadczenia prezentujące różne sposoby elektryzowania się ciał.
1.2. Prawo Coulomba	<p>uczeń:</p> <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>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje metody zastosowania substancji o różnej przenikalności elektrycznej; opisuje oddziaływanie elektryczne pomiędzy ciałami naładowanymi 	<p>uczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie wartości przenikalności elektrycznej różnych substancji; podaje przykłady materiałów o różnej przenikalności elektrycznej. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo Coulomba w sytuacjach problemowych; zaznacza wektor siły Coulomba. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

		<p>jednoimiennie i 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 elektrostatyczne-go</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 punkowego. 	<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; 	<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.

		<ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski na temat zgodności 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 punktowego; 	<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 	<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.

		<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje jednostkę potencjału pola elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI; • definiuje termin <i>elektronowolt</i> jako jednostkę energii. 	<p>pola w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • zamienia wartości energii zapisanej w elektronowoltach na wartości energii zapisane w dżulach i odwrotnie. 		
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 	<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.

			przewodniku w sytuacjach typowych.		
1.8. Pojemność elektryczna przewodnika	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>pojemność elektryczna przewodnika</i>; definiuje termin <i>elektrometr</i>. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wymiary przewodnika na podstawie wartości pojemności w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza pojemność elektryczną i wymiary przewodnika w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające.
1.9. Kondensatory. Energia naładowanego kondensatora	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność opisującą energię kondensatora; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające.

	okładkami kondensatora.	<p>kondensatora płaskiego;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pojemność elektryczną kondensatora płaskiego w sytuacjach typowych; • opisuje pole elektryczne w kondensatorze; • rysuje linie pola elektrycznego w kondensatorze; • oblicza natężenie pola elektrycznego w kondensatorze w sytuacjach typowych. 	<p>między okładki kondensatora na pole elektryczne w kondensatorze</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię kondensatora i pracę potrzebną do naładowania kondensatora w sytuacjach typowych. 	<p>kondensatorze w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię kondensatora i pracę potrzebną do naładowania kondensatora w sytuacjach problemowych. 	
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; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Coulomba oraz wielkości opisujące pole do wyznaczania 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza równanie toru ruchu cząstki naładowanej w polu 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Coulomba oraz wielkości opisujące pole do wyznaczania 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje akcelerator cząstek naładowanych; podaje przykłady zastosowania lampy oscyloskopowej; 	<p>parametrów ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia podstawową zasadę działania akceleratora cząstek naładowanych; definiuje termin <i>lampa oscyloskopowa</i>; wyjaśniać zasadę działania lampy oscyloskopowej. 	<p>elektrycznym w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje obrazy uzyskane na ekranie lampy oscyloskopowej dla różnych przebiegów napięć. 	<p>parametrów ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza równanie toru ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych. 	wymagania dopełniające.
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 	<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>amperomierza i woltomierza;</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność określającą wartość natężenia prądu • definiuje termin <i>amper</i>; • oblicza natężenie prądu elektrycznego w sytuacjach typowych; • 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> i <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 zbezpieczenie 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; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje budowę opornika; • zapisuje jednostkę oporu elektrycznego za pomocą jednostek 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie oporu elektrycznego; • kreśli charakterystyki prądowo-napięciowe w zadanych sytuacjach; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko oporu elektrycznego i prawo Ohma;

	<ul style="list-style-type: none"> opisuje charakterystykę prądowo-napięciową; definiuje termin <i>opór właściwy</i>. 	<p>podstawowych układu SI;</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach typowych; opisuje charakterystykę prądowo-napięciową; 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. 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pojęcie oporu właściwego do obliczania parametrów przewodnika w sytuacjach typowych; wyjaśnia zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika; wykorzystuje zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika w sytuacjach typowych; wyjaśnia techniczną metodę pomiaru oporu. 	<p>sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pojęcie oporu właściwego do obliczania parametrów przewodnika w sytuacjach problemowych; wykorzystuje prawo Ohma i pojęcie oporu właściwego w sytuacjach problemowych; wykorzystuje zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika w sytuacjach problemowych. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia niedokładności technicznej metody pomiaru oporu wynikające z różnych sposobów podłączenia mierników elektrycznych; opisuje zjawisko nadprzewodnictwa; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
2.4. Badanie charakterystyk prądowo-napięciowych	<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 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich; notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej z uwzględnieniem 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; poprawnie łączy elementy obwodu elektrycznego; poprawnie podłącza amperomierz i 	<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.

	niepewności pomiarowych.	niepewności pomiarowych.	woltomierz w obwodzie; <ul style="list-style-type: none"> • sporządza charakterystykę prądowo-napięciową; • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami. 		
2.5. Łączenie oporników. Pierwsze prawo Kirchhoffa	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>opór zastępczy obwodu</i>; • 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. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór zastępczy w obwodach prądu stałego połączonych szeregowo lub równoległe w sytuacjach typowych; • 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. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór zastępczy w obwodach prądu stałego połączonych w sposób mieszany w sytuacjach typowych; • rysuje schematy prostych obwodów elektrycznych; • wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza opór zastępczy w obwodach prądu stałego w sytuacjach problemowych; • 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. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • analizuje schematy obwodów elektrycznych o średnim stopniu skomplikowania i na ich podstawie wyznacza wartości opisujące przepływ prądu w sytuacjach problemowych; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające.
2.6. Prawo Ohma całego dla obwodu	uczeń:	uczeń:	uczeń:	uczeń:	uczeń:

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>ciepło Joule'a</i> ; formułuje prawo Joule'aLenza; definiuje termin <i>opór wewnętrzny ogniwa</i>; formułuje prawo Ohma dla całego obwodu. 	<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 sytuacjach typowych. 	<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. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza siłę elektromotoryczną, opór wewnętrzny, moc i sprawność źródła w sytuacjach problemowych; wyznaczać całkowity opór obwodu elektrycznego za pomocą pierwszego prawa Ohma w sytuacjach problemowych. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające.
2.7. Drugie prawo Kirchhoffa	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje drugie prawo Kirchhoffa; wskazuje oczka w obwodzie. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady łączenia źródeł siły elektromotorycznej; oblicza parametry zastępcze układów źródeł siły elektromotorycznej. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje proste obwody elektryczne dla zadanych parametrów.
Dział 3. Magnetyzm					
3.1. Magnes. Pole magnetyczne	<p>uczeń:</p> <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>; 	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> kreśli linie pola magnetycznego wokół prostoliniowego i kołowego przewodnika z prądem; kreśli linie pola magnetyczne Ziemi. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pola magnetycznego Ziemi; wyjaśnia zasadę działania kompasu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko pola magnetycznego wokół magnesu trwałego i przewodnika z prądem.

	<ul style="list-style-type: none"> • ma świadomość istnienia pola magnetycznego Ziemi; • wskazuje bieguny magnetyczne Ziemi. 	<p>wewnątrz magnesów trwałych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady źródeł pola magnetycznego; • opisuje pole magnetyczne Ziemi; • poprawnie oznacza bieguny pola magnetycznego Ziemi. 			
3.2. Badanie kształtu linii pola magnetycznego	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rysuje linie pola magnetycznego wokół magnesów trwałych, przewodnika z prądem oraz cewki na podstawie wykonanego doświadczenia. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje udostępnione materiały i przyrządy do uzyskania kształtów linii pola magnetycznego wokół magnesu trwałego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe; • wykorzystuje udostępnione materiały i przyrządy do uzyskania kształtów linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem; • 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 rysunki.
3.3. Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <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 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się indukcją pola magnetycznego w sytuacjach problemowych; • wyznaczać zwrot, kierunek i wartość wektora siły Lorentza za pomocą reguły lewej dłoni w sytuacjach problemowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin siła Lorentza jako iloczyn wektorowy i analizuje działanie tej siły; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopelniające.

		<p>z pomocą jednostek podstawowych układu SI;</p> <ul style="list-style-type: none"> • korzysta z pojęcia siły Lorentza w sytuacjach typowych. 		<ul style="list-style-type: none"> • korzysta z pojęcia siły Lorentza w sytuacjach problemowych. 	
3.4. Pole magnetyczne przewodników z prądem	<p>uczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> • ma świadomość istnienia pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem; • podaje przykłady zastosowania pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależności określające wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy; • oblicza wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy w sytuacjach typowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza zwrot i kierunek wektora indukcji magnetycznej wokół prostoliniowego przewodnika z prądem oraz przewodnika kołowego za pomocą reguły prawej dłoni; • wyznacza zwrot i kierunek wektora indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy za pomocą reguły prawej dłoni. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość indukcji magnetycznej wokół przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz we wnętrzu zwojnicy w sytuacjach problemowych ; • opisuje pole magnetyczne przewodnika z prądem w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopęlniające.
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 	<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; 	<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 	<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 	<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 dopęlniające.

	<p>magnetycznego Ziemi ze zjawiskiem zorzy polarnej.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 powstawania zorzy polarnej. 	<p>naładowanej w cyklotronie;</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie częstotliwości cyklotronowej; • wyjaśnia podstawową zasadę działania cyklotronu; • wyjaśnia zasadę działania spektrometru masowego; • wskazuje kierunek i zwrot poruszania się cząstek naładowanych w polu magnetycznym Ziemi. 	<p>magnetycznym, prędkości cząstki oraz indukcji magnetycznej w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry ruchu ładunku w jednorodnym polu magnetycznym w sytuacjach problemowych; • wyprowadza zależność opisującą częstotliwość cyklotronową. 	
<p>3.6. Właściwości magnetyczne substancji</p>	<p>uczeń:</p> <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>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie przenikalności magnetycznej; • opisuje wpływ materiału na pole magnetyczne; • definiuje termin <i>moment magnetyczny</i>. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <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.
<p>3.7. Siła elektrodynamiczna. Silnik elektryczny</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>siła elektrodynamiczna</i>; • definiuje termin <i>silnik elektryczny</i>; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie siły elektrodynamicznej; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza kierunek, zwrot siły elektrodynamicznej za 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły elektrodynamicznej oraz wyznacza jej kierunek i zwrot w 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>siła elektrodynamiczna</i> jako iloczyn wektorowy i

	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły elektrodynamicznej w sytuacjach typowych; • zapisuje zależność opisującą wartość siły elektrodynamicznej; • opisuje oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem; • opisuje budowę silnika elektrycznego. 	<p>pomocą reguły lewej dłoni;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 sytuacjach typowych. 	<p>sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry pracy silnika elektrycznego w sytuacjach problemowych; • oblicza wartość siły, z jaką przewodniki działają na siebie w sytuacjach problemowych. 	<p>analizuje działanie tej siły;</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie pokazujące działanie siły elektrodynamicznej; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
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; 	<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.

		<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje jednostkę strumienia indukcji magnetycznej za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 			
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 indukcji w sytuacjach typowych; • wykorzystuje prawo Ohma dla prądu indukcyjnego w sytuacjach typowych. 	<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.
4.3. Reguła Lenza	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje regułę Lentza; • 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 Lentza 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 Lentza w sytuacjach problemowych; • wyjaśnia znaczenie zjawiska powstawania prądów wirowych; • opisuje przykładowe sposoby przeciwdziałania 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące regułę Lentza; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

				powstawaniu prądów wirowych;	
4.4. Zjawisko samoindukcji	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>siła elektromotoryczna</i> samoindukcji; 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 w sytuacjach typowych; przedstawia jednostkę indukcyjności za pomocą jednostek podstawowych układu SI. 	<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.
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 prądnicach 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 prądnicach; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

<p>4.6. Prąd przemienny</p>	<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; • 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, natężenie</i> i <i>moc skuteczna</i> w sytuacjach typowych. 	<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 czasu; • 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 	<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; • rozróżnia 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.
------------------------------------	--	--	--	--	---

			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, cewka, kondensator</i>; definiuje terminy <i>opór omowy, opór indukcyjny 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 Ohma dla obwodów prądu przemiennego w sytuacjach problemowych; oblicza wartości skuteczne napięcia, natężenia i mocy prądu w obwodach RLC w sytuacjach typowych; oblicza częstotliwość rezonansową w sytuacjach typowych. 	<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 sytuacjach problemowych; oblicza częstotliwość rezonansową w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
4.8. Transformator	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>transformator</i>; definiuje termin <i>przekładnia transformatora</i>; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę transformatora; wskazuje uzwojenie wtórne i pierwotne; 	<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 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące działanie transformatora;

	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zastosowania transformatora. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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>sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza moc na uzwojeniach transformatora w sytuacjach problemowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 domieszkowe</i>; • definiuje termin <i>dioda półprzewodnikowa</i>; • podaje przykłady zastosowania diody półprzewodnikowej; • definiuje termin <i>dioda prostownicza</i>; • podaje przykłady zastosowania prostownika. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm półprzewodnictwa samoistnego; • wskazuje nośniki prądu w półprzewodniku; • opisuje budowę diody półprzewodnikowej; • opisuje budowę prostownika. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje półprzewodnik domieszkowy typu n, podaje przykłady domieszek; • opisuje półprzewodnik domieszkowy typu p, podaje przykłady domieszek; • opisuje zasadę działania diody półprzewodnikowej; • rysuje charakterystykę napięciowo-prądową diody prostowniczej; • opisuje zasadę działania prostownika. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rysuje schematy układów prostowniczych i wyjaśnia zasadę ich działania; • wyjaśnia zjawisko półprzewodnictwa za pomocą modelu budowy atomu i pasm energetycznych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące działanie diody półprzewodnikowej; • 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; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko fal elektromagnetycznych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie praw Maxwella; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski płynące z praw Maxwella; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje działanie anteny radiowej;

	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko drgań; elektromagnetycznych • wyjaśnia zjawisko rezonansu elektromagnetycznego; • opisuje wielkości charakteryzujące fale elektromagnetyczne: długość fali, częstotliwość. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje przemiany energii w obwodzie drgającym; • oblicza wartości energii drgań elektromagnetycznych; • rozwiązuje zadania problemowe dotyczące obwodów drgających. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.2. Przegląd fal elektromagnetycznych	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych; • potrafi uszeregować fale; elektromagnetyczne pod względem długości; • podaje przykłady źródeł różnych fal elektromagnetycznych. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <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. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm widzenia światła białego; • szacuje długość fali świetlnej w zależności od barwy światła. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje działanie łączności radiowej; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

5.3. Wyznaczanie wartości prędkości światła	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • podaje wartość prędkości światła; • opisuje przebieg jednej z metod wyznaczania prędkości światła (doświadczenie Roemera, doświadczenie Fizeau doświadczenie Foucaulta). 	uczeń: <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). 	uczeń: <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. 	uczeń: <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). 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady doświadczeń mających na celu wyznaczenie prędkości światła nie objętych wymaganiami dopełniającymi.
5.4. Dyfrakcja i interferencja światła	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawiska dyfrakcji i interferencji; • podaje przykłady dyfrakcji i interferencji światła w życiu codziennym; • formułuje zasadę Huygensa dla światła białego. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawiska dyfrakcji i interferencji światła widzialnego; • podaje przykłady zastosowania zjawisk dyfrakcji i interferencji w technice. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie zasady Huygensa dla światła białego. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia graficznie zjawiska dyfrakcji i interferencji. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko dyfrakcji i interferencji światła białego.
5.5. Doświadczenie Younga	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>fale spójne</i>; • definiuje termin <i>światło jednobarwne</i> (monochromatyczne); 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady źródeł światła jednobarwnego; 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia równanie siatki dyfrakcyjnej; • przedstawia graficznie przejście światła 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależności definiujące fale spójne; • wykorzystuje równanie siatki dyfrakcyjnej w 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko dyfrakcji i

	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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>jednobarwnego przez siatkę dyfrakcyjną.</p>	<p>sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przejście światła białego przez siatkę dyfrakcyjną. 	<p>interferencji światła białego.</p>
<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; mierzy odległość siatki dyfrakcyjnej od ekranu w obu sytuacjach pomiarowych; 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 stałej siatki dyfrakcyjnej w obu sytuacjach pomiarowych. 	<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 stałej siatki dyfrakcyjnej; 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>5.7. Polaryzacja światła</p>	<p>uczeń:</p>	<p>uczeń:</p>	<p>uczeń:</p>	<p>uczeń:</p>	<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>. 	<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. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje znaczenie polaryzacji światła w technice. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność opisującą kąt Brewstera; oblicza kąt Brewstera w sytuacjach problemowych. 	<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 występowania zjawisk odbicia i załamania światła; definiuje termin <i>współczynnik załamania światła</i>; definiować termin <i>kąt graniczny</i>; podaje przykłady wykorzystania zjawisk odbicia i załamania 	<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; wyznaczać współczynnik załamania światła dla różnych ośrodków w sytuacjach typowych; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; zapisuje zależność opisującą wartość kąta granicznego; 	<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 załamania światła dla różnych ośrodków w sytuacjach problemowych; wyprowadza zależność opisującą wartość kąta granicznego; oblicza wartość kąta granicznego w sytuacjach problemowych. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

	oraz całkowitego wewnętrznego odbicia światła w technice.	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość kąta granicznego w sytuacjach typowych. 			
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; • wymienia pojęcia i wielkości opisujące zwierciadła kuliste: <i>oś zwierciadła</i>, <i>ogniskowa</i>, <i>promień krzywizny</i>; • wskazuje oś zwierciadła kulistego; • definiuje termin <i>zdolność skupiająca</i>. 	<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 zwierciadła kuliste: <i>oś zwierciadła</i>, <i>ogniskowa</i>, <i>promień krzywizny</i>; • wyznacza ogniskową i promień krzywizny zwierciadła kulistego w sytuacjach typowych; • wyznacza zdolność skupiającą zwierciadła 	<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 problemowych; • wyjaśnia pojęcie aberracji sferycznej zwierciadła. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające.

		<p>kulistego w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje jednostkę zdolności skupiającej za pomocą jednostek podstawowych układu SI; • opisuje budowę peryskopu. 			
5.11. Konstruowanie obrazów 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, oś zwierciadła, ogniskową i obiekt; • konstruuje obrazy w zwierciadłach kulistych (wklęsłych i wypukłych) przy różnych położeniach obiektu. 	<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.
5.12. Soczewki sferyczne	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>soczewka</i>; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje pojęcia i wielkości opisujące 	<p>uczeń:</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie względnego 	<p>uczeń:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> 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>soczewki: <i>oś soczewki, ogniskowa, promień krzywizny, zdolność skupiająca</i>;</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje rodzaje soczewek na podstawie ich własności; wyjaśnia znaczenie wzoru soczewkowego. 	<p>współczynnika załamania w równaniu soczewkowym;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza ogniskową i zdolność skupiającą soczewki w sytuacjach problemowych; wyjaśnia pojęcie aberracji sferycznej soczewki. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie aberracji chromatycznej; opisuje układ achromatyczny; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
5.13. Konstruowanie obrazów 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 konstruowania obrazów w soczewkach; poprawnie oznacza na rysunku soczewkę, oś soczewki, ogniskową i obiekt; konstruuje obrazy w soczewkach 	<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 podobieństwa trójkątów do obliczania odległości i wysokości obrazu i obiektu w soczewkach. 	<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.

		skupiających i rozpraszających przy różnych położeniach obiektu.			
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>; • definiuje termin <i>kąt łamiący</i> i <i>kąt odchylający</i>. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą widma światła białego; • oblicza wartość kąta łamiącego i rozpraszającego pryzmatu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie; • wyznacza parametry fali świetlnej po przejściu przez pryzmat w sytuacjach typowych; • opisuje zjawisko rozszczepienia światła w sytuacjach problemowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza parametry fali świetlnej po przejściu przez pryzmat w sytuacjach problemowych; • wyjaśnia, w jaki sposób przedmioty uzyskują kolor. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje doświadczenie prezentujące zjawisko rozszczepienia światła; • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

			<ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm powstawania tęczy. 		
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 przyzmatycznej; • 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 przyzmatycznej; • 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 <i>natężenie promieniowania</i>; • definiuje termin <i>częstotliwość graniczna</i>; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko fotoelektryczne w sytuacjach typowych; • wyjaśnia znaczenie częstotliwości granicznej; • rysuje charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki; • oblicza wielkości fizyczne towarzyszące 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko fotoelektrycznego; • opisuje charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki; • wskazuje prąd nasycenia i napięcie hamowania na charakterystyce prądowo-napięciowej fotokomórki; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko fotoelektryczne w sytuacjach problemowych; • oblicza wielkości fizyczne towarzyszące zjawisku fotoelektrycznemu w sytuacjach problemowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje terminy <i>prąd nasycenia</i> i <i>napięcie hamowania</i>; formułuje doświadczalne prawa fotoemisji. 	<p>zjawisku fotoelektrycznemu zewnętrznemu w sytuacjach typowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie doświadczalnych praw fotoemisji; opisuje budowę fotokomórki. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje i wyjaśnia zasadę działania fotokomórki. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia niezgodność zjawiska fotoelektrycznego z falową teorią promieniowania. 	
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; definiuje termin <i>fala de Broglie'a</i>; wyznacza długość fali de Broglie'a; wymienia przykłady zastosowań teorii dualizmu 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje założenia teorii dualizmu korpuskularno-falowego; zapisuje zależność opisującą długość fali de Broglie'a; korzysta z pojęcia fali de Broglie'a w sytuacjach typowych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przebieg doświadczenia Davissona i Germera; opisuje znaczenie teorii dualizmu korpuskularno-falowego w technice; wyjaśnia, dlaczego nie obserwujemy fal materii w sytuacjach codziennych; 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wnioski płynące z doświadczenia Davissona i Germera; korzysta z pojęcia fali de Broglie'a w sytuacjach problemowych; wyznacza granicę dokładności pomiarów podlegających zasadzie 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenie myślowe Schrödingera (kot Schrödingera); opisuje zjawisko efektu tunelowego i jego konsekwencje; rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

	<p>korpuskularno-falowego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę nieoznaczoności Heisenberga. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza granicę dokładności pomiarów podlegających zasadzie nieoznaczoności Heisenberga w sytuacjach typowych. 	<p>nieoznaczoności Heisenberga w sytuacjach problemowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące z zasady nieoznaczoności Heisenberga. 	<p>wymagania dopełniające.</p>
<p>6.4. Budowa atomu</p>	<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 energetycznego elektronu w atomie wodoru w sytuacjach typowych; oblicza energię jonizacji atomu. 	<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 modelu atomu wodoru Bohra w sytuacjach problemowych; opisuje zadania, podstawowe 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.

				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.