

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

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 różnoimiennie; 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 elektroskopu; 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 elektroskopu. 	<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 jednoimiennie i 	<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>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 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; • 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	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje energię i pracę w polu elektrycznym; • definiuje termin <i>pole zachowawcze</i>. 	uczeń: <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. 	uczeń: <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. 	uczeń: <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. 	uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
1.6. Potencjał pola elektrostatycznego i potencjał przewodnika	uczeń potrafi: <ul style="list-style-type: none"> • definiuje termin <i>potencjał pola elektrycznego</i>; • definiuje termin <i>napięcie elektryczne</i>; • definiuje pojęcie powierzchni ekwipotencjalnych. 	uczeń: <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 	uczeń: <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 	uczeń: <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. 	uczeń: <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 określającą 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 płaskiego częściowo wypełnionego 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.

		akceleratora cząstek naładowanych; <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>lampa oscyloskopowa</i>; wyjaśnia zasadę działania lampy oscyloskopowej. 		toru ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych.	
Dział 2. Prąd stały					
2.1. Prąd elektryczny. Źródła napięcia	uczeń: <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>. 	uczeń: <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 	uczeń: <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>. 	uczeń: <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. 	uczeń: <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> 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 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'aLenza; 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; wyznaczać 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	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. Magnes. Pole magnetyczne	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 spektrometru masowego; • 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 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 dopęlniające.
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 dopęlniające.

		<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. Prądnicą prądu przemiennego	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje termin <i>prądnicą prądu przemiennego</i>; podaje przykłady zastosowania prądnic prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę prądnic prądu przemiennego; opisuje siłę elektromotoryczną indukcyjną powstającą podczas pracy prądnic; rozwiązuje typowe zadania dotyczące prądnic prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania prądnic prądu przemiennego; opisuje przemiany energii podczas pracy prądnic prądu przemiennego. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależności opisujące przemiany energii podczas pracy prądnic prądu przemiennego; rozwiązuje zadania problemowe dotyczące prądnic prądu przemiennego; kreśli wykresy zależności natężenia prądu elektrycznego w prądnic od czasu. 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie prezentujące pracę prądnic prądu przemiennego; wyprowadza zależność opisującą siłę elektromotoryczną powstającą w prądnic; 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 skuteczną</i> w sytuacjach problemowych; rozdziela 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>dioda półprzewodnikowa</i>; podaje przykłady zastosowania diody półprzewodnikowej; definiuje termin <i>dioda 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, 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; wyjaśnia zjawisko rezonansu elektromagnetycznego; opisuje wielkości charakteryzujące fale elektromagnetyczne: <i>długość fali, 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 opisującą 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 przejęcie 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 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"> wyznacza 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 oś 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, oś 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>. 	<p>łamiącego i rozpraszającego pryzmatu.</p>	<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. 	<p>problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.</p>
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 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 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 Davisona i Germera; opisuje znaczenie teorii 	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wnioski płynące z doświadczenia Davisona 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. 	<p>dualizmu korpuskularno-falowego w technice;</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 	<p>efektu tunelowego i jego konsekwencje;</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.

		energetycznego elektronu w atomie wodoru w sytuacjach typowych; • oblicza energię jonizacji atomu.		modelu atomu wodoru Bohra w sytuacjach problemowych; • opisuje zadania, podstawowe założenia i znaczenie mechaniki kwantowej.	
6.5. Emisja wymuszona. Laser	uczeń: • definiuje terminy <i>emisja spontaniczna</i> i <i>emisja wymuszona</i> ; • definiuje termin <i>laser</i> ; • podaje przykłady zastosowania lasera.	uczeń: • opisuje zjawisko emisji spontanicznej na podstawie modelu budowy atomu Bohra; • wyjaśnia mechanizm emisji wymuszonej; • opisuje budowę lasera; • wyjaśnia znaczenie lasera w technice.	uczeń: • wykorzystuje zjawisko emisji wymuszonej do wyjaśniania teoretycznych podstaw działania lasera; • wyjaśnia zasadę działania lasera.	uczeń: • opisuje właściwości światła laserowego.	uczeń: • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
6.6. Promieniowanie rentgenowskie	uczeń: • definiuje termin <i>promieniowanie rentgenowskie</i> ; • definiuje termin <i>zjawisko selektywnego odbicia</i> ; • definiuje termin <i>promieniowanie hamowania</i> ; • podaje przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.	uczeń: • 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.	uczeń: • opisuje widmo promieniowania rentgenowskiego; • opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego; • wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej; • opisuje zjawisko Comptona.	uczeń: • oblicza natężenie promieniowania rentgenowskiego w sytuacjach problemowych; • wyjaśnia wnioski wynikające ze zjawiska Comptona.	uczeń: • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające.
Temat (rozumiany jako lekcja)	• Wymagania konieczne • (ocena	• Wymagania podstawowe • (ocena	• Wymagania rozszerzające • (ocena dobra)	• Wymagania dopełniające • (ocena bardzo	• Wymagania wykraczające • (ocena celująca)

	dopuszczająca)	dostateczne)		dobra)	
Dział 1. Wiadomości wstępne					
2.1. Podstawowe pojęcia fizyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia zjawiska fizycznego i wielkości fizycznej wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych wyjaśnia, czym jest definicja zjawiska fizycznego wyjaśnia czym jest prawo fizyczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową i wielkością pochodną wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje cechy danego wektora określa związki pomiędzy wielkościami fizycznymi we wzorach formułuje słowną definicję na podstawie wzoru sformułuje prawo fizyczne na podstawie wzoru 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór na podstawie słownego sformułowania prawa fizycznego zapisuje wzór na podstawie definicji słownej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
2.2. Jednostki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia jednostki podstawowe układu SI wyjaśnia, czym są jednostki pochodne podaje przykłady jednostek pochodnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną posługuje się notacją 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą rachunku jednostek podaje przykłady jednostek historycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI

			wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielkrotnych		
2.3. Wykresy	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru • odczytuje z wykresu pośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza odpowiednio osie układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • odczytuje z wykresu pośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako tangens nachylenia prostej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
2.4. Działania na wektorach	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dodaje wektory o tym samym kierunku • dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta • oblicza wartość wektora będącego sumą dwóch zadanych wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odejmuje wektory o tym samym kierunku • odejmuje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta • oblicza wartość wektora będącego różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych • podaje przykłady skalarnych wielkości fizycznych będących iloczynem skalarnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach • oblicza iloczyn skalarny dwóch wektorów o • oblicza wartość iloczynu wektorowego dwóch wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi • wskazuje kierunek iloczynu wektorowego oraz wyznaczać jego zwrot za pomocą reguły śruby prawoskrętnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa kąt pomiędzy wektorami postępując się iloczynem skalarnym

		dwóch wielkości wektorowych			
2.5. Niepewności pomiarowe	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje niepewność pomiarową zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych oblicza niepewność względną pomiaru przedstawiać wyniki pomiaru na wykresie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej oblicza niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego zaznacza na wykresie prostokąty niepewności pomiarowych ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą sumy wielkości mierzonych metodą najmniej korzystnego przypadku oblicza niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą iloczynu wielkości mierzonych uproszczoną metodą logarytmiczną wykreśla linię najlepszego dopasowania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru formułuje wnioski dokonanych pomiarów
2.6. Matematyka na lekcjach fizyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje parametry funkcji liniowej i kwadratowej rozpoznaje na podstawie wykresu funkcję liniową definiuje sinus, cosinus i tangens kąta ostrego podaje własności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza na wykresie funkcji liniowej parametry równania funkcji rozpoznaje na podstawie wykresu funkcję kwadratową oblicza wartości funkcji trygonometrycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje na podstawie wykresu hiperbolę i funkcję pierwiastkową podaje zależności między funkcjami trygonometrycznymi rysuje wykresy funkcji trygonometrycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zależności pomiędzy funkcjami trygonometrycznymi w zadaniach stosuje wzory redukcyjne w postaci oraz $\cos(90^\circ - \alpha)$ 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie sinusów i kosinusów w zadaniach stosuje wzory redukcyjne do obliczania wartości funkcji trygonometrycznych dowolnego kąta

	<p>działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym</p>	<p>kąta ostrego w trójkącie prostokątnym</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje własności działań na potęgach o wykładniku całkowity 	<ul style="list-style-type: none"> • zamienia stopnie na radiany i radiany na stopnie • stosuje własności działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym • stosuje notację wykładniczą 		
Dział 2. Kinematyka ruchu postępowego					
2.1. Zjawisko ruchu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia układu odniesienia, punktu materialnego i wektora położenia • rozumie, że ruch jest względny • definiuje ruchu i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie • rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach • definiuje prędkość średnią i szybkość średnią • definiuje prędkość chwilową, przyrost prędkości oraz przyspieszenie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia na czym polega względność ruchu • wyznacza wektor przemieszczenia • wyjaśnia sens fizyczny prędkości, szybkości i przyspieszenia • rozróżnia prędkość i szybkość w przykładowych sytuacjach • oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych • oblicza wartość prędkości i szybkości średniej w sytuacjach typowych • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przekształca wzory, aby obliczyć wartości przebytej drogi i czasu ruchu • oznacza wektor prędkości, jako styczny do toru ruchu • wyjaśnia kiedy średnia szybkość jest i kiedy nie jest równa średniej prędkość • oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych • oblicza wartość prędkości i szybkości średniej w sytuacjach problemowych • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia konieczność istnienia układu odniesienia w opisie ruchu • podaje przykłady uzasadniające względność ruchu • rozkłada wektor przemieszczenia i prędkości na składowe o dowolnych kierunkach • oblicza wartość szybkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punkt materialny

	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady ruchu i spoczynku • odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego • podaje jednostki szybkości i przyspieszenia 	<p>jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych</p>	<p>sytuacjach problemowych</p>		
<p>2.2. Ruch prostoliniowy jednostajny</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje ruch prostoliniowy jednostajny • przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia tożsamość prędkości średniej i chwilowej oraz szybkości średniej i chwilowej w ruchu prostoliniowym jednostajnym • oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach typowych • oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach typowych • odczytuje wartość szybkości z wykresu zależności prędkości od 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje wartość drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym • oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach problemowych • oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach problemowych • stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia ruch prostoliniowy jednostajny graficznie za pomocą współrzędnych położenia i czasu • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym jako tangens kąta nachylenia prostej • stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań problemowych • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza przemieszczenie • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym określać, które ciało porusza się z większą prędkością • na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego oblicza szybkość 	rozwiązywania zadań typowych	jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu	
2.3. Ruch jednostajny względem różnych układów odniesienia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumie, że ruch jest względny • definiuje prędkość względną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, jakie znaczenie dla opisu ruchu ma układ odniesienia • podaje przykłady różnych układów odniesienia dla danych sytuacji ruchu • oblicza względną szybkość ciał poruszających się w tym samym kierunku i z tym samym lub z przeciwnym zwrotem prędkości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy zgodnych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego • znając położenie ciała względem jednego układu odniesienia, oblicza jego położenie względem innego układu odniesienia • oblicza wartość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy prostopadłych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego • oblicza drogę, czas ruchu i szybkość względem różnych układów odniesienia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			względnej prędkości ciał poruszających się w prostopadłych kierunkach		
2.4. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach typowych oblicza szybkość chwilową w danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym odczytuje wartość szybkości chwilowej w zadanej chwili czasu podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych oblicza szybkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem oblicza szybkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu, jako tangens nachylenia stycznej do wykresu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>przyspieszeniem</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym 	<p>zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym, oblicza przyrost szybkości</p>		
<p>2.5. Wyznaczanie przyspieszenia w ruchu jednostajnym</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiar czasu, w jakim badane ciało przebywa równe odcinki drogi • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • na podstawie wyników pomiarów wykreśla zależność drogi od czasu oraz drogi od kwadratu czasu w badanym ruchu bez uwzględnienia prostokątów niepewności pomiarowych • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wyników pomiarów wykreśla zależność drogi od czasu oraz drogi od kwadratu czasu w badanym ruchu z uwzględnieniem prostokątów niepewności pomiarowych • na podstawie wykresu zależności drogi od kwadratu czasu wyznacza przyspieszenie, jako tangens kąta nachylenia wykresu • wyznacza niepewność pomiaru pośredniego przyspieszenia przybliżoną metodą logarymiczną • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza wykresy

				<ul style="list-style-type: none"> • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia 	
2.6. Swobodne spadanie, rzut pionowy w dół	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego • podaje przykłady spadku swobodnego • wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała • wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w dół 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady doświadczeń pokazujących niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • wyjaśnia znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość • opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową • opisuje rzut pionowy w dół jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z niezerową szybkością początkową 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • oblicza szybkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości • oblicza wysokość z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej • oblicza szybkość końcową i czas rzutu pionowego w dół z danej wysokości i zdana prędkością początkową • oblicza wysokość/prędkość początkową z jakiej rzucono ciało pionowo w dół na podstawie danego czasu ruchu i prędkości końcowej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wysokość na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu • oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych • oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w rzucie pionowym w dół w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w spadku swobodnym i rzucie pionowym w dół • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

<p>2.7. Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony</p>	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o ujemnej wartości podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o zwrocie przeciwnym do zwrotu prędkości oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach typowych oblicza szybkość chwilową w danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym odczytuje wartość szybkości chwilowej w zadanej chwili czasu podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych oblicza szybkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem oblicza szybkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu, jako tangens nachylenia stycznej do wykresu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
--	---	---	--	--	---

		<p>z większym opóźnieniem</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowitą drogę przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym 	<p>przyspieszonym, oblicza przyrost szybkości</p>		
2.8. Rzut pionowy w górę	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut pionowy w górę • przedstawia graficznie zmianę zwrotu wektora przyspieszenia w rzucie pionowym w górę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut pionowy w górę jako złożenie ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego oraz prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego • sporządza wykresy zależności przyspieszenia, prędkości i wysokości od czasu w rzucie pionowym w górę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza szybkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym w górę • oblicza czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach typowych • oblicza szybkość początkową z jaką rzucono ciało pionowo w górę na podstawie danego czasu ruchu i maksymalnej wysokości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wysokość na jakiej znajdzie się ciało w danej chwili czasu w rzucie pionowym w górę • oblicza prędkość początkową, końcową czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w rzucie pionowym w górę • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.9. Rzut poziomy	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut poziomy • definiuje zasięg w rzucie poziomym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut poziomy jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu jednostajnie przyspieszonego w kierunku pionowym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch w rzucie poziomym za pomocą współrzędnych w układzie kartezjańskim • zapisuje równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym w sytuacjach problemowych • sporządza wykresy zależności szybkości, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich • wyprowadza wzory na zasięg i czas ruchu w rzucie poziomym

		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia dlaczego czasy ruchu w rzucie poziomym i spadku swobodnym z tej samej wysokości są równe 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza szybkość w poszczególnych etapach ruchu w rzucie poziomym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym w sytuacjach typowych 	przyspieszenia, drogi i przemieszczenia od czasu w rzucie poziomym	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.10. Rzut ukośny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut ukośny • zapisuje równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut ukośny jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu przyspieszonego w kierunku pionowym • wie, że ciało rzucone ukośnie porusza się po torze w kształcie paraboli • wyjaśnia, jaki wpływ ma kąt prędkości początkowej względem poziomu dla zasięgu, maksymalnej wysokości oraz czasu ruchu w rzucie ukośnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch w rzucie ukośnym za pomocą współrzędnych w układzie kartezjańskim • zapisuje równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich • wyjaśnia, dlaczego ciało rzucone ukośnie porusza się po torze w kształcie paraboli • wyznacza szybkość w poszczególnych etapach ruchu w rzucie ukośnym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym • wyznacza szybkość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg, maksymalną wysokość oraz czas ruchu w rzucie ukośnym w sytuacjach problemowych • sporządza wykresy zależności szybkości, przyspieszenia, drogi i przemieszczenia od czasu w rzucie ukośnym • wyznacza kat prędkości początkowej względem poziomu w rzucie ukośnym na podstawie zadanych parametrów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich • wyprowadza wzory na zasięg, maksymalną wysokość i czas ruchu w rzucie ukośnym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			początkową, końcową, zasięg, maksymalną wysokość oraz czas ruchu w rzucie ukośnym w sytuacjach typowych		
2.11. Ruch po okręgu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch okresowy opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy definiuje pojęcie promienia wodzącego definiuje pojęcia częstotliwości i okresu w ruchu okresowym, podaje ich jednostki oblicza drogę w ruchu po okręgu definiuje prędkość i szybkość kątową definiuje przyspieszenie kątowe oraz liniowe przyspieszenie styczne w ruchu po okręgu definiuje ruch jednostajny po okręgu definiuje przyspieszenie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza graficznie promień wodzący podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu okresowym podaje zależności pomiędzy szybkością kątową i liniową w ruchu po okręgu podaje zależność pomiędzy przyspieszeniem kątowym i stycznym przyspieszeniem liniowym w ruchu po okręgu wyjaśnia znaczenie przyspieszenia dośrodkowego w ruchu po okręgu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza szybkość kątową na podstawie danej szybkości liniowej i odwrotnie w ruchu po zadanym okręgu oblicza przyspieszenie kątowe na podstawie danego liniowego przyspieszenia stycznego i odwrotnie w ruchu po zadanym okręgu oblicza wartości szybkości liniowej i kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po zadanym okręgu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości szybkości liniowej i kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależności pomiędzy szybkością liniową a szybkością kątową, przyspieszeniem liniowym stycznym, a przyspieszeniem kątowym oraz zależności pomiędzy szybkością liniową i kątową, a okresem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	dośrodkowe w ruchu po okręgu				
Dział 3. Dynamika					
3.1. Podstawowe pojęcia dynamiki. Pierwsza zasada dynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia masy, pędu i siły podaje jednostki masy, pędu i siły definiuje popęd formułuje pierwszą zasadę dynamiki podaje przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu codziennym definiuje pojęcia bezwładności i środka masy definiuje inercjalne i nieinercjalne układ odniesienia podaje przykłady inercjalnych i nieinercjalnych układów odniesienia podaje przykłady działania bezwładności w życiu codziennym definiuje układ izolowany 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa siłę jako wielkość wektorową wyznacza siłę wypadkową dla danych sił składowych wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki przedstawia graficznie siły działające na ciało z zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki wyjaśnia różnicę między środkiem masy i środkiem ciężkości formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych wyjaśnia znaczenie środka masy wyznacza środek masy układu punktów materialnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość zmiany pędu w czasie na podstawie wykresu zmiany siły w czasie i odwrotnie stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie sinusów i kosinusów do obliczania wartości sił wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.2. Druga zasada	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

<p>dynamiki</p>	<ul style="list-style-type: none"> formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki dla punktu materialnego 	<ul style="list-style-type: none"> formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki dla układu punktów materialnych opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI sformułuje słownie oraz zapisuje wzorem ogólną postać drugiej zasady dynamiki 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje ogólną postać drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>3.3. Trzecia zasada dynamiki</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje trzecią zasadę dynamiki podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym definiuje siłę nacisku oraz siłę sprężystości podłoża 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach typowych wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających oraz obliczania wartości sił i parametrów ruchu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach problemowych oblicza kąt nachylenia i wysokość równi pochyłej przy znanych parametrach ruchu ciała znajdującego się na niej wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje twierdzenie sinusów i cosinusów w zadaniach problemowych dotyczących zasad dynamiki proponuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasady dynamiki rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

				obliczania wartości sił i parametrów ruchu w sytuacjach problemowych	
3.4. Zasada zachowania pędu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje zasadę zachowania pędu dla pojedynczego ciała • definiuje całkowity pęd układu ciał • podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pęd pojedynczego ciała • formułuje zasadę zachowania pędu dla układu ciał • formułuje wnioski płynące z zasady zachowania pędu • wyjaśnia zjawisko odrzutu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowity pęd układu ciał • wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach problemowych • wyjaśnia zasadę działania silnika odrzutowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • proponuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasadę zachowania pędu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.5. Siły tarcia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje siłę tarcia • definiuje tarcie statyczne i kinetyczne • podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym • definiuje tarcie poślizgowe oraz tarcie toczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły tarcia w sytuacjach typowych • wyjaśnia zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawia tę zależność na wykresie • wyjaśnia znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego oraz zależność między nimi • wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia • podaje przykłady 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych • uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych • uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>sytuacji, w których tarcie jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie</p>			
<p>3.6. Siła bezwładności, nieinercjalne układy odniesienia</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia • definiuje siłę bezwładności • definiuje siły rzeczywiste i pozorne • podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym • podaje przykłady siły bezwładności odśrodkowej • definiuje stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia • podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych • oblicza przyrost i spadek odczuwanego ciężaru w nieinercjalnym układzie odniesienia w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza przyrost i spadek odczuwanego ciężaru w nieinercjalnym układzie odniesienia w sytuacjach problemowych • oblicza wartości siły bezwładności oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące działanie siły bezwładności • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>3.7. Siła w ruchu po okręgu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje siłę dośrodkową • określa wartość siły bezwładności odśrodkowej • definiuje moment siły i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej • zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • obliczać wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową i kątową, częstotliwością i

	moment pędu	<p>kątową, częstotliwością i okresem</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły dośrodkowej dla danego ruchu po okręgu • wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności odśrodkowej 			<p>okresem</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.8. Praca	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pracę jako iloczyn skalarny wektorów siły i przesunięcia • zna jednostkę pracy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI • rozumie znaczenie pojęcia pracy jako sposobu przekazywania energii • oblicza wartość wykonanej pracy przez siłę działającą równoległe do przesunięcia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna • oblicza siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły • oblicza wartość pracy, jako pole pod wykresem zależności siły od przesunięcia • wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej siły • wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.9. Energia potencjalna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje energię 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia związek między zmianą energii 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość zmiany energii jako 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje

	<p>mechaniczną</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia energii kinetycznej i energii potencjalnej podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną i kinetyczną definiuje energię potencjalną ciężkości, definiuje energię potencjalną sprężystości 	<p>mechanicznej a wykonana pracą</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy zapisuje wzór na energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi zapisuje wzór na energię potencjalną sprężystości oblicza wartość energii ciała w sytuacjach typowych 	<p>wielkość wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych 	<p>działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych</p>	<p>doświadczenie obrazujące związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.10. Energia kinetyczna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje wzór na energię kinetyczną definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza wielkość pracy wykonanej przez siłę zewnętrzną nad ciałem o danej masie poruszającym się z daną szybkością oblicza energię mechaniczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza energię mechaniczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na energię kinetyczną ciała o zadanej masie, poruszającego się z daną szybkością wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.11. Zasada zachowania energii	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę zachowania energii podaje przykłady 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady sił zachowawczych i niezachowawczych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyprowadzania

	<p>obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siły zachowawcze i niezachowawcze 		<p>wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych 	<p>problemowych</p>	<p>wzorów na parametry ruchu w sytuacjach problemowych</p>
3.12. Moc	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moc, moc średnią i moc chwilową zna jednostkę mocy obliczać wartość mocy w sytuacjach problemowych definiuje sprawność 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych definiuje 1 wat opisuje jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy energii i parametry ruchu w sytuacjach typowych oblicza wartość wykonanej pracy jako pole pod wykresem zależności mocy od czasu oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy energii i parametry ruchu w sytuacjach problemowych oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopiętnające
3.13. Zderzenia	<p>uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje zderzenia centralne i niecentralne podaje przykłady zderzeń centralnych i niecentralnych w życiu codziennym definiuje zderzenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór na prędkość końcową w zderzeniu niesprężystym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystywać zasadę zachowania pędu opisu zderzenia doskonale niesprężystego zapisuje wzory na prędkości końcowe w zderzeniu sprężystym oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania pędu oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do opisu zderzenia sprężystego oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń sprężystych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzory a prędkości końcowe w zderzeniu sprężystym i niesprężystym rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopiętnające

	<p>sprężyste i niesprężyste</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych 		<p>zderzeń niesprężystych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia graficznie wektory prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym • oblicza wartości prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym ciał o jednakowych masach 	
Dział 4. Mechanika bryły sztywnej					
<p>4.1. Ruch postępowy bryły sztywnej</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie bryły sztywnej • definiuje pojęcie ruchu postępowego bryły sztywnej • podaje przykłady ruchu postępowego bryły sztywnej • definiuje środek masy i środek ciężkości bryły sztywnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch postępowy bryły sztywnej jako ruch jej środka masy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza środek masy brył jednorodnych o regularnych kształtach, jako środek geometryczny 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza środek masy brył złożonych z kilku sztywno powiązanych części • wyznacza doświadczalnie środek masy dowolnych brył 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza środek masy bardziej skomplikowanej bryły jednorodnej w przypadku, gdy nie wymaga to użycia całki
<p>4.2. Ruch obrotowy bryły sztywnej. Moment siły</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje ruch obrotowy bryły sztywnej • definiuje ruch obrotowy jednostajny, jednostajnie przyspieszony i jednostajnie opóźniony 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady brył sztywnych poruszających się ruchem obrotowym jednostajnym, jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym • rozumie znaczenie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza prędkość kątową w ruchu obrotowym bryły sztywnej • wyznacza okres oraz częstotliwość w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach typowych • wyznacza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza okres oraz częstotliwość w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach problemowych • wyznacza przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza moment siły jako iloczyn wektorowy promienia wodzącego oraz siły, wyznacza zwrot i kierunek wektora momentu siły • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje moment siły jako iloczyn długości promienia wodzącego oraz wartości siły formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego</p>	<p>przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moment siły jako iloczyn wektorowy promienia wodzącego oraz siły oblicza moment siły oraz wypadkowy moment siły w sytuacjach typowych, dla siły prostopadłej do promienia wodzącego oraz określa znak momentu siły na podstawie zwrotu działającej siły stosować pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach typowych 	<p>problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych 	<p>dopełniające</p>
<p>4.3. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym. Moment bezwładności</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moment bezwładności bryły sztywnej definiuje energię kinetyczną ruchu obrotowego oblicza energie kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> korzysta z literatury w celu odnalezienia zależności opisujących moment bezwładności podstawowych brył jednorodnych w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie Steinera do obliczania momentu bezwładności bryły sztywnej w obrocie wokół osi nie przechodzącej przez środek masy oblicza energię kinetyczną ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza moment bezwładności najprostszyc brył (obręcz, rura cienkościenna) w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy oblicza moment bezwładności prostych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza moment bezwładności bardziej skomplikowanych brył będących sumą lub różnicą geometryczną podstawowych brył jednorodnych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

			<p>obrotowego bryły sztywnej w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry ruchu bryły sztywnej w sytuacjach typowych 	<p>brył będących sumą lub różnicą geometryczną podstawowych brył jednorodnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energie kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w sytuacjach problemowych • oblicza parametry ruchu bryły sztywnej w sytuacjach problemowych 	<p>wymagania dopełniające</p>
<p>4.4. Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumie znaczenie drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór przedstawiający drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>4.5. Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje moment pędu punktu materialnego oraz moment pędu bryły sztywnej • formułuje zasadę zachowania pędu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność pomiędzy mementem pędu i mementem siły • podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależność pomiędzy mementem pędu i mementem siły w sytuacjach typowych • stosuje zasadę zachowania momentu pędu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależność pomiędzy mementem pędu i mementem siły w sytuacjach problemowych • stosuje zasadę zachowania momentu pędu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność pomiędzy mementem pędu i mementem siły • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasadę zachowania momentu pędu • rozwiązuje zadania

					problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.6. Złożenie ruchu postępowego i obrotowego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego wokół osi symetrii bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje toczenie bez poślizgu jako ruch obrotowy wokół osi obrotu przechodzącej przez punkt styczności bryły i podłoża 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje prędkość liniową poszczególnych punktów bryły sztywnej podczas toczenia jako złożenie prędkości liniowej ruchu postępowego i ruchu obrotowego oblicza parametry ruchu podczas toczenia w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu podczas toczenia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rysuje tor wybranego punktu bryły sztywnej podczas toczenia rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.7. Warunki równowagi bryły sztywnej	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym zajmuje się statyka formułuje pierwszy i drugi warunek równowagi bryły sztywnej definiuje parę sił 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady występowania pary sił, których wypadkowa jest równa zero, ale moment wypadkowy nie jest zerowy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie momentów dla bryły sztywnej dla różnych osi obrotu w sytuacjach typowych wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie momentów dla bryły sztywnej dla różnych osi obrotu w sytuacjach problemowych wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej do wyjaśniania zasad działania maszyn prostych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 5. Ruch drgający i fale mechaniczne.					
5.1. Ruch harmoniczny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje analogie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie

	<p>opisujące ruch drgający: położenie równowagi, wychylenie, amplitudę drgań, okres drgań, częstotliwość, fazę początkową, częstość kołową,</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna jednostkę częstości • definiuje drgania gasnące • definiuje ruch harmoniczny oraz oscylator harmoniczny • definiuje siłę sprężystości 	<p>oscylatorów harmonicznym w życiu codziennym</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje etapy ruchu harmonicznego z uwzględnieniem sił działających na ciało na poszczególnych etapach ruchu • zapisuje wzór na siłę sprężystości • oblicza wartość siły sprężystości w sytuacjach typowych 	<p>między ruchem harmonicznym a ruchem po okręgu</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry ruchu harmonicznego w sytuacjach typowych 	<p>ruchu harmonicznego w sytuacjach problemowych</p>	<p>wykonuje doświadczenie obrazujące ruch harmoniczny</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>5.2. Wychylenie, prędkość, przyspieszenie i siła w ruchu harmonicznym</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym • zapisuje zależność szybkości od czasu i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje amplitudę, częstość kołową i fazę początkową z danego równania ruchu harmonicznego • zapisuje zależność okresu od masy i współczynnika sprężystości dla masy na sprężynie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym • przedstawia na wykresie zależności wychylenia, szybkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym • oblicza wychylenie, szybkość i przyspieszenie w dowolnej chwili czasu w ruchu harmonicznym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza maksymalną szybkość i maksymalne przyspieszenie w ruchu harmonicznym • zapisuje zależność siły w ruchu harmonicznym od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność siły w ruchu harmonicznym od czasu • wyprowadza zależność okresu od masy i współczynnika sprężystości dla masy na sprężynie • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmiany siły w ruchu harmonicznym 		
5.3. Energia w ruchu harmonicznym	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na pracę siły sprężystości • definiuje energie potencjalna sprężystości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmiany energii kinetycznej oraz energii potencjalnej w ruchu harmonicznym • zapisuje zależności energii potencjalnej i kinetycznej od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę zachowania energii do obliczania całkowitej energii w ruchu harmonicznym w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę zachowania energii do obliczania całkowitej energii w ruchu harmonicznym w sytuacjach problemowych • oblicza energię kinetyczną i potencjalną oscylatora harmonicznego w dowolnej chwili czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależności energii potencjalnej i kinetycznej od czasu • wyprowadza wzór na energię całkowitą w ruchu harmonicznym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.4. Wahadło matematyczne i wahadło fizyczne	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje model wahadła matematycznego • definiuje wahadło fizyczne • definiuje długość zredukowana wahadła fizycznego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje model wahadła matematycznego, rozumie, że jest to obiekt teoretyczny • zapisuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości • oblicza okres drgań wahadła matematycznego w sytuacjach typowych • wyjaśnia pojęcie izochronizmu wahadła matematycznego • opisuje moment siły działający na wahadło 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza graficznie siły działające na wahadło matematyczne • stosuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości w sytuacjach typowych • stosuje pojęcie izochronizmu wahadła matematycznego • oblicza moment siły działający na wahadło fizyczne w sytuacjach typowych • oblicza częstość kątową oraz okres 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości w sytuacjach problemowych • oblicza parametry ruchu, moment oraz długość wahadła fizycznego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależności na okres drgań wahadła matematycznego i fizycznego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		fizyczne	<p>drgań wahadła fizycznego w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza długość zredukowana wahadła fizycznego w sytuacjach typowych 		
5.5. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiar długości i okresu drgań wahadła matematycznego • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • stosuje zależność opisującą okres drgań wahadła matematycznego do wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza niepewność pomiaru pośredniego przyspieszenia ziemskiego metodą najmniej korzystnego przypadku • 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 i dokonuje obliczeń
5.6. Drgania wymuszone. Rezonans mechaniczny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje drgania własne oraz drgania wymuszone • definiuje rezonans mechaniczny 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenia częstości kołowej drgań własnych oraz zjawiska rezonansu mechanicznego w życiu codziennym • zapisuje zależność siły wymuszającej drgania od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość kołową drgań własnych oscylatora harmonicznego w sytuacjach typowych • wykreśla krzywą rezonansową • określa warunki przekazywania drgań pomiędzy wahadłami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość kołową drgań własnych oscylatora harmonicznego w sytuacjach problemowych • oblicza amplitudę drgań wymuszonych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na amplitudę drgań wymuszonych • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zjawisko rezonansu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

			mechanicznymi		wymagania dopełniające
5.7. Fale mechaniczne	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje fale mechaniczne definiuje ośrodek sprężysty definiuje szybkość i kierunek rozchodzenia się fali opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia sprężystości objętości i kształtu wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali opisuje falę sinusoidalną: wskazuje dolinę i grzbiet fali wyjaśnia znaczenie impulsu falowego podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa kierunek rozchodzenia się fali w sytuacjach typowych określa, w których ośrodkach mogą rozchodzić się poszczególne typy fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa kierunek rozchodzenia się fali w sytuacjach problemowych wyjaśnia, dlaczego w niektórych ośrodkach niemożliwe jest rozchodzenie niektórych typów fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zjawisko fal mechanicznych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.8. Wielkości charakteryzujące fale	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje linie jednakowej fazy i powierzchnie falową definiuje czoło fali oraz promień fali definiuje długość fali definiuje natężenie fali definiuje liczbę falową 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje linie jednakowej fazy i powierzchnie falową wskazuje czoło fali oraz promień fali wyjaśnia różnice pomiędzy szybkością rozchodzenia się fali i szybkością ruchu punktów ośrodka zapisuje wzór na natężenie fali dla różnych rodzajów fal zapisuje funkcję falową 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza natężenie fali w sytuacjach typowych odczytuje i oblicza wielkości amplitudy, długości fali, okresu drgać, częstości kołowej oraz liczby falowej na podstawie funkcji falowej wykreśla zależność wychylenia od czasu i wychylenia od położenia dla fali sinusoidalnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach problemowych oblicza energię przenoszoną przez fale w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na natężenie fali dla różnych rodzajów fal rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			<ul style="list-style-type: none"> • oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach typowych • oblicza energię przenoszoną przez fale w sytuacjach typowych 		
5.9. Zasada Huygensa. Odbicie i załamanie fali	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje zasadę Huygensa • opisuje odbicie fali: oznacza kat padania i odbicia • formułuje prawo odbicia fali • opisuje załamanie fali: oznacza kat padania i załamania • definiuje współczynnik załamania ośrodka drugiego względem pierwszego • formułuje prawo Snelliusa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie zasady Huygensa • określa, które wielkości charakteryzujące fale zmieniają się po przejściu z jednego ośrodka do drugiego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza kąt padania i odbicia • wykorzystuje prawo odbicia i prawo Snelliusa w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo odbicia i prawo Snelliusa w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.10. Ugięcie i interferencja fal	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ugięcie fali • formułuje zasadę superpozycji • opisuje interferencję fal • definiuje fale spójne • definiuje falę stojącą 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje warunki maksymalnego i osłabienia fali w skutek interferencji • opisuje falę stojącą: wskazywać węzły i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę superpozycji w sytuacjach typowych • rozwiązuje zadania typowe dotyczące zjawisk falowych • opisuje falę stojącą: wskazuje warunki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę superpozycji w sytuacjach problemowych • rozwiązuje zadania problemowe dotyczące zjawisk falowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska ugięcia i interferencji fal mechanicznych • rozwiązuje zadania problemowe

		strzałki	maksymalnego wzmocnienia i wygaszenia przy powstawaniu fali stojącej		wykraczające poza wymagania dopełniające
5.11. Fale dźwiękowe	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym zajmuje się akustyka • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną trójwymiarową • podaje wartość szybkości fal dźwiękowych w powietrzu • podaje przykłady urządzeń wykorzystujących fale dźwiękowe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszalnych dla człowieka • definiuje ultra- i infradźwięki • opisuje cechy dźwięku (wysokość, natężenie, barwa) za pomocą wielkości charakteryzujących fale • definiuje poziom natężenia i głośność dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa próg słyszalności i próg bólu • oblicza natężenie i głośność dźwięku w sytuacjach typowych • oblicza częstotliwość, długość i prędkość fal dźwiękowych w sytuacjach typowych • podaje cechy dźwięku na podstawie wykresu zależności wychylenia od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstotliwość, długość i prędkość fal dźwiękowych w sytuacjach problemowych • oblicza natężenie i głośność dźwięku w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna przepisy bhp odnośnie natężenia dźwięku • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.12. Badanie drgań struny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność pomiędzy częstotliwością drgań struny a długością jej drgającej części • mierzy długość struny, oraz częstotliwość wydawanego przez nią dźwięku • notuje wyniki pomiarów w tabeli 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych • sporządza wykres zależności częstotliwości dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje zależność pomiędzy częstotliwością drgań struny a długością jej drgającej części • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • sporządza wykres zależności częstotliwości dźwięku od długości struny z 	<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 i dokonuje obliczeń

	<p>pomiarowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>od długości struny bez uwzględnienia prostokątów niepewności</p>	<p>uwzględnieniem prostokątów niepewności</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 		
<p>5.13. Zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się fal dźwiękowych</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady występowania zjawisk falowych dla fal dźwiękowych w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawiska odbicia, załamania, dyfrakcji i interferencji fal dźwiękowych • wyjaśnia zjawiska echa i pogłosu • wyjaśnia zjawisko dudnienia • wyjaśnia zjawisko rezonansu akustycznego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry fal dźwiękowych w zjawiskach falowych w sytuacjach typowych • wyjaśnia zjawisko Dopplera • podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera w życiu codziennym • podaje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera • zapisuje zależność pomiędzy częstotliwością fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora, a szybkością obserwatora i źródła dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry fal dźwiękowych w zjawiskach falowych w sytuacjach problemowych • wykorzystuje w sytuacjach problemowych zależność pomiędzy częstotliwością fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora, a szybkością obserwatora i źródła dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska falowe dla fal dźwiękowych • wyjaśnia zjawisko przesunięcia ku czerwieni • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 6. Grawitacja					
6.1. Prawo	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

<p>powszechnego ciężenia</p>	<ul style="list-style-type: none"> zna historyczne teorie budowy wszechświata: geocentryczną i heliocentryczną definiuje siłę grawitacji formułuje prawo powszechnego ciężenia 	<ul style="list-style-type: none"> omawia i porównuje historyczne teorie budowy wszechświata: geocentryczną i heliocentryczną zapisuje wzór na siłę grawitacji oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych podaje wartość i jednostkę stałej grawitacji 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje wzór na siłę grawitacji w sytuacjach typowych oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje wzór na siłę grawitacji w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> omawia i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata
<p>6.2. Siła grawitacji a siła ciężkości</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siłę ciężkości jako wypadkową siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności wie, że siła ciężkości zmienia się wraz ze zmianą szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zmiany siły ciężkości w zależności od szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza porównuje siłę ciężkości z siłą grawitacji oraz przyspieszenie ziemskie z przyspieszeniem grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza graficznie siłę ciężkości jako wypadkową siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności oblicza przyspieszenie grawitacyjne oblicza przyspieszenie ziemskie na różnych wysokościach nad poziomem morza wykorzystuje zależności opisujące przyspieszenie ziemskie w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza przyspieszenie ziemskie na różnych szerokościach geograficznych wykorzystuje zależności opisujące przyspieszenie ziemskie w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ kształtu Ziemi na wielkość siły ciężkości rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>6.3. Pole grawitacyjne. Natężenie pola</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pole grawitacyjne definiuje pole jednorodne i centralne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza linie sił pola grawitacyjnego jednorodnego i centralnego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia tożsamość między natężeniem pola grawitacyjnego, a przyspieszeniem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę superpozycji pól do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza teoretyczną wartość przyspieszenia grawitacyjnego, jako natężenia pola

	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje natężenie pola • zna jednostkę natężenia pola grawitacyjnego • formułuje zasadę superpozycji pól i stosować ją do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych 	<ul style="list-style-type: none"> • oznacza linie sił pola grawitacyjnego układu ciał • oblicza natężenie pola grawitacyjnego w stacjach typowych • wyjaśnia zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi 	<p>grawitacyjnym</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę superpozycji pól do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych w sytuacjach typowych • opisuje zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi 	<p>układów punktów materialnych w sytuacjach problemowych</p>	<p>grawitacyjnego</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność opisującą zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>6.4. Praca i energia potencjalna w polu grawitacyjnym</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje zachowawcze pole sił • wyjaśnia pojęcie siły średniej w centralnym polu grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia na czym polega zachowawczość jednorodnego pola grawitacyjnego • zapisuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym • wyjaśnia na czym polega zachowawczość centralnego pola grawitacyjnego • zapisuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym • oblicza energię potencjalną w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych • oblicza siłę średnią w centralnym polu grawitacyjnym, jako średnią geometryczną sił • przedstawia na wykresie zależność pomiędzy siłą a odległością od źródła pola grawitacyjnego centralnego i wyznaczyć pracę jako pole pod wykresem (stosując 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych • wyjaśnia, dlaczego wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym nie jest słuszny w polu centralnym • stosuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na energię potencjalną w centralnym i jednorodnym polu grawitacyjnym • porównuje wzory na energię potencjalną w centralnym i jednorodnym polu grawitacyjnym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>jednorodnym i centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych</p>	<p>wielkość siły średniej)</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych • przedstawia na wykresie zależność energii potencjalnej w centralnym polu grawitacyjnym od odległości od źródła pola • oblicza pracę i energię potencjalną w polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę i energię potencjalną w polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych 	
<p>6.5. Potencjał pola grawitacyjnego</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje potencjał pola grawitacyjnego • definiuje powierzchnie ekwipotencjalne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego • oblicza potencjał pola grawitacyjnego w sytuacjach typowych • wskazuje graficznie powierzchnie ekwipotencjalne • zapisuje zależność pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola • wyjaśnia zmianę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego w sytuacjach typowych • stosuje zależność pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola w sytuacjach typowych • opisuje zmianę potencjału pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego w sytuacjach problemowych • stosuje zależność pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na potencjał pola w jednorodnym i centralnym polu grawitacyjnym • wyprowadza zależność pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>potencjału pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność pomiędzy natężeniem jednorodnego pola grawitacyjnego a potencjałem pola 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależność pomiędzy natężeniem jednorodnego pola grawitacyjnego a potencjałem pola 		
6.6. Prawa Keplera	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje ciała niebieskie: planety, gwiazdy, księżycy • formułuje pierwsze prawo Keplera • definiuje szybkość polową • formułuje drugie prawo Keplera • formułuje trzecie prawo Keplera • zna jednostki długości używane w astronomii: jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady różnych ciał niebieskich • rozumie znaczenie pierwszego prawa Keplera • opisuje orbity ciał niebieskich: wskazywać ogniska, peryhelium, aphelium, półoś wielką, mimośród, promień wodzący • rozumie znaczenie drugiego prawa Keplera • definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje zmiany prędkości ciał niebieskich krążących po orbitach w zależności od odległości od punktu zaczepienia promienia wodzącego • stosuje trzecie prawo Keplera w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje trzecie prawo Keplera w sytuacjach problemowych • zamienia jednostki, w których wyrażone są odległości (jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek, metr) • zna pierwsze uogólnione prawo Keplera 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry elipsy • wyjaśnia zbeczenie pierwszego uogólnionego prawa Keplera • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
6.7. Elementy kosmonautyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pierwszą prędkość kosmiczną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje wartości pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na pierwszą prędkość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawisko stanu nieważkości na orbicie okołozemskiej

	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje satelitę • definiuje satelitę geostacjonarnego • definiuje drugą prędkość kosmiczną 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje orbitę satelity geostacjonarnego: wyjaśnia, dale czego orbita ta może się znajdować wyłącznie nad równikiem 	<p>danego ciała niebieskiego</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza prędkość orbitalną satelity krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnego • oblicza drugą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego 	<p>kosmiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie ruchu jego satelity • wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną • wykorzystuje tożsamość siły grawitacji i siły dośrodkowej w ruchu po orbicie w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje trzecia prędkość kosmiczną • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 7. Termodynamika.					
7.1. Cząsteczkowa budowa materii	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje podstawowe elementy kinetyczno - molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne) • wymienia główne założenia kinetyczno - molekularnej teorii budowy materii • definiuje ciśnienie • zna jednostkę ciśnienia • definiuje ciśnienie atmosferyczne oraz ciśnienie normalne • definiuje dyfuzję 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje trzy stany skupienia zgodnie z kinetyczno - molekularną teorią budowy materii (sprężystość kształtu i objętości, wzajemne położenie cząsteczek) • opisuje ruchy Browna • opisuje jednostkę ciśnienia za pomocą jednostek podstawowych układu SI • oblicza gęstość • oblicza ciśnienie • oblicza masę molową i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Avogadra w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Avogadra w sytuacjach problemowych • wykorzystuje pojęcia ciśnienia, gęstości, mola i masy molowej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące ściśliwość cieczy i gazów • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje gęstość definiuje mól i masę molową formułuje prawo Avogadra 	liczbę moli substancji			
7.2. Model gazu doskonałego. Podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia założenia modelu gazu doskonałego definiuje średnią prędkość kwantową ruchu cząsteczek oraz średnią energię kinetyczną cząsteczek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady gazów, które zachowują się w sposób bliski gazowi doskonałemu zapisuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym jest model fizyczny wyprowadza podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
7.3. Temperatura. Równanie gazu doskonałego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje temperaturę bezwzględną gazu podaje wielkość temperatury zera bezwzględnego w stopniach Celsjusza wymienia parametry stanu gazu zapisuje i stosuje równanie Clapeyrona 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje skalę Kelwina, zamienia stopnie Celsjusza na Kelwiny i odwrotnie wyjaśnia znaczenia temperatury zera bezwzględnego zapisuje równanie gazu doskonałego zapisuje równanie Clapeyrona wyjaśnia znaczenie stałej gazowej, odnajduje jej wartość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie gazu doskonałego w sytuacjach typowych stosuje równanie Clapeyrona w sytuacjach typowych oblicza średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie gazu doskonałego w sytuacjach problemowych stosuje równanie Clapeyrona w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące wyrównanie energii kinetycznej cząsteczek gazów poddanych dyfuzji rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>w karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego 			
7.4. Energia wewnętrzna i ciepło	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje energię wewnętrzną, (niezależność od energii mechanicznej ciała, wprost proporcjonalna zależność od temperatury ciała) • definiuje ciepło • definiuje przewodnictwo cieplne • formułuje prawo przewodnictwa cieplnego • definiuje ciepło właściwe i ciepło molowe • definiuje konwekcję i promieniowanie cieplne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady występowania i wykorzystania przewodnictwa cieplnego w życiu codziennym • formułuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła • podaje przykłady występowania i wykorzystania konwekcji i promieniowania cieplnego w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo przewodnictwa cieplnego w sytuacjach typowych • stosuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła w sytuacjach typowych • oblicza ciepło właściwe i ciepło molowe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo przewodnictwa cieplnego w sytuacjach problemowych • stosuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące wpływ wykonanej pracy na energię wewnętrzną • wyprowadza zależność pomiędzy ciepłem właściwym i ciepłem molowym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
7.5. Pierwsza zasada termodynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje zasadę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje pierwsza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje pierwsza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania

<p>Praca przy zmianie objętości gazu</p>	<p>równoważności ciepła i pracy</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje pierwszą zasadę termodynamiki 	<p>równoważności ciepła i pracy</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki 	<p>zasadę termodynamiki w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę wykonaną nad gazem doskonałym przez siłę zewnętrzną, jako pole pod wykresem zależności ciśnienia od objętości 	<p>zasadę termodynamiki w sytuacjach problemowych</p>	<p>problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające</p>
<p>7.6. Izochoryczna przemiana gazu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje przemianę gazową • definiuje przemianę izochoryczną • formułuje prawo Charlesa • formułuje trzecią zasadę termodynamiki • opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje przemianę izochoryczną • sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izochorycznej • wskazuje izochory na wykresie zależności ciśnienia od temperatury • opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Charlesa w sytuacjach typowych • oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Charlesa w sytuacjach problemowych • oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę izochoryczną • wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady termodynamiki • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>7.7. Izobaryczna przemiana gazu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje przemianę izobaryczną • formułuje prawo Gay-Lussaca 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje przemianę izobaryczną • sporządza wykresy wzajemnych zależności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Gay-Lussaca w sytuacjach typowych • oblicza zmianę energii 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo Gay-Lussaca w sytuacjach problemowych • oblicza zmianę energii 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę

	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej 	<p>ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izobarycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje izobary na wykresie zależności objętości od temperatury wyjaśnia zależność pomiędzy ciepłem molowym gazu przy stałej objętości (c_V) i przy stałym ciśnieniu (c_P) 	<p>wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej w sytuacjach typowych</p>	<p>wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej w sytuacjach problemowych</p>	<p>izobaryczną</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność pomiędzy ciepłem molowym gazu przy stałej objętości (c_V) i przy stałym ciśnieniu (c_P) rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.8. Izotermiczna przemiana gazu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę izotermiczną formułuje prawo Boyle'a - Mariotte'a opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izotermicznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę izotermiczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izotermicznej wskazuje izotermy na wykresie zależności ciśnienia od objętości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Boyle'a - Mariotte'a w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izotermicznej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Boyle'a - Mariotte'a w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izotermicznej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę izotermiczną rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.9. Pozostałe przemiany gazu doskonałego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę adiabatyczną zapisuje równanie Poissona definiuje wykładnik 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę adiabatyczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie Poissona w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie Poissona w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę adiabatyczną rozwiązuje zadania

	<p>adiabaty</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej 	<p>temperatury i objętości w przemianie adiabatycznej,</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje zmiany parametrów gazu przy różnych przemianach 	<p>wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznaje przemiany szczególne przemiany gazowe na wykresach wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości 	<p>wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej w sytuacjach problemowych</p>	<p>problemowe wykraczające poza wymagania</p>
7.10. Silnik cieplny. Druga zasada termodynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje silnik cieplny • definiuje cykl termodynamiczny • definiuje sprawność • formułuje drugą zasadę termodynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje silnik cieplny • opisuje cykl termodynamiczny • wyjaśnia zasadę pracy silnika Carnota: opisuje cykl Carnota • oznacza na wykresie zależność ciśnienia od objętości pracę użyteczną wykonaną podczas cyklu Carnota • oblicza sprawność w sytuacjach typowych • wyjaśnia znaczenie drugiej zasady termodynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania silnika spalinowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza sprawność w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.11. Zmiana stanów skupienia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje topnienie i krzepnięcie, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnicę pomiędzy parowaniem i wrzeniem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza równanie bilansu cieplnego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza równanie bilansu cieplnego w sytuacjach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia

	<p>temperaturę topnienia, ciepło topnienia</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje parowanie i skraplanie, ciepło parowania • definiuje temperaturę krytyczną • definiuje wrzenie, temperaturę wrzenia • formułuje zasadę bilansu cieplnego • definiuje sublimację i resublimację • podaje przykłady zmian stanów skupienia i zjawisk z tym związanych w życiu codziennym 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmianę ciepła parowania wraz ze wzrostem temperatury • podaje przykłady sytuacji życia codziennego, w których można zaobserwować pobieranie ciepła podczas topnienia i parowania • przedstawia na wykresie zależności temperatury od ciepła pobranego proces zmiany stanów skupienia wody 		<p>problemowych</p>	<p>obrazujące zależność temperatury topnienia i wrzenia od ciśnienia</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza i omawia wykres fazowy, definiuje punkt potrójny • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
<p>7.12. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy za pomocą kalorymetru</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy masy naczyń pełnych i pustych, oblicza masy cieczy • mierzy temperatury początkową i końcową • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje równanie bilansu cieplnego • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • za pomocą równania bilansu cieplnego oblicza wartość ciepła właściwego badanej cieczy • formułuje wnioski na temat zgodności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza niepewność pomiaru pośredniego masy oraz ciepła właściwego metoda najmniej korzystnego przypadku • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych • sporządza samodzielnie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie i dokonuje obliczeń

	niepewności pomiarowych		otrzymanych wyników z przewidywaniami	sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia	
Temat (rozumiany jako lekcja)	<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania konieczne • (ocena dopuszczająca) 	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)	Wymagania rozszerzające (ocena dobra)	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra)	Wymagania wykraczające (ocena celująca)