

Zrozumieć fizykę - część 1, 2, 3

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

(wymagania na kolejne stopnie się **kumulują** - obejmują również wymagania na stopnie niższe)

Ocena				
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry	Stopień celujący
1. Wprowadzenie				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie • przelicza wielokrotności i podwielokrotności • wymienia prowadzenie doświadczeń oraz modelowanie matematyczne obserwowanych zjawisk i obiektów jako metody badań fizyki • wyjaśnia, na czym polega prowadzenie doświadczeń fizycznych • rozróżnia pojęcia: zjawiska fizycznego, obiektu, wielkości fizycznej • wyjaśnia, na czym polega pomiar; wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu • określa sposób zapisu wyniku pomiaru (wraz z jednostką); wymienia podstawowe jednostki układu SI: długości, masy i czasu • przeprowadza pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; wyjaśnia, dlaczego wykonuje się pomiary wielokrotne • posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności • zapisuje wyniki pomiarów w tabeli • przeprowadza proste obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych • rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem roku świetlnego • opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce • wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne • wyjaśnia przyczyny wprowadzenia międzynarodowego układu jednostek miar (układu SI) • wyraża wielkości w podstawowych jednostkach układu SI; przelicza wielokrotności i podwielokrotności (korzystając z tabeli przedrostków) oraz jednostki czasu • wyznacza średnią z wyników pomiaru wykonanego wielokrotnie • rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne, podaje ich przykłady • przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem • posługuje się pojęciami: proporcjonalności prostej, proporcjonalności odwrotnej, zależności liniowej (funkcja liniowa); podaje przykłady • posługuje się pojęciem współczynnika kierunkowego • interpretuje wykresy zależności liniowych (nachylenie prostej i punkty przecięcia z osiami) • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wykresów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje rzędy wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk • wskazuje przykłady wzajemnego uzupełniania się doświadczenia i modelowania matematycznego w naukach ścisłych • określa miary wzorcowe w układzie SI: długości, masy i czasu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych), dotyczących miar wzorcowych i jednostek wielkości fizycznych • przedstawia dane podane w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego) • posługuje się pojęciami: niepewności maksymalnej wartości średniej, niepewności względnej; oblicza te niepewności • interpretuje wzory opisujące zależności między wielkościami fizycznymi • sporządza wykresy zależności liniowych • opisuje za pomocą wzorów zależności liniowe przedstawione na wykresie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przygotowuje i przedstawia prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych • posługuje się pojęciem niepewności standardowej wartości średniej; oblicza ją • rozwiązuje nietypowe zadania związane z opisywaniem zależności między wielkościami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy

Ocena				
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry	Stopień celujący
<p>z tabeli lub wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą i podaje jej przykłady</p> <ul style="list-style-type: none"> odczytuje dane przedstawione w tabelach i na wykresach zależności liniowych 				

2. Ruch prostoliniowy				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem punktu materialnego rozdziela wielkości wektorowe i skalarne; podaje przykłady określa cechy wektora definiuje ruch, posługując się pojęciem układu odniesienia opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza wartość prędkości i przelicza jej jednostki rozdziela prędkość średnią i prędkość chwilową; podaje przykłady nazywa ruch po torze prostoliniowym ze stałą prędkością ruchem jednostajnym prostoliniowym; wskazuje przykłady; rysuje wykres $v(t)$ wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu; rysuje te wykresy na podstawie podanych informacji posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego punkt materialny jest modelem ciała określa położenie punktu materialnego za pomocą współrzędnej położenia wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę) opisuje ruch względem różnych układów odniesienia; posługuje się pojęciem wektora przemieszczenia; rozdziela pojęcia: położenia, przemieszczenia i drogi opisuje ruch prostoliniowy, posługując się pojęciem wektora przemieszczenia przedstawia graficznie wektory położenia oraz wektor przemieszczenia w wybranym układzie odniesienia opisuje wektory przemieszczenia podczas ruchu ciał po prostej (określa współrzędną wektora przemieszczenia) dobiera wektory przemieszczenia leżące na jednej prostej posługuje się pojęciem prędkości jako wielkości wektorowej posługuje się pojęciami: współrzędnej wektora prędkości, prędkości średniej, prędkości chwilowej; oblicza ich wartości posługuje się informacjami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykonuje działania na wektorach przemieszczenia wyprowadza równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność położenia od czasu) uwzględnia niepewności pomiarów przy sporządzaniu i interpretowaniu wykresów zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu zaznacza niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresu zależności $x(t)$; dopasowuje prostą do punktów na wykresie, a na podstawie jej nachylenia wyznacza prędkość ciała szacuje wartość spodziewanego wyniku pomiaru lub obliczeń, interpretuje otrzymany wynik i ocenia jego realność opisuje rzut pionowy jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$ wyprowadza i interpretuje wzór przedstawiający zależność położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza niepewność pomiaru prędkości ciała wyznaczonej na podstawie nachylenia prostej dopasowanej do punktów na wykresie zależności $x(t)$ w ruchu jednostajnym prostoliniowym projektuje i przeprowadza doświadczenie (inne niż opisane w podręczniku) w celu zbadania ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; opracowuje wyniki; prezentuje i ocenia badanie rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> opisywaniem ruchów prostoliniowych, ruchem jednostajnym prostoliniowym, ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza niepewność pomiaru prędkości

<p>uwzględniając informacje o niepewności</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkość i drogę), wykorzystując równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność $x(t)$); zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych • posługuje się pojęciem średniej wartości prędkości • nazywa ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym ruch po torze prostoliniowym, w którym wartość prędkości zmienia się ze stałym przyspieszeniem; podaje przykłady • nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość • posługuje się pojęciem przyspieszenia wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego • stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła • informuje, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało • analizuje pod kierunkiem nauczyciela tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska 	<p>pochodzącymi z analizy infografiki zamieszczonej w podręczniku, dotyczącej prędkości występujących w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnością położenia od czasu • wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach • sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami • posługuje się pojęciem wartości wektora prędkości średniej • rozróżnia pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej • rysuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i zwrotu prędkości • posługuje się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej; rozróżnia przyspieszenia średnie i chwilowe • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu • wyznacza wartości zmiany prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu; właściwie skaluje, 	<p>korzystając z wykresu zależności $v(t)$; opisuje zależność drogi od czasu</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza i interpretuje wykresy zależności drogi od czasu i drogi od kwadratu czasu w ruchu jednostajnie zmiennym z uwzględnieniem niepewności; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu $s(t^2)$, interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami; wyznacza przyspieszenie ciała • projektuje i przeprowadza proste doświadczenie obrazujące ruch ciała; rejestruje je za pomocą kamery; modyfikuje jego przebieg; przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego); analizuje i opracowuje wyniki • projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia: <ul style="list-style-type: none"> – prędkości ciała, – przyspieszenia ciała, – modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy oraz prędkości występujących w przyrodzie • samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do 		
--	--	--	--	--

<p>bądź problemu; przedstawia je w różnych postaciach</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza proste doświadczenie (badanie ruchu), korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; formułuje wnioski; rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, w szczególności: przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<p>oznacza i dobiera zakresy osi</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$ • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami: położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów) • wyjaśnia, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe zmianie położenia ciała • stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym • przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanej treści popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań dotyczących ruchu prostoliniowego • przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> – badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego, – badanie ruchu jednostajnie zmiennego, korzystając z ich opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała • rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchów prostoliniowych, – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu, – ruchem prostoliniowym jednostajnie 	<p>rozwiązywania problemów dotyczących ruchu prostoliniowego</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchów prostoliniowych, – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym 		
--	---	---	--	--

	<p>zmiennym, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; sporządza i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych 			
3. Ruch krzywoliniowy				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych • wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami • opisuje zmiany prędkości w ruchu po okręgu; rozróżnia przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe • przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> – badanie rzutu poziomego, – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia, korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej, – związane z rzutem poziomym, – dotyczące ruchu względem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem wektora położenia; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia • posługuje się wektorem przemieszczenia wraz z jego jednostką w ruchu krzywoliniowym; określa cechy wektora przemieszczenia • wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego • wykorzystuje do opisu ruchu krzywoliniowego pojęcie wektora prędkości wraz z jej jednostką; rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; oblicza te prędkości • wykazuje niezależność ruchu poziomego i ruchu pionowego w rzucie poziomym na podstawie doświadczenia; wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla przebiegu doświadczenia • opisuje rzut poziomy jako dwa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej w ruchu krzywoliniowym; określa cechy tych wektorów • rozkłada wektor prędkości w różnych punktach toru ciała w rzucie poziomym na składowe: poziomą i pionową • opisuje zależność $y(x)$ w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza i interpretuje współczynnik w równaniu paraboli $y = ax^2$ • stosuje zasadę dodawania wektorów do graficznego wyznaczania prędkości ciał względem różnych układów odniesienia • wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie • wyprowadza i interpretuje związek pomiędzy prędkością liniową a 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ropisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego • Ranalizuje i rozwiązuje zadania dotyczące sytuacji, w których obserwator opisujący ruch jest w ruchu względem wybranego układu odniesienia • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z rzutem poziomym i Rzutem ukośnym, – dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy

<p>różnych układów odniesienia,</p> <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<p>niezależne ruchy: spadek swobodny (w pionie) i ruch jednostajny (w poziomie)</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje rzut poziomy; wykorzystuje równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej • przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru • zapisuje wzory na współrzędne x i y położenia ciała w dowolnej chwili w rzucie poziomym, wykorzystując równania ruchu jednostajnego i ruchu jednostajnie zmiennego • opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę • wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu • opisuje składanie prędkości na wybranym przykładzie • analizuje ruch wzdłuż jednej prostej i ruch na płaszczyźnie względem różnych układów odniesienia; wykonuje schematyczne rysunki w celu zilustrowania tych ruchów • zapisuje i interpretuje zasadę składania prędkości • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami przemieszczenia kąтового i prędkości kątowej wraz z ich jednostkami; posługuje się radianem jako miarą łukową kąta • wymienia i wykorzystuje zależności między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu • wyznacza graficznie wektor zmiany prędkości w ruchu po okręgu; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości liniowej, prędkości kątowej 	<p>prędkością kątową w ruchu po okręgu</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozróżnia prędkość kątową średnią i prędkość chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką • wykazuje graficznie, że wektor przyspieszenia dośrodkowego jest skierowany w stronę środka okręgu • wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kątowe; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie kątowe jest równe zero • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących ruchów krzywoliniowych • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej, – związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym, – dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, – związane z ruchem 		
---	---	---	--	--

	<p>i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje w obliczeniach związku między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • przedstawia wybrane informacje z historii fizyki dotyczące badania spadania ciał przez Galileusza • przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia; planuje i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z rzutem poziomym, – dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym, <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>	<p>jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową,</p> <p>– związane z ruchem po okręgu, realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</p> <p>realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</p>		
4. Ruch i siły				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły (jako wielkości wektorowej) wraz z jej jednostką; przedstawia siłę za pomocą wektora; wskazuje cechy wektora siły (wartość, kierunek, zwrot) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia i rozróżnia rodzaje oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), rozpoznaje je i wskazuje w otoczeniu ich przykłady; określa na przykładach skutki oddziaływań 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących oddziaływań 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia siły wypadkową i równoważącą; posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym • wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą • analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki; doświadczalnie ilustruje pierwszą zasadę dynamiki; posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał; wskazuje w otoczeniu przykłady bezwładności ciał • rozpoznaje i nazywa siły oporów ruchu (tarcia, oporu powietrza) • analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem • opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki oraz pojęciem siły jako wielkości wektorowej; wskazuje w otoczeniu przykłady wzajemnego oddziaływania ciał • doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia • opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie); wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia • wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej zwrot; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • opisuje ruch jednostajny po okręgu, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań • analizuje siły na przedstawionych ilustracjach (rysunkach, zdjęciach); wyjaśnia na przykładzie, że skutek działania siły zależy od punktu jej przyłożenia • wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie • wykonuje graficznie rozkładanie siły na składowe • rysuje składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadle do powierzchni równi; opisuje je • stosuje zasady dynamiki pierwszą i drugą do opisu zachowania się ciał; wykorzystuje pojęcie siły jako wielkości wektorowej do opisu różnych możliwości ruchu ciał; opisuje ruch ciał na równi pochyłej, wyjaśnia niezależność ruchów • doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i formułuje wnioski • stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje na przykładzie skutki wzajemnego oddziaływania ciał • rysuje (przedstawia za pomocą wektorów), oznacza i opisuje siły wzajemnego oddziaływania ciał; wyjaśnia na przykładzie, dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą • rozróżnia i opisuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego, posługuje się tymi współczynnikami, wyjaśnia, od czego one zależą • opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia 	<p>fundamentalnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; oblicza wartość tej siły • wyznacza składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadle do powierzchni równi • wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił rozkładania ich na składowe • analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał; przewiduje i uzasadnia ich skutki, posługując się trzecią zasadą dynamiki • rozróżnia i opisuje tarcie poślizgowe i tarcie toczne • analizuje ruch ciała na równi pochyłej; wykonuje graficznie rozkład sił, wyznacza składowe siły ciężkości i siłę tarcia oraz wartość współczynnika tarcia • wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia • wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową • omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych • stosuje pojęcie sił bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych • opisuje stan niedociążenia • wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa; omawia działanie siły Coriolisa na Ziemi • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: 	<ul style="list-style-type: none"> – wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu, – wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, – ruchem, z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, – ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową, – siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych <ul style="list-style-type: none"> • realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem i siłami 	
---	--	--	---	--

<p>posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami; stosuje drugą i trzecią zasadę dynamiki do opisu ruchu po okręgu</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje tekst popularnonaukowy <i>Czy można biegać po wodzie?</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi • przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> – badanie skutków oddziaływań, wyznaczanie wartości siły, – badanie równoważenia się sił, – obserwacje ruchu po okręgu, korzystając z ich opisu; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, – wykorzystaniem pierwszej i drugiej zasady dynamiki, – wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, – ruchem jednostajnym po okręgu, – siłami bezwładności, w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<p>rolę tarcia na wybranych przykładach</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje i opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu; wyjaśnia rolę siły tarcia na wybranych przykładach ruchu po okręgu • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości kątowej, przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej wraz z ich jednostkami • stosuje w obliczeniach związku między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową • rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne • posługuje się pojęciem siły bezwładności; wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły bezwładności, określa jej cechy, przedstawia na rysunku jej kierunek i zwrot; posługuje się pojęciem siły odśrodkowej • stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza) • opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia, podaje warunki i przykłady ich występowania • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących zasad dynamiki, w tym historii ich formułowania • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie</i> do rozwiązywania zadań lub problemów • przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> – bada, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, – bada zależność tarcia od przyłożonej 	<ul style="list-style-type: none"> – badania równoważenia się sił, – badania, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, – doświadczenia ilustrującego trzecią zasadę dynamiki, – badania zależności tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku, formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji • sporządza i interpretuje wykresy zależności: <ul style="list-style-type: none"> – przyspieszenia od siły $a(F)$ i masy $a(m)$ oraz odwrotności masy $a(1/m)$, – tarcia od siły nacisku (wyznacza współczynnik tarcia), – siły dośrodkowej od kwadratu prędkości liniowej, na podstawie wyników doświadczeń; uwzględni niepewności pomiarów i opory ruchu; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu, interpretuje jej nachylenie i punkty przecięcia z osiami, wyznacza, określa i interpretuje jej współczynnik kierunkowy • opracowuje wyniki doświadczenia <ul style="list-style-type: none"> – badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu • doświadczalnie ilustruje stan nieważkości i działanie siły odśrodkowej oraz siły Coriolisa • samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu i sił, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – dodawaniem sił i rozkładaniem 		
---	---	--	--	--

	<p>siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku,</p> <ul style="list-style-type: none"> - doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi, - doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu, - doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących, <p>korzystając z ich opisu; przedstawia, analizuje i opracowuje uzyskane wyniki, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> - dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, - wykorzystaniem zasad dynamiki, pierwszej i drugiej, - wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, - ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową - siłami bezwładności, <p>w szczególności: tworzy rysunki schematyczne, sporządza i interpretuje wykresy, posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p> <ul style="list-style-type: none"> • dokonuje syntezy wiedzy o ruchu i siłach; przedstawia najważniejsze 	<p>ich na składowe,</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu, - wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, - ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, - ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową, - siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych 		
--	---	---	--	--

	pojęcia, zasady i zależności			
5. Energia i pęd				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy wraz z ich jednostkami; stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, oraz związek mocy z pracą i czasem, w jakim została wykonana; opisuje związki dżula i wata z jednostkami podstawowymi • posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji • wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia • posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką, oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej • wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk • wskazuje w otoczeniu przykłady przemian energii • posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości • posługuje się pojęciem pędu i jednostką pędu • rozróżnia zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń • analizuje artykuł popularnonaukowy dotyczący zderzeń; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała; wyjaśnia na przykładach, że skutek działania siły zależy od tego kąta; przedstawia rozkład sił podczas przesuwania ciała • interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę • wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała • wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała • wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną • analizuje przemiany energii na wybranych przykładach • stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej • opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką • przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem jest liczbowo równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny • analizuje na wybranym przykładzie (np. skoku o tyczce) przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę na podstawie wykresów zależności $F(s)$ i $P(t)$ • wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała • wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej • posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności • podaje warunki stosowania prawa Hooke'a • wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny oblicza energię potencjalną sprężystości • analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na przykładach innych niż opisane w podręczniku • wykazuje zależność $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ • uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności oraz trzeciej zasady dynamiki • wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu • rozróżnia zderzenia centralne i zderzenia niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane: <ul style="list-style-type: none"> – z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, – z energią potencjalną, – z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii, – z energią potencjalną sprężystości, – z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ • realizuje i prezentuje własny projekt związany z energią i pędem 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<p>nimi</p> <ul style="list-style-type: none"> doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, korzystając z opisu doświadczenia rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, związane z energią potencjalną, korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, związane z energią potencjalną sprężystości, związane wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ dotyczące zderzeń niesprężystych, <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> stosuje w obliczeniach zależność $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał oraz wyjaśnienia zjawiska odrzutu; wskazuje przykłady zjawisk, w których spełniona jest zasada zachowania pędu analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń niesprężystych i w obliczeniach analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń sprężystych i w obliczeniach przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego dotyczącego zderzeń pt. <i>Fizyk ogląda TV</i>; wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów doświadczalnie bada: <ul style="list-style-type: none"> od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia, zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, zderzenia ciał; wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu, zjawisko odrzutu oraz wyznacza prędkości ciał po odrzucie, przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy: 	<p>przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)</p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi: <ul style="list-style-type: none"> mocy i sprawności różnych urządzeń, form energii rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, związane z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii, związane z energią potencjalną sprężystości, związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ dotyczące zderzeń sprężystych. planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> badania, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, badania zjawiska odrzutu, badania zderzeń ciał oraz wyznaczania masy lub prędkości jednego z ciał, z wykorzystaniem zasady zachowania pędu, <p>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty</p>		
---	---	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> – związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, – związane z energią potencjalną, – korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, – związane z energią potencjalną sprężystości, – związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ – dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem • dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</p>		
6. Bryła sztywne				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej • rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje w otoczeniu ich przykłady • rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności • posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego wraz z jego jednostką • podaje zasadę zachowania momentu pędu • przeprowadza doświadczenia polegające na: 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych • opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kąowej, przyspieszenia kąowego, okresu i częstotliwości • posługuje się pojęciem środka masy; wyznacza i ilustruje na rysunkach schematycznych położenie środka masy bryły lub układu ciał; wskazuje środek masy dla brył jednorodnych mających środek symetrii • posługuje się pojęciem momentu siły wraz z jego jednostką; wyznacza i rysuje wektor momentu siły, określa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg • opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji • stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał • wyznacza wypadkowy moment siły; wskazuje i opisuje przykłady zastosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruzasadnia wzór na wektor położenia środka masy układu ciał • analizuje (na wybranym przykładzie, innym niż opisany w podręczniku) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; wyznacza moment bezwładności bryły • wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> – demonstrowaniu lub badaniu ruchu bryły sztywnej, – badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił, – wyznaczaniu środka ciężkości ciał płaskich, – badaniu ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, korzystając z opisu doświadczeń; analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, – energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu, w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<p>jego cechy (kierunek i zwrot); oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił • formułuje i stosuje pierwszą zasadę zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie • posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie • odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów nie można pominąć • analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu • stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą • posługuje się pojęciem momentu bezwładności – jako wielkości zależnej od rozkładu mas – wraz z jego jednostką; interpretuje moment bezwładności jako miarę bezwładności ciała w ruchu obrotowym • wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej • oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy • analizuje dane zawarte w tabeli <i>Momenty bezwładności brył</i>; porównuje wzory na moment bezwładności dla brył 	<p>analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje na przykładzie (np. skoku o tyczce) wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości • wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości • analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania • opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną • wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała • wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego • wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym • analizuje (na przykładzie kulki staczającej się z równi pochyłej) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; ilustruje graficznie rozkład sił • wyprowadza wzór na moment pędu bryły • wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu (np. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, – energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu • planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu (wahadła Oberbecka) oraz przebieg doświadczenia z zastosowaniem tego przyrządu – według projektu opisanego w podręczniku (<i>Wahadło Oberbecka</i>); formułuje i weryfikuje hipotezy • realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Bryła sztywna</i>
---	--	---	---

	<p>o wybranych kształtach; formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kątowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi • stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego do opisu ruchu obrotowego wybranej bryły; stosuje w obliczeniach związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym • doświadczalnie wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z opisów doświadczeń • posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot) • posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką; stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kątową • stosuje zasadę zachowania momentu pędu do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia, z czego ta zasada wynika • doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski • analizuje na wybranych przykładach ruch obrotowy układu ciał wokół ustalonej osi na podstawie zasady zachowania momentu pędu (wyjaśnia zmiany prędkości kątowej przy zmianach momentu bezwładności) • rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił oraz 	<p>w sporcie, urządzeniach technicznych); ilustruje je na rysunkach schematycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi ruchu brył sztywnych • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> – badanie zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił, – wyznaczanie środka ciężkości ciał płaskich, – badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, – wyznaczanie momentu bezwładności brył sztywnych, – demonstracja zasady zachowania momentu pędu, formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, 		
--	---	---	--	--

	<p>stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</p> <ul style="list-style-type: none"> – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, – energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu, <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p> <ul style="list-style-type: none"> • dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<ul style="list-style-type: none"> – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, – energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu <ul style="list-style-type: none"> • realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku 		
--	--	---	--	--

7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem <i>ciśnienia</i> wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem • posługuje się pojęciem <i>gęstości</i> wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością • posługuje się pojęciami <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> • posługuje się pojęciem <i>siły wyporu</i> oraz prawem Archimedesesa dla cieczy i gazów • posługuje się pojęciami: <i>energia kinetyczna</i>, <i>temperatura</i>, <i>energia wewnętrzna</i>, <i>zero bezwzględne</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie <i>ciśnienia</i> do wyjaśniania zjawisk, wyjaśnia zjawiska za pomocą prawa Pascala • podaje przykłady praktycznych zastosowań prawa Pascala • stosuje w obliczeniach związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością • podaje prawo naczyń połączonych i analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych • stosuje pojęcia <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> do wyjaśniania zjawisk • stosuje w obliczeniach prawo Archimedesesa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania wybranych urządzeń hydraulicznych • doświadczalnie wyznacza ciśnienie atmosferyczne • wyprowadza wzór na ciśnienie hydrostatyczne; opisuje i wyjaśnia paradoks hydrostatyczny • wyjaśnia, od czego i jak zależy ciśnienie atmosferyczne; porównuje zmiany ciśnienia w słupie cieczy i słupie powietrza, wyjaśnia różnicę • uzasadnia (wyprowadza) wzór na siłę wyporu • wyjaśnia, od czego zależy stabilność lodzi 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa – z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i> oraz pojęciem 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>
---	---	---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi • rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; wyjaśnia, kiedy ciała znajdują się w stanie równowagi termodynamicznej • posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką • rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję • analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury • posługuje się pojęciami: <i>ciepło właściwe</i>, <i>ciepło przemiany fazowej</i>, <i>bilans cieplny</i>; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania • wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> i <i>ciepła przemiany fazowej</i> w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – związane z przenoszeniem ciśnienia – obserwuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych – demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy – demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej – bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza) 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, opisuje warunki pływania ciał • przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, posługuje się założeniami tej teorii • wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami • opisuje zjawisko dyfuzji oraz ruchy Browna • wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego • opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie • posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> wraz z jednostką; stosuje to pojęcie w obliczeniach • opisuje przykłady współtlenienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres $T(Q)$ dla wody w trzech stanach skupienia • posługuje się pojęciami <i>ciepła parowania</i> i <i>ciepła topnienia</i> wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego • odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia • wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego • opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości • omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach • posługuje się pojęciem <i>fluktuacji</i>, wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina • doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, ^Rdemonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego • opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia • ^Ropisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności • ^Rwyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów) • opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi, porównuje obieg powietrza wynikający z konwekcji, gdyby Ziemia się nie obracała, i na obracającej się Ziemi, uwzględniając siłę Coriolisa; opisuje wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> – związanych z przenoszeniem ciśnienia 	<p><i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie <ul style="list-style-type: none"> • projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i> 	
--	---	--	---	--

<ul style="list-style-type: none"> – demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych; formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedeasa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody • podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia – bada proces wyrównywania temperatury ciał, wyznacza ciepło właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy $T(t)$ – bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym – związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedeasa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia</p>	<ul style="list-style-type: none"> – dotyczących badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym – dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi – związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym – związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedeasa – wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą – związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> – związane z przemianami fazowymi – związane z bilansem cieplnym – związane z rozszerzalnością cieplną – związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie • realizuje i prezentuje projekt <i>Fontanna Herona</i> opisany w podręczniku • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów 		
--	---	---	--	--

	<p>szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – ciśnienia – siły wyporu – przemian fazowych • dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 			
8. Termodynamika				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: <i>mol, stała Avogadra, przemiany gazu</i> • opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego • podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii • posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego • informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa w układzie (V, p) • podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości • stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów • identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej • podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem <i>stałej gazowej</i>, podaje jej wartość wraz z jednostką • stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu i wyjaśniania zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach • stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie • wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) • porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych przykładach i wykresach zależności $p(V)$ • analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie (V, p), przedstawia te przemiany na wykresach zależności $p(V)$, $p(T)$ i $V(T)$ • wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę • rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz Rwyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady wykorzystywania pomp ciepłych • określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości • wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników ciepłych – dotyczące pomp ciepłych, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<p>przypadkach znaki ciepła i pracy (Q i W), zgodnie z przyjętą konwencją posługuje się pojęciem <i>ciepła molowego gazu</i> wraz z jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości, uzasadnia, że dla danego gazu $C_p > C_v$</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej • oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero • oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki • analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach ciepłych • wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny • posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika ciepłego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników ciepłych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii • wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa ciepła działa odwrotnie niż silnik ciepły; opisuje schemat pompy ciepłej • opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach ciepłych • ^Rpodaje wzór na maksymalną sprawność silnika ciepłego oraz czynniki, od jakich ona zależy; ^Roblicza maksymalną sprawność silnika ciepłego • podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników ciepłych • interpretuje drugą zasadę termodynamiki 	<p>między C_v a stałą R dla gazów jedno- i dwuatomowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność $W = p\Delta V$ • wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabatycznej metodą graficzną • interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian • wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury ograniczonej przez wykresy przemian $p(V)$; analizuje przedstawione cykle termodynamiczne • wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp ciepłych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu • ^Rposługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy ciepłej</i> • ^Ranalizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika ciepłego, formułuje i uzasadnia wnioski • ^Ropisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla • uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście 	<ul style="list-style-type: none"> – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników ciepłych – dotyczące pomp ciepłych – ^Rdotyczące silników spalinowych – związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Termodynamika</i> 	
--	---	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną, przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio $p(V)$ i $V(T)$, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – ^Rdotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie (V, p), a na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu – związane z drugą zasadą termodynamiki, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych • analizuje tekst <i>Fizyka nie tylko na lekcjach</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, 	<p>kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu • planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona – dotyczące przemian gazu doskonałego – związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej – związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych – związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych – dotyczące pomp cieplnych – ^Rdotyczące silników spalinowych – związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów 		
--	--	--	--	--

	<p>posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań</p> <ul style="list-style-type: none"> dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 			
9. Ruch drgający				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciami: <i>amplitudy, okresu i częstotliwości</i> wraz z ich jednostkami do opisu ruchu okresowego; podaje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości opisuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>położenia równowagi, wychylenia i amplitudy</i>; podaje przykłady takiego ruchu wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu definiuje ruch harmoniczny identyfikuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem <i>współczynnika sprężystości</i> i jego jednostką posługuje się pojęciem <i>wahadła matematycznego</i>, wyjaśnia, czym jest to wahadło, i wskazuje przykład, który jest jego dobrym przybliżeniem rozdziela energię potencjalną grawitacji, energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną; podaje zasadę zachowania energii i stosuje ją do jakościowej analizy przemian energii rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z ruchem drgającym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości analizuje zależność $x(t)$ dla ciała w ruchu drgającym i interpretuje wykres tej zależności; opisuje sposób zmniejszania niepewności wyznaczania (pomiaru lub odczytu z wykresu $x(t)$) okresu drgań posługuje się pojęciem <i>ruchu harmonicznego</i>; rozróżnia ruch harmoniczny i ruch nieharmoniczny; podaje przykłady takich ruchów podaje i stosuje w obliczeniach wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: <i>wychylenia, amplitudy, częstości kołowej, fazy i przesunięcia fazowego</i>; rozróżnia drgania o fazach zgodnych i fazach przeciwnych analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym, interpretuje wykresy tych zależności analizuje ruch wózka na sprężynie pod wpływem siły sprężystości – drgania w poziomie podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór na okres wahadła sprężynowego – zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> ilustruje graficznie i wyjaśnia wynik obserwacji ruchu rzutu punktu poruszającego się po okręgu wyprowadza wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym, wykorzystując funkcje trygonometryczne wykazuje, że ruch harmoniczny jest wywołany przez siłę o wartości proporcjonalnej do wychylenia, wyprowadza zależność $F = m\omega^2 x$ rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego analizuje ruch wahadła sprężynowego – drgania w pionie porównuje opis matematyczny ruchu wahadła sprężynowego z wynikami doświadczenia – jego badania wyznacza współczynnik sprężystości na podstawie wykresu zależności wydłużenia sprężyny od ciężaru obciążnika, z uwzględnieniem niepewności pomiaru wyprowadza wzór na okres wahadła sprężynowego; szkicuje wykresy zależności $T(m)$ dla danego współczynnika k i $T(k)$ dla danej masy m 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną poruszającego się w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii od czasu w ruchu obciążnika zawieszonoego na sprężynie rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z ruchem drgającym dotyczące opisu drgań harmonicznnych dotyczące ruchu ciała na sprężynie dotyczące wahadła matematycznego z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Ruch drgający</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> – dotyczące drgań harmoniczych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego – dotyczące energii w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje, analizuje i interpretuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$, $F(t)$ • opisuje ruch wahadła matematycznego jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje • podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach zależność okresu drgań wahadła matematycznego o małej amplitudzie od jego długości • stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii • oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii • analizuje przemiany energii w ruchu harmonicznym ciała na sprężynie – ruch w poziomie, oraz w ruchu wahadła matematycznego; interpretuje wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym • rozróżnia i opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; przedstawia i porównuje wykresy $x(t)$ dla drgań harmoniczych bez tłumienia i z tłumieniem • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego, posługując się pojęciem <i>częstotliwości drgań własnych</i>; ilustruje to zjawisko na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – bada ruch ciężarka na sprężynie; sporządza i interpretuje wykres $x(t)$ – obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu – demonstruje niezależność okresu drgań wahadła sprężynowego od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza przyspieszenie ziemskie na podstawie wykresu zależności $l(T^2)$, wraz z niepewnością maksymalną pomiaru • wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego • wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym • szkicuje, analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia • ^Ranalizuje przemiany energii podczas ruchu w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> – demonstracji niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy – badania zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny – badania zależności okresu drgań od długości wahadła – demonstracji zjawiska rezonansu mechanicznego • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem drgającym – dotyczące opisu drgań harmoniczych – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego 		
--	--	---	--	--

	<p>współczynnika sprężystości sprężyny</p> <ul style="list-style-type: none"> – demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań od masy i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego – demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego; <p>przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem drgającym – dotyczące drgań harmonicznym – dotyczące ruchu ciała na sprężynie – dotyczące wahadła matematycznego – dotyczące energii w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, prowadzi obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, tworzy, analizuje i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – ruchu drgającego i zjawisk okresowych – wahadeł i ich zastosowań – zjawiska rezonansu mechanicznego, jego przykładów i skutków • dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<ul style="list-style-type: none"> – związane z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym – dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia stwierdzenia i zależności • realizuje i prezentuje projekt <i>Figury Lissajous</i> opisany w podręczniku • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> – ruchu drgającego i zjawisk okresowych – wahadeł i ich zastosowań – zjawiska rezonansu mechanicznego – jego przykładów i skutków; <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań lub problemów</p>		
10. Fałszywe mechanizmy				

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym jest fala mechaniczna; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciami <i>prędkości</i> i <i>energii fali</i> • posługuje się pojęciami: <i>amplitudy</i>, <i>okresu</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>długości fali</i> wraz z ich jednostkami; stosuje te wielkości oraz związki między nimi do opisu fal i w obliczeniach • opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: <i>długości</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>okresu fali</i>; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań • opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku a energią fali i amplitudą fali • opisuje jakościowo i przedstawia schematycznie zjawisko odbicia i zjawisko załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania • podaje zasadę Huygensa oraz przykłady dyfrakcji i interferencji fal w otaczającej rzeczywistości • opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali • rozróżnia dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła • wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami: <i>źródło fali</i>, <i>impuls falowy</i>, <i>fala harmoniczna</i>; uzasadnia, że fala przenosi energię • wymienia i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych • rozróżnia i porównuje fale poprzeczne i fale podłużne, podaje ich przykłady, opisuje mechanizm ich powstawania; wyjaśnia rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej za pomocą schematu; • zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i fal podłużnych • wyjaśnia mechanizm powstawania, rozchodzenia się i odbioru fali dźwiękowej w powietrzu jako fali podłużnej • demonstrowuje i obserwuje oscylogramy dźwięków o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego • opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych • opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: <i>powierzchnia falowa</i>, <i>promień fali</i>; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości • analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych • posługuje się pojęciem <i>natężenia fali</i> wraz z jego jednostką ($\frac{W}{m^2}$) oraz proporcjonalnością natężenia fali do kwadratu amplitudy drgań ośrodka; opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła • wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka • podaje i interpretuje prawo załamania fal; posługuje się pojęciem <i>współczynnika załamania ośrodka</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody jako przykład fal będących złożeniem fal poprzecznych i podłużnych; wyjaśnia, że fala mechaniczna może się rozchodzić tylko w ośrodku sprężystym • analizuje i objaśnia wykres zależności wychylenia (y) od położenia mierzonego wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali (osi x) dla fali harmonicznej (poprzecznej i podłużnej) • wyjaśnia różnice prędkości dźwięku w gazach, cieczach i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku w powietrzu od temperatury • wyjaśnia zależności natężenia harmonicznej fali kulistej od odległości od źródła i amplitudy drgań cząsteczek ośrodka • uzasadnia prawo załamania fal – wyznacza zależność między kątem załamania a kątem padania • wyznacza kąt graniczny • wyprowadza (uzasadnia) wzór na częstotliwość fal stojących powstających na sznurze umocowanym na jednym końcu • uzasadnia (wyprowadza wzory) warunki wzmacniania oraz wygaszania się fal • opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje w obliczeniach wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia; szkicuje obraz interferencyjny • opisuje fale stojące na strunie i w słupie powietrza – w pizszczalce zamkniętej i pizszczalce otwartej; 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia fal w obrazie interferencji • uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fal stojących wytwarzanych na strunie i w słupie powietrza (w pizszczalce zamkniętej) i pizszczalce otwartej • uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają • analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal, wykorzystując wzór na funkcję falową – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera – związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>; 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>
--	--	---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody – obserwuje i opisuje zjawisko załamania fali na granicy ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach; opisuje i ilustruje graficznie całkowite wewnętrzne odbicie fali, zaznacza na rysunku i oblicza kąt graniczny • formułuje zasadę superpozycji fal i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk; opisuje falę stojącą • opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia mechanizm zjawiska interferencji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszania się fal • stosuje zasadę Huygensa do wyjaśniania zjawiska dyfrakcji; opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali • ^Rpostępuje się pojęciami: <i>barwa i widmo dźwięku, częstotliwość podstawowa, składowe harmoniczne</i>; podaje różnicę proporcji składowych harmonicznich jako przyczynę różnej barwy dźwięków • stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania związku dźwięku instrumentów muzycznych z falami stojącymi wytwarzanymi na strunach lub w słupie powietrza; opisuje powstawanie fal stojących w instrumentach muzycznych jako przykład zjawiska rezonansu • opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska Dopplera w przyrodzie i technice • opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku • postępuje się pojęciem <i>natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – $\left(\frac{W}{m^2}\right)$, oraz ^Rpojęciem <i>poziomu natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – dB 	<p>przedstawia i objaśnia schemat ich powstawania; ^Rpodaje wzory na częstotliwość wytwarzanych fal</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje efekt Dopplera dla fal w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala • podaje i interpretuje wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach • ^Rpodaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku • ^Rpostępuje się skalą logarytmiczną; analizuje i objaśnia skalę poziomu natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych, uzasadnia ich użyteczność • doświadczalnie wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarów • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> – badania (demonstracji) fal poprzecznych i fal podłużnych oraz rozchodzenia się fali w ciele stałym – obserwacji: superpozycji fal, zjawiska dyfrakcji fali na szczelinie, zjawiska interferencji fal – badania widma dźwięku oraz dźwięku powstającego w wyniku 	<p>formułuje i weryfikuje hipotezy</p>	
--	--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym – obserwuje: superpozycję fal, zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, zjawisko interferencji fal – bada widmo dźwięku oraz dźwięk powstający w wyniku drgań słupa powietrza w piszczalce zamkniętej; opisuje, ilustruje graficznie, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji i doświadczeń, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera, <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; rysuje, analizuje i interpretuje wykresy; uwzględnia niepewności pomiarów; uzasadnia odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczącymi treści rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>, w szczególności fal dźwiękowych • analizuje tekst <i>Muzykalne owady i biologiczny termometr</i>; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów 	<p>drgań słupa powietrza w piszczalce zamkniętej</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal – dotyczące fal dźwiękowych – związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali – dotyczące odbicia i załamania fal – dotyczące interferencji i dyfrakcji fal – związane z opisywaniem dźwięków – związane z efektem Dopplera – związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku <p>oraz sporządza i interpretuje wykresy; uzasadnia podane stwierdzenia i zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – fal (np. na temat tsunami, rozchodzenia się fal sejsmicznych w głębi Ziemi) – superpozycji fal; – posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów 		
--	---	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> dokonuje syntezy wiedzy o falach mechanicznych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 			
--	--	--	--	--

11. Grawitacja i elementy astronomii				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> informuje, czym planeta różni się od gwiazdy wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej wymienia rodzaje ciał niebieskich w Układzie Słonecznym: Słońce, planety, planety karłowate, księżyce, planetoidy, komety wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał podaje i interpretuje związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem interpretuje wzór na pracę wykonaną przez siły zewnętrzne podczas przemieszczania się ciała, na które działa siła grawitacji posługuje się pojęciem <i>drugiej prędkości kosmicznej</i> zwanej prędkością ucieczki rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi związane z opisem budowy Układu Słonecznego dotyczące Księżyca korzystając z prawa powszechnego ciążenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje rzeczywisty ruch planet wokół Słońca wyjaśnia ruch planet wokół Słońca, opierając się na działaniu siły grawitacji pełniącej funkcję siły dośrodkowej podaje najważniejsze fakty z historii wiedzy astronomicznej opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; wyjaśnia ruch planet wokół Słońca i księżyców wokół planet posługuje się pojęciami <i>jednostki astronomicznej</i> i <i>roku świetlnego</i>; stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk opisuje i wyjaśnia powstawanie faz Księżyca, doświadczalnie demonstruje mechanizm tego zjawiska na modelu opisuje i wyjaśnia mechanizm zaćmień Księżyca i Słońca, wykorzystując prostoliniowe rozchodzenie się światła wyjaśnia, za pomocą opisu ruchu obrotowego i obiegowego Księżyca, dlaczego z Ziemi jest widoczna tylko jedna strona Księżyca opisuje powierzchnię Księżyca posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; stosuje go do obliczeń oblicza wartość prędkości ciała na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje ruch planet na sferze niebieskiej i pozorny obrót sfery niebieskiej przedstawia rozwój poglądów od teorii Ptolemeusza do teorii Newtona opisuje planety pozasłoneczne i poszukiwania życia pozaziemskiego omawia budowę poszczególnych rodzajów planet Układu Słonecznego wymienia konsekwencje braku atmosfery Księżyca wykazuje, że zależność $g(R)$ jest proporcjonalnością prostą; ^Romawia wybrane metody wyznaczania stałej grawitacji ^Rwyjaśnia, jakie czynniki wpływają na przyspieszenie grawitacyjne i ciężar ciała na Ziemi ^Rposługuje się pojęciem <i>pola grawitacyjnego</i> do opisu oddziaływania grawitacyjnego ^Rpodaje przykłady torów ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji innych niż elipsa interpretuje drugie prawo Keplera jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu interpretuje trzecie prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciążenia uzasadnia trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; wyprowadza wzór 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu ^Rwyprowadza wzór na siłę pływową rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi związane z opisem budowy Układu Słonecznego dotyczące Księżyca z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii związane z siłami pływowymi oraz wykazuje podane zależności, ilustruje je graficznie planuje i modyfikuje przebieg przedstawionych obserwacji astronomicznych; prezentuje wyniki własnych obserwacji astronomicznych planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> – związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity – z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera – związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii – związane z siłami pływowymi; w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki oraz wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania 	<p> ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem <i>pierwszej prędkości kosmicznej</i>, wyznacza ją i oblicza jej wartość dla różnych ciał niebieskich</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje jakościowo wpływ siły grawitacji Słońca na niejednostajny ruch planet po orbitach eliptycznych i wpływ siły grawitacji pochodzącej od planet na ruch ich księżyców • opisuje ruch ciała pod wpływem siły grawitacji; podaje treść pierwszego prawa Keplera i stosuje je do wyjaśniania zjawisk • podaje treść drugiego prawa Keplera • podaje treść trzeciego prawa Keplera, stosuje to prawo do obliczeń dla orbit kołowych • oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie parametrów opisujących ruch jego satelity • interpretuje wzór na energię potencjalną grawitacji oraz wykazuje, że energia potencjalna grawitacji jest zawsze ujemna • oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji • oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich • opisuje przy pływy i odpływy morskie, wymienia ich przyczyny • interpretuje wzór na siłę pływową, oblicza wartość sił pływowych • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi – związane z opisem budowy Układu Słonecznego – dotyczące Księżyca – z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia 	<p> wyrażający związek między masą ciała niebieskiego a parametrami, które opisują ruch jego satelity</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilustruje na wykresie zależność energii potencjalnej grawitacji ciała od odległości od jej źródła • analizuje zmiany energii potencjalnej i kinetycznej w ruchu planety po orbicie eliptycznej, stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu orbitalnego • wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną • wyjaśnia mechanizm powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i Słońca • przeprowadza wybrane obserwacje astronomiczne, korzystając z ich opisów • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi – związane z opisem budowy Układu Słonecznego – dotyczące Księżyca – wykorzystując prawo powszechnego ciążenia – związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity – z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera – związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii – związane z siłami pływowymi oraz uzasadnia odpowiedzi, podane stwierdzenia i zależności • samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe 	<p> z treściami działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</p>	
--	---	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> – związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity – z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera – związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii – związane z siłami pływowymi, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i astronomicznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem naukowym, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; interpretuje zależności • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności obserwacji astronomicznych • analizuje tekst <i>Rok na Czerwonej Planecie</i>; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów • dokonuje syntezy wiedzy z tego działu; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>dotyczące treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności dotyczące:</p> <ul style="list-style-type: none"> – gwiazd i planet – budowy Układu Słonecznego – sił pływowych; <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</p>		
12. Pole elektryczne				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków elektrycznych i wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości; posługuje się pojęciem <i>ładunku elektrycznego</i> jako wielokrotności ładunku elementarnego, wraz z jego jednostką 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się zasadą zachowania ładunku elektrycznego i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk • wyjaśnia mechanizm elektryzowania na podstawie wiadomości o mikroskopowej budowie materii • podaje i interpretuje prawo Coulomba, posługuje się pojęciem <i>stałej</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ^Rwyjaśnia, co to są kwarki i czym się charakteryzują, wskazuje przykłady cząstek zbudowanych z kwarków • opisuje na przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania – wykorzystując prawo Coulomba – dotyczące pola elektrycznego 	

<ul style="list-style-type: none"> • opisuje sposoby elektryzowania ciał przez: potarcie, dotyk i indukcję • odróżnia przewodniki od izolatorów • posługuje się pojęciem <i>pola elektrycznego</i> do opisu oddziaływania elektrycznego; rozróżnia źródło pola i ładunek próbny • ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; rozróżnia pole centralne i pole jednorodne • opisuje pole elektryczne wokół dwóch ładunków punktowych • porównuje pole na zewnątrz jednorodnie naładowanego ciała sferycznie symetrycznego z polem wytwarzanym przez taki sam ładunek punktowy zgromadzony wewnątrz niego • porównuje elektryczną energię potencjalną z energią potencjalną grawitacji w przypadku pola jednorodnego i pola centralnego • wyjaśnia działanie piorunochronu • opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię elektryczną; podaje przykłady zastosowania kondensatorów • opisuje jakościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: 	<p><i>elektrycznej</i> wraz z jej jednostką; oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków elektrycznych, stosując prawo Coulomba; stosuje to prawo do obliczeń i wyjaśniania zjawisk</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki folii aluminiowej • opisuje zależność siły elektrycznej od rodzaju ośrodka; posługuje się pojęciem <i>przenikalności elektrycznej</i>: próżni, ośrodka i względnej • porównuje siłę elektryczną z siłą grawitacji, wskazuje podobieństwa i różnice • posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką, określa kierunek i zwrot tego wektora i oblicza jego wartość; oblicza wartość natężenia pola wytworzonego przez pojedynczy ładunek w odległości r od niego • zaznacza wektor natężenia pola; opisuje pole centralne i pole jednorodne; interpretuje zagęszczenie linii jako miarę natężenia pola • analizuje i wyznacza natężenie pola wytwarzanego przez układ dwóch ładunków punktowych; oblicza jego wartość • opisuje i ilustruje graficznie pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków • posługuje się pojęciem <i>energii potencjalnej ładunku</i> w polu elektrycznym • opisuje i oblicza zmianę energii potencjalnej ładunku podczas jego przemieszczania się w polu centralnym i polu jednorodnym • posługuje się pojęciami <i>potencjału pola</i> i <i>napięcia elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami; oblicza potencjał w polu jednorodnym i polu centralnym 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje polaryzację cząsteczki izolatora (dielektryka) i na tej podstawie wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki papieru • wykazuje, że zmiany pola elektrycznego rozchodzą się z prędkością światła • wyjaśnia wyniki obserwacji układu linii pola elektrycznego wokół przewodnika • analizuje natężenie pola wytwarzanego przez kilka ładunków, wyznacza wektor natężenia pola we wskazanych punktach • analizuje pracę podczas przemieszczania ładunku w polu elektrycznym jako zmianę jego energii potencjalnej • uzasadnia, że niezależnie od znaku źródła centralnego pola elektrycznego wzór na energię potencjalną ładunku ma taką samą postać; opisuje i interpretuje zależność energii potencjalnej od odległości od źródła pola • wyprowadza wzór na natężenie pola jednorodnego • wyjaśnia wyniki obserwacji: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola • wykazuje, że natężenie pola przy powierzchni naładowanej metalowej kuli jest odwrotnie proporcjonalne do jej promienia • wyjaśnia mechanizm powstawania burz; opisuje zjawisko ekranowania zewnętrznego pola elektrycznego 	<ul style="list-style-type: none"> – związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł – związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym – związane z rozkładem ładunków w przewodnikach – dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym – dotyczące kondensatorów oraz wykazuje i/lub ilustruje graficznie podane zależności; formułuje i weryfikuje hipotezy • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Pole elektryczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy 	
---	--	---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> – demonstruje oddziaływanie ciał naelektryzowanych i elektryzowanie ciał – bada oddziaływanie ciała naelektryzowanego z ciałem elektrycznie obojętnym; opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania – z wykorzystaniem prawa Coulomba – dotyczące pola elektrycznego – związane z opisem pola elektrycznego pochodzącego z wielu źródeł – związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym – związane z rozkładem ładunków w przewodnikach – dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym – dotyczące kondensatorów, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na natężenie pola jednorodnego; wykazuje równość jednostek 1 V/m i 1 N/C • opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya) oraz duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika • analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku ruchu zgodnie z kierunkiem linii pola oraz wtedy, gdy cząstka ma prędkość początkową prostopadłą do linii pola; opisuje siły działające na cząstki w polu elektrycznym, ilustruje to na schematycznych rysunkach • porównuje ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji – rzutem pionowym i rzutem poziomym; opisuje podobieństwa i różnice • opisuje ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego; oblicza natężenie pola między jego okładkami • posługuje się pojęciem <i>pojemności kondensatora</i> i jej jednostką (1 F); posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów, stosuje ją do obliczeń • oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze • opisuje wpływ dielektryków na pojemność kondensatora; oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika – bada: rozkład ładunku w naładowanym przewodniku, 	<p>przez swobodne ładunki w przewodniku</p> <ul style="list-style-type: none"> • ^Ranalizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku, gdy cząstka ma prędkość początkową skierowaną pod kątem do linii pola; porównuje ten ruch z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji (z rzutem ukośnym) • omawia przykłady zastosowania kondensatorów • wyjaśnia wyniki obserwacji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego • uzasadnia i interpretuje wzory na energię kondensatora • wyjaśnia, odwołując się do polaryzacji dielektryków w polu zewnętrznym, wpływ dielektryków na pojemność kondensatora • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> – demonstracji oddziaływania ciał naelektryzowanych i elektryzowania ciał – badania: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola – demonstracji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego 		
--	--	---	--	--

	<p>działanie metalowego ostrza, układ linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola</p> <ul style="list-style-type: none"> - demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); bada od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego; <p>przedstawia na schematycznych rysunkach i opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania - z wykorzystaniem prawa Coulomba - dotyczące pola elektrycznego - związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym - dotyczące kondensatorów, <p>w szczególności: ilustruje zjawisko lub problem na schematycznym rysunku; posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia odpowiedzi, ocenia podane stwierdzenia; interpretuje zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Pole elektryczne</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania oraz pola elektrycznego - z wykorzystaniem prawa Coulomba - związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym - dotyczące kondensatorów oraz ilustruje zjawisko lub problem graficznie; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania • poszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego działu, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> - oddziaływań elektrycznych - praktycznego wykorzystania rozkładu ładunków w przewodnikach (np. generator Van de Graaffa) oraz ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym (np. akceleratory); • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów • realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Generator Kelvina</i>, w szczególności wykonuje i demonstruje model generatora Kelvina 		
--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Pole elektryczne</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 			
13. Prąd elektryczny				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przewodnictwo – przepływ prądu elektrycznego w metalach, elektrolitach i gazach; określa umowny kierunek przepływu prądu posługuje się pojęciem <i>natężenia prądu elektrycznego</i> wraz z jego jednostką posługuje się podstawowymi pojęciami związanymi z obwodem elektrycznym; odróżnia źródło napięcia od odbiornika energii elektrycznej; omawia hydrauliczny odpowiednik obwodu elektrycznego rozpoznaje wybrane symbole graficzne stosowane w obwodach elektrycznych posługuje się woltomierzem i amperomierzem opisuje i rozróżnia połączenia szeregowo i równoległe w obwodach elektrycznych, przedstawia je na schematycznych rysunkach omawia zastosowania połączeń szeregowych i równoległych i podaje ich przykłady posługuje się pojęciem <i>oporu elektrycznego</i> wraz z jego jednostką; rozróżnia opornik i potencjometr rozróżnia podstawowe sposoby łączenia oporników posługuje się pojęciem <i>oporu zastępczego</i> rozróżnia przewodniki, półprzewodniki i izolatory 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polegają procesy jonizacji w gazach, informuje, że na to zjawisko wpływają: promieniowanie, wysoka temperatury i duże natężenie pola elektrycznego stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez poprzeczny przekrój przewodnika wyjaśnia wyniki obserwacji przepływu prądu przez elektrolit rysuje i opisuje (czyta) schematy obwodów elektrycznych, posługując się symbolami graficznymi stosowanymi w obwodach elektrycznych posługuje się miernikiem uniwersalnym; określa niepewność pomiaru zarówno za pomocą miernika analogowego, jak i cyfrowego, posługując się klasą przyrządu pomiarowego mierzy napięcie między biegunami żarówki i natężenie płynącego przez nią prądu, zapisuje wynik wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii, stosuje ją obliczeń stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego i rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku uzasadnia z definicji napięcia zasadę dodawania napięć w układzie ogniw lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii omawia zastosowania oporników i potencjometrów analizuje i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową oporników (zgodną z prawem Ohma), ustala zakresy wartości I i U analizuje i rysuje schematy układów oporników wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo i równoległe analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem <i>oporu właściwego materiału</i> i jego jednostką opisuje i wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników; wyjaśnia, dlaczego żarówka nie spełnia prawa Ohma analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma); porównuje wykresy $\rho(T)$ dla przewodnika, półprzewodnika i R nadprzewodnika 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń, w szczególności badania charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki i grafitu rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu dotyczące obwodów elektrycznych dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów z wykorzystaniem prawa Ohma z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe oraz prawa Ohma dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa oraz: projektuje i analizuje układy elektryczne, rysuje ich schematy; wykazuje poprawność podanych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy

<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami <i>pracy prądu elektrycznego</i> i <i>mocy prądu elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami; stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami; przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie • wskazuje przykłady źródeł napięcia; opisuje budowę ogniwa • przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: sprawdza przepływ prądu przez elektrolit; opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu – dotyczące obwodów elektrycznych – dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów – z wykorzystaniem prawa Ohma – z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma – dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury – dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego 	<p>w przypadku przewodników (prawo Ohma); posługuje się tym prawem</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia sposób wyznaczenia oporu zastępczego w przypadku różnych układów połączeń oporników • wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle • stosuje do obliczeń wzór na opór przewodnika • opisuje przewodniki, półprzewodniki i izolatory; omawia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników • opisuje i stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem • wykorzystuje do obliczeń dane znamionowe urządzeń elektrycznych oraz pojęcie <i>sprawności</i> • posługuje się pojęciami <i>oporu wewnętrznego</i> i <i>siły elektromotorycznej</i> jako cechami źródła; podaje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do obliczeń • rysuje wykres zależności $U(I)$, uwzględniający SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny; stosuje do obliczeń wzór na siłę elektromotoryczną $\epsilon = U + I \cdot r$ • opisuje obwody elektryczne, w których występują oczka; zaznacza na ich schematach kierunki przepływu prądu • podaje drugie prawo Kirchhoffa • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa; bada dodawanie napięć w układzie ogniwi połączonych szeregowo – bada zależność między natężeniem prądu i napięciem dla opornika, buduje potencjometr i sprawdza jego działanie – bada zależność jasności świecenia żarówek o różnych napięciach 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia wyniki obserwacji doświadczalnego badania zależności jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia • wyjaśnia, kiedy wykorzystujemy związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a Lenza) z natężeniem prądu i oporem, a kiedy – z napięciem i oporem • doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny źródła napięcia, sporządza i interpretuje wykres zależności $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarów, określa współczynnik kierunkowy • interpretuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do wyjaśniania zjawisk • interpretuje nachylenie zależności $U(I)$, uwzględniającej SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny, i punkty przecięcia prostej z osiami; analizuje zależność $I(U)$ • analizuje, czy wykonać dodawanie, czy odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii; interpretuje drugie prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania energii i stosuje je do wyjaśniania zjawisk i obliczeń • na wybranym przykładzie opisuje zastosowanie praw Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): 	<p>zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Prąd stały</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy 	
---	---	---	---	--

<p>– dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<p>znamionowych od sposobu ich połączenia</p> <ul style="list-style-type: none"> – buduje proste ogniwo i bada jego właściwości, bada zależność $U(I)$; przedstawia i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności; sporządza wykres badanej zależności, dopasowuje prostą i interpretuje jej nachylenie; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu – dotyczące obwodów elektrycznych – dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów – z wykorzystaniem prawa Ohma – z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma – dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury – dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego – dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia – dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; analizuje, rysuje i opisuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje wykresy zależności $I(U)$ dla oporników; analizuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje i interpretuje wykresy wskazanych 	<p>– demonstracji pierwszego prawa Kirchhoffa; badania dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo</p> <ul style="list-style-type: none"> – badania zależności między natężeniem prądu a napięciem dla opornika, zbudowania potencjometru i sprawdzania jego działania oraz sporządza wykres badanej zależności, uwzględniając niepewności pomiarów • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu – dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów – z wykorzystaniem prawa Ohma oraz wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle – dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury – dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego – dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia – dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa oraz: sporządza i interpretuje wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia odpowiedzi, stwierdzenia 		
--	--	---	--	--

	<p>zależności; uzasadnia odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Prąd stały</i> • dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Prąd stały</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>i rozwiązania; ilustruje graficznie podane zależności; analizuje otrzymany wynik</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą przewodnictwa elektrycznego oraz wykorzystania zależności oporu od wymiarów przewodnika, oporu właściwego i temperatury • wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Prąd stały</i>; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów 		
14. Pole magnetyczne				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje oddziaływanie między biegunami magnesów stałych; posługuje się pojęciem <i>biegunów magnetycznych Ziemi</i> • posługuje się pojęciem <i>pola magnetycznego</i>, wymienia jego źródła; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych; rozpoznaje bieguny magnesu i wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą igły magnetycznej lub kompasu • opisuje budowę i działanie elektromagnesu; wymienia przykłady zastosowania elektromagnesów • wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – magnesuje stalowy spinacz oraz stalowy gwóźdź i bada ich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia ferromagnetyki, paramagnetyki i diamagnetyki; opisuje jakościowo podstawowe właściwości i zastosowania ferromagnetyków; posługuje się pojęciem <i>domen magnetycznych</i> • analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji dotyczącej doświadczalnej ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych; modyfikuje przebieg doświadczenia • uzasadnia, że z polem magnetycznym jest związana energia potencjalna • rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), określa ich zwrot • omawia przykłady zastosowania elektromagnesów • posługuje się pojęciem <i>wektora indukcji magnetycznej</i> wraz z jego jednostką (1 T); opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej, określa jego kierunek i zwrot • analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną; podaje, interpretuje 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmiany układu domen pod wpływem namagnesowania ferromagnetyku • omawia przykłady pól magnetycznych w przyrodzie i technice oraz naturę siły magnetycznej, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych • analizuje oddziaływanie pola magnetycznego i pola elektrycznego na cząstkę naładowaną poruszającą się w selektorze prędkości, korzystając z opisu tego urządzenia • analizuje tor cząstki poruszającej się w jednorodnym polu magnetycznym w dowolnym kierunku względem linii pola • wyznacza promień okręgu, który stanowi tor, po którym porusza się naładowana cząstka w polu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> – wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza – ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym – siły elektrodynamicznej – indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Pole magnetyczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<p>właściwości, doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych</p> <ul style="list-style-type: none"> – obserwuje ruch jonów w polu magnetycznym; przedstawia i/lub opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> – ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych – ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków – wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza – ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym – siły elektrodynamicznej – indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania. z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania 	<p>i stosuje do obliczeń wzór na siłę Lorentza; określa kierunek i zwrot siły Lorentza</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje siłę Lorentza działającą na cząstkę naładowaną poruszającą się w jednorodnym polu magnetycznym oraz tor cząstki w zależności od kierunku jej ruchu względem linii pola: wzdłuż linii i prostopadle do nich • stosuje do obliczeń wzory: na promień okręgu, po którym porusza się cząstka naładowana w polu magnetycznym, i na okres jej obiegu • informuje, że pole magnetyczne Ziemi stanowi osłonę przed wiatrem słonecznym • podaje przykłady wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną • analizuje i opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem; wyjaśnia, że siła elektrodynamiczna i siła Lorentza to określenie siły magnetycznej w szczególnych sytuacjach • interpretuje wzór na siłę elektrodynamiczną, oblicza wartość tej siły, wyznacza jej kierunek i zwrot • opisuje zależność indukcji pola magnetycznego wokół prostego przewodu od natężenia prądu, odległości od niego i rodzaju ośrodka; posługuje się pojęciem <i>przenikalności magnetycznej</i> • uzasadnia, interpretuje i stosuje do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, pętli i długiej zwojnicy • opisuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem: prostego, w kształcie pętli lub 	<p>magnetycznym, i okres jej obiegu; interpretuje otrzymane wzory</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia zasadę działania cyklotron • wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną • wskazuje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej (inne niż silniki elektryczne) • analizuje i wyznacza siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych; posługuje się definicją ampera w układzie SI – wyjaśnia, że obecnie jest ona oparta na wartości ładunku elementarnego • omawia zależność siły magnetycznej i siły elektrycznej od układu odniesienia • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) oraz wyjaśnia wyniki obserwacji: <ul style="list-style-type: none"> – ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem: prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; zobrazowania działania skonstruowanego elektromagnesu – badania oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik z prądem, badania zmian obrazu włókna świecącej żarówki po zbliżeniu magnesu – badania oddziaływania przewodników, w których płynie prąd • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> – ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych 		
--	--	--	--	--

	<p>zwojnicy; buduje elektromagnes i obrazuje jego działanie</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykazuje, że wewnątrz magnesu występuje pole magnetyczne - bada oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem, obserwuje obraz włókna żarówki po zbliżeniu magnesu - bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd; analizuje, opisuje lub wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> - ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych - ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym - siły elektrodynamicznej - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Pole magnetyczne</i>, w szczególności: pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych, pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków, wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną 	<ul style="list-style-type: none"> - pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym - siły elektrodynamicznej - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem <p>oraz: ilustruje lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Pole magnetyczne</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> - pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych - pola magnetycznego wytwarzanego przez ładunki w ruchu - wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się naładowaną cząstkę; <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Kierunek linii ziemskiego pola magnetycznego</i>, w szczególności buduje kompas inklinacyjny 		
--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Pole magnetyczne</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 			
15. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> informuje, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej; podaje przykłady jego zastosowania odróżnia prąd przemienny od prądu stałego opisuje funkcję izolacji i bezpieczników przeciążeniowych; rozpoznaje symbol graficzny bezpiecznika opisuje warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej; informuje, jak udzielić pierwszej pomocy osobie po porażeniu elektrycznym wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych podaje przykłady zastosowania prądnic rozpoznaje graficzny symbol diody na schematach obwodów rozpoznaje graficzny symbol tranzystora przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada działanie bezpiecznika; omawia obserwacje, formułuje wniosek rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya dotyczące prądu przemiennego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej, odróżnia to zjawisko od indukcji magnetycznej i wskazuje przykłady jego zastosowania; posługuje się pojęciami <i>prądu indukcyjnego</i> i <i>siły elektromotorycznej indukcji</i> (SEM) omawia eksperyment Faradaya podaje regułę Lenza posługuje się pojęciem <i>strumienia pola magnetycznego</i> wraz z jego jednostką, oblicza strumień, gdy pole jest jednorodne podaje prawo indukcji Faradaya; informuje, kiedy zmienia się strumień pola magnetycznego oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia pola magnetycznego wyjaśnia, jak powstaje napięcie przemienne, na przykładzie ramki obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym; opisuje jakościowo przemianę energii podczas działania prądnicy opisuje cechy prądu przemiennego; posługuje się pojęciami <i>napięcia skutecznego</i> i <i>natężenia skutecznego</i>; rozróżnia wartości napięcia i natężenia: chwilowe, maksymalne i skuteczne stosuje wzory na napięcie i natężenie skuteczne do obliczania napięcia i natężenia skutecznego w przypadku ich przebiegu sinusoidalnego opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego wyjaśnia funkcje wyłączników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje inne niż omówiono sposoby wytwarzania prądu elektrycznego – przez zmiany pola magnetycznego wyjaśnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii i stosuje ją do określania kierunku przepływu prądu indukcyjnego; ^Romawia budowę oraz zasadę działania mikrofonu i głośnika interpretuje wzór na strumień pola magnetycznego przez powierzchnię; wyjaśnia sposób obliczenia strumienia, gdy pole nie jest jednorodne analizuje ruch pręta po szynach w polu magnetycznym, a na tej podstawie wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji interpretuje i stosuje prawo indukcji Faradaya do wyjaśniania zjawisk opisuje i analizuje zależność napięcia od czasu dla prądu przemiennego rysuje siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym; na podstawie tego rysunku omawia zasadę działania silnika elektrycznego, posługując się pojęciem <i>momentu sił</i> ^Ropisuje budowę i działanie najczęściej stosowanych silników elektrycznych, wymienia ich zastosowania uzasadnia równanie transformatora 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia bramki logiczne rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego dotyczące prądu przemiennego dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji dotyczące diod i tranzystorów oraz: wykazuje lub udowadnia podane zależności, projektuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory projektuje i wykonuje doświadczenia, np. buduje i demonstruje działający model silnika elektrycznego, buduje układy elektroniczne złożone z diod i tranzystorów; formułuje i weryfikuje hipotezy planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy 	<p>Uczeń:</p> <p>rozwiązuje nietypowe problemy w sposób twórczy</p>

<ul style="list-style-type: none"> – dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej – dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy – dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji – dotyczące diod i tranzystorów, <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje budowę i zasadę działania prądnicy oraz przemiany energii podczas jej działania • porównuje silnik z prądnicą; wyjaśnia, jakie zjawisko fizyczne stanowi podstawę działania prądnicy, a jakie – silnika • opisuje zjawisko indukcji wzajemnej; opisuje budowę i zasadę działania transformatora, przedstawia jego uproszczony model, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczby zwojów; podaje zastosowania transformatorów • stosuje równanie transformatora do wyjaśniania zjawisk i obliczeń • opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej zastosowanie jako źródła światła – diody LED • wyjaśnia funkcję prostownika, wskazuje przykłady jego zastosowań • opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego i obserwuje zjawisko samoindukcji – demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; bada działanie diody – bada wzmacniające działanie tranzystora; przedstawia, opisuje i analizuje wyniki pomiarów i/lub obserwacji, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej – z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zastosowania transformatorów; omawia przesyłanie energii elektrycznej • opisuje jakościowo zjawisko samoindukcji, podaje przykłady jego znaczenia w urządzeniach elektrycznych; ^Roblicza SEM samoindukcji • przedstawia zastosowanie diody w prostownikach • wyjaśnia – na uproszczonym schemacie – zasady działania tranzystora i wzmacniacza z jednym tranzystorem • ^Ropisuje zastosowania tranzystora w technice analogowej i technice cyfrowej • przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> – ^Rbada działanie głośników – porównuje napięcie maksymalne i skuteczne; opisuje i analizuje wyniki pomiaru, odczytu i obserwacji, formułuje wnioski • wyjaśnia wyniki badania wzmacniającego działania tranzystora • wyjaśnia wyniki pomiarów i/lub obserwacji oraz/lub planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> – demonstracji zjawiska indukcji elektromagnetycznej i jego związku ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; badania kierunku przepływu prądu indukcyjnego 		
--	---	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - dotyczące prądu przemiennego - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy - dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji - dotyczące diod i tranzystorów, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, posługuje się kalkulatorem, rysuje i interpretuje wykresy, stosuje do obliczeń prawo Ohma, związek mocy wydzielonej na oporniku z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem, wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych, analizuje schematy obwodów zawierających diody i określa, które diody przewodzą, uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>, w szczególności zjawisk indukcji wzajemnej i samoindukcji • dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności 	<p>i obserwacji zjawiska samoindukcji</p> <ul style="list-style-type: none"> - demonstracji roli diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; badania działanie diod • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego - dotyczące prądu przemiennego - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy - dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji - dotyczące diod i tranzystorów oraz: ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia i/lub zależności, analizuje wynik rozwiązania, analizuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory • analizuje tekst <i>Dynamo we wnętrzu Ziemi</i>, wyodrębnia z niego informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów; prezentuje wyniki doświadczeń domowych • wyszukuje i analizuje materiały źródłowe dotyczące treści działu <i>Indukcja elektromagnetyczna</i> 		
--	--	--	--	--

		<p><i>i prąd przemienny,</i> w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none">– zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz prądów wirowych– zjawisk indukcji wzajemnej i samoindukcji; <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</p>		
--	--	---	--	--