

Fizyka

Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny kształcenie w zakresie podstawowym

Klasa I okres I	
Dopuszczająca	<p>Uczeń potrafi: opowiedzieć o odkryciach Kopernika, Keplera i Newtona; opisać ruchy planet; podać treść prawa powszechnej grawitacji; narysować siły oddziaływania grawitacyjnego dwóch kul jednorodnych; objaśnić wielkości występujące we wzorze $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$; wskazać siłę grawitacji jako przyczynę swobodnego spadania ciał na powierzchnię Ziemi; posługiwać się terminem „spadanie swobodne”; obliczyć przybliżoną wartość siły grawitacji działającej na ciało w pobliżu Ziemi; wymienić wielkości, od których zależy przyspieszenie grawitacyjne w pobliżu planety lub jej księżyca; opisać ruch jednostajny po okręgu; posługiwać się pojęciem okresu i pojęciem częstotliwości; wskazać siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu po okręgu; wskazać siłę grawitacji, którą oddziałują Słońce i planety oraz planety i ich księżyce jako siłę dośrodkową; posługiwać się pojęciem satelity geostacjonarnego; podać przykłady ciał znajdujących się w stanie nieważkości; wymienić jednostki odległości używane w astronomii; podać przybliżoną odległość Księżyca od Ziemi (przynajmniej rząd wielkości); opisać warunki, jakie panują na powierzchni Księżyca; wyjaśnić, skąd pochodzi nazwa „planeta”; wymienić planety Układu Słonecznego</p>
Dostateczna	<p>Uczeń potrafi: przedstawić główne założenia teorii heliocentrycznej Kopernika; zapisać i zinterpretować wzór przedstawiający wartość siły grawitacji; obliczyć wartość siły grawitacyjnego przyciągania dwóch jednorodnych kul; wyjaśnić, dlaczego dostrzegamy skutki przyciągania przez Ziemię otaczających nas przedmiotów, a nie obserwujemy skutków ich wzajemnego oddziaływania grawitacyjnego; przedstawić wynikający z eksperymentów Galileusza wniosek dotyczący spadania ciał; wykazać, że spadanie swobodne z niewielkich wysokości to ruch jednostajnie przyspieszony z przyspieszeniem grawitacyjnym; wykazać, że wartość przyspieszenia spadającego swobodnie ciała nie zależy od jego masy; obliczyć wartość przyspieszenia grawitacyjnego w pobliżu Ziemi; opisać zależność wartości siły dośrodkowej od masy i szybkości ciała poruszającego się po okręgu oraz od promienia okręgu; podać przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej; podać treść III prawa Keplera; opisywać ruch sztucznych satelitów; posługiwać się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej; uzasadnić użyteczność satelitów geostacjonarnych; podać przykłady doświadczeń, w których można obserwować ciało w stanie nieważkości; opisać zasadę pomiaru odległości do Księżyca, planet i najbliższej gwiazdy; wyjaśnić, na czym polega zjawisko paralaksy; posługiwać się pojęciem kąta paralaksy geocentrycznej i heliocentrycznej; zdefiniować rok świetlny i jednostkę astronomiczną; wyjaśnić powstawanie faz Księżyca; podać przyczyny, dla których obserwujemy tylko jedną stronę Księżyca; opisać ruch planet widzianych z Ziemi; wymienić obiekty wchodzące w skład Układu Słonecznego</p>
Dobra	<p>Uczeń potrafi: podać treść I i II prawa Keplera; uzasadnić, dlaczego hipoteza Newtona o jedności Wszechświata umożliwiła wyjaśnienie przyczyn ruchu planet; rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując prawo grawitacji; przedstawić poglądy Arystotelesa na ruch i spadanie ciał; wyjaśnić, dlaczego czasy spadania swobodnego (z takiej samej wysokości) ciał o różnych masach są jednakowe; obliczyć wartość przyspieszenia grawitacyjnego w pobliżu dowolnej planety lub jej księżyca; obliczać wartość siły dośrodkowej; obliczać wartość przyspieszenia dośrodkowego; rozwiązywać zadania obliczeniowe, w których rolę siły dośrodkowej odgrywają siły o różnej naturze; stosować III prawo Keplera do opisu ruchu planet Układu Słonecznego; wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej i objaśnić jej sens fizyczny; obliczyć wartość pierwszej prędkości kosmicznej; wyjaśnić, na czym polega stan nieważkości; wykazać, przeprowadzając odpowiednie rozumowanie, że przedmiot leżący na podłodze windy spadającej swobodnie jest w stanie nieważkości; obliczyć odległość do Księżyca (lub najbliższych planet), znając kąt paralaksy geocentrycznej; obliczyć odległość do najbliższej gwiazdy, znając kąt paralaksy heliocentrycznej;</p>

	dokonywać zamiany jednostek odległości stosowanych w astronomii; podać warunki, jakie muszą być spełnione, by doszło do całkowitego zaćmienia Słońca; podać warunki, jakie muszą być spełnione, by doszło do całkowitego zaćmienia Księżyca; wyjaśnić, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwały się na tle gwiazd; opisać planety Układu Słonecznego;
Bardzo dobra	Uczeń potrafi: na podstawie samodzielnie zgromadzonych materiałów przygotować prezentację: <i>Newton na tle epoki</i> ; wykazać, że Kopernika można uważać za człowieka renesansu; zaplanować i wykonać doświadczenie (np. ze śrubami przyczepionymi do nici) wykazujące, że spadanie swobodne odbywa się ze stałym przyspieszeniem; omówić i wykonać doświadczenie sprawdzające zależność $F(m, v, r)$; stosować III prawo Keplera do opisu ruchu układu satelitów krążących wokół tego samego ciała; obliczyć szybkość satelity na orbicie o zadanym promieniu; obliczyć promień orbity satelity geostacjonarnej; zaplanować, wykonać i wyjaśnić doświadczenie pokazujące, że w stanie nieważkości nie można zmierzyć wartości ciężaru ciała; wyrażać kąty w minutach i sekundach łuku; wyjaśnić, dlaczego zaćmienia Słońca i Księżyca nie występują często; objaśnić zasadę, którą przyjęto przy obliczaniu daty Wielkanocy; wyszukać informacje na temat rzymskich bogów, których imionami nazwano planety;
Celująca	Uczeń potrafi: wyprowadzić III prawo Keplera, rozwiązywać zadania o dużym stopniu trudności łączące wiadomości z różnych działów, biegle posługiwać się wiadomościami i umiejętnościami zdobytymi na III etapie edukacyjnym do rozwiązywania problemów związanych z omawianymi zagadnieniami
Klasa I okres II	
Dopuszczająca	Uczeń potrafi: wyjaśnić pojęcie fotonu; zapisać wzór na energię fotonu; podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska fotoelektrycznego; rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe; rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne; przedstawić model Bohra budowy atomu i podstawowe założenia tego modelu; wymienić rodzaje promieniowania jądrowego występującego w przyrodzie; wymienić podstawowe zasady ochrony przed promieniowaniem jonizującym; ocenić szkodliwość promieniowania jonizującego pochłanianego przez ciało człowieka w różnych sytuacjach; opisać budowę jądra atomowego; posługiwać się pojęciami: jądro atomowe, proton, neutron, nukleon, pierwiastek, izotop; opisać rozpady alfa i beta; wyjaśnić pojęcie czasu połowicznego rozpadu; opisać reakcję rozszczepienia uranu $^{235}_{92}\text{U}$; podać przykłady wykorzystania energii jądrowej; podać przykład reakcji jądrowej; nazwać reakcje zachodzące w Słońcu i w innych gwiazdach; odpowiedzieć na pytanie: jakie reakcje są źródłem energii Słońca; opisać budowę naszej Galaktyki; na przykładzie modelu balonika wytłumaczyć obserwowany fakt rozszerzania się Wszechświata; podać wiek Wszechświata; określić początek znanego nam Wszechświata terminem „Wielki Wybuch”
Dostateczna	Uczeń potrafi: opisać i objaśnić zjawisko fotoelektryczne; opisać światło jako wiązkę fotonów; wyjaśnić, od czego zależy liczba fotoelektronów; wyjaśnić, od czego zależy maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów; opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy; opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków; wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym; wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit w atomie wodoru są skwantowane; wyjaśnić, co to znaczy, że energia elektronu w atomie wodoru jest skwantowana; wyjaśnić, co to znaczy, że atom wodoru jest w stanie podstawowym lub wzbudzonym, przedstawić podstawowe fakty dotyczące odkrycia promieniowania jądrowego; opisać wkład Marii Skłodowskiej-Curie w badania nad promieniotwórczością; omówić właściwości promieniowania α , β i γ ; wyjaśnić pojęcie dawki pochłoniętej i podać jej jednostkę; wyjaśnić pojęcie dawki skutecznej i podać jej jednostkę; opisać wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego; opisać doświadczenie Rutherforda i omówić jego znaczenie; podać skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej; zapisać schematy rozpadów alfa i beta; opisać sposób powstawania promieniowania gamma; posługiwać się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego; posługiwać się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; narysować wykres zależności od czasu liczby jąder, które uległy rozpadowi; objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego; wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa; podać warunki zajścia reakcji łańcuchowej; posługiwać się pojęciami: energia spoczynkowa, deficyt masy, energia wiązania; opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego; opisać działanie elektrowni jądrowej; wymienić korzyści i zagrożenia związane z wykorzystaniem energii jądrowej; opisać zasadę działania bomby atomowej;

	wymienić i wyjaśnić różne rodzaje reakcji jądrowych; zastosować zasady zachowania liczby nukleonów, ładunku elektrycznego oraz energii w reakcjach jądrowych; podać warunki niezbędne do zajścia reakcji termojądrowej; opisać położenie Układu Słonecznego w Galaktyce; podać wiek Układu Słonecznego; podać treść prawa Hubble'a, zapisać je wzorem $v_r = H \cdot r$ i wyjaśnić wielkości występujące w tym wzorze; wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”; opisać Wielki Wybuch
Dobra	<p>Uczeń potrafi: wyjaśnić wzór Einsteina opisujący zjawisko fotoelektryczne; obliczyć minimalną częstotliwość i maksymalną długość fali promieniowania wywołującego efekt fotoelektryczny dla metalu o danej pracy wyjścia; opisać budowę, zasadę działania i zastosowania fotokomórki; rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując wzór Einsteina; odczytywać informacje z wykresu zależności $E_k(\nu)$; opisać szczegółowo widmo atomu wodoru; wyjaśnić wzór Balmera; opisać metodę analizy widmowej; podać przykłady zastosowania analizy widmowej; obliczyć promienie kolejnych orbit w atomie wodoru; obliczyć energię elektronu na dowolnej orbicie atomu wodoru; obliczyć różnice energii pomiędzy poziomami energetycznymi atomu wodoru; wyjaśnić powstawanie liniowego widma emisyjnego i widma absorpcyjnego atomu wodoru; wyjaśnić, do czego służy licznik G-M; przedstawić wnioski wynikające z doświadczenia <i>Wykrywanie promieniowania jonizującego za pomocą licznika G-M</i>; obliczyć dawkę pochłoniętą; wyjaśnić pojęcie mocy dawki; wyjaśnić, do czego służą dozymetry; przeprowadzić rozumowanie, które pokaże, że wytłumaczenie wyniku doświadczenia Rutherforda jest możliwe tylko przy założeniu, że prawie cała masa atomu jest skupiona w jądrze o średnicy mniejszej ok. 10^5 razy od średnicy atomu; wyjaśnić zasadę datowania substancji na podstawie jej składu izotopowego i stosować tę zasadę w zadaniach; wykonać doświadczenie symulujące rozpad promieniotwórczy; obliczyć energię spoczynkową; deficyt masy, energię wiązania dla różnych pierwiastków; przeanalizować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon E_w/A od liczby nukleonów A wchodzących w skład jądra atomu; opisać budowę bomby atomowej; przygotować wypowiedź na temat: <i>Czy elektrownie jądrowe są niebezpieczne?</i>; opisać proces fuzji lekkich jąder na przykładzie cyklu pp; opisać reakcje zachodzące w bombie wodorowej; wyjaśnić, jak powstały Słońce i planety; opisać sposób wyznaczenia wieku próbek księżycowych i meteorytów; obliczyć wiek Wszechświata; wyjaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a wnioskujemy, że galaktyki oddalają się od siebie; wyjaśnić, co to jest promieniowanie reliktowe</p>
Bardzo dobra	<p>Uczeń potrafi: przedstawić wyniki doświadczeń świadczących o kwantowym charakterze oddziaływania światła z materią; sporządzić i wyjaśnić wykres zależności maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości promieniowania wywołującego efekt fotoelektryczny dla fotokatod wykonanych z różnych metali; wyjaśnić, co to znaczy, że światło ma naturę dualną; obliczyć długości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru; wyjaśnić uogólniony wzór Balmera; obliczyć częstotliwość i długość fali promieniowania pochłanianego lub emitowanego przez atom; wyjaśnić powstawanie serii widmowych atomu wodoru; wykazać, że uogólniony wzór Balmera jest zgodny ze wzorem wynikającym z modelu Bohra; wyjaśnić powstawanie linii Fraunhofera; odszukać informacje o promieniowaniu X; wskazać istotną różnicę między promieniowaniem X a promieniowaniem jądrowym; przygotować prezentację na temat: <i>Historia odkrycia i badania promieniowania jądrowego</i>; podejmować świadome działania na rzecz ochrony środowiska naturalnego przed nadmiernym promieniowaniem jonizującym (α, β, γ, X), odszukać i przedstawić informacje na temat możliwości zbadania stężenia radonu w swoim otoczeniu; wykonać i omówić symulację doświadczenia Rutherforda; odszukać informacje na temat modeli budowy jądra atomowego i omówić jeden z nich; zapisać prawo rozpadu promieniotwórczego w postaci $N = N_0 (1/2)^{t/T}$ podać sens fizyczny i jednostkę aktywności promieniotwórczej; rozwiązywać zadania obliczeniowe, stosując wzory: $N = N_0 (1/2)^{t/T}$ oraz $A = A_0 (1/2)^{t/T}$; wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny; odszukać informacje i przygotować prezentację na temat składowania odpadów radioaktywnych i związanych z tym zagrożeń; porównać energie uwalniane w reakcjach syntezy i reakcjach rozszczepienia; podać przybliżoną liczbę galaktyk dostępnych naszym obserwacjom; podać przybliżoną liczbę gwiazd w galaktyce; rozwiązywać</p>

	zadania obliczeniowe, stosując prawo Hubble'a; podać argumenty przemawiające za słusnością teorii Wielkiego Wybuchu
Celująca	Uczeń potrafi: znając masy protonu, neutronu, elektronu i atomu o liczbie masowej A , obliczyć energię wiązania tego atomu; na podstawie wykresu zależności $\frac{E_w}{A}(A)$ wyjaśnić otrzymywanie wielkich energii w reakcjach rozszczepienia ciężkich jąder; rozwiązywać zadania o dużym stopniu trudności łączące wiadomości z różnych działów, biegle posługiwać się wiadomościami i umiejętnościami zdobytymi na III etapie edukacyjnym do rozwiązywania problemów związanych z omawianymi zagadnieniami

Fizyka - zakres rozszerzony – klasa 2b, grupa fizyczna

Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny

Klasa II b okres I	
Dopuszczająca	<p>Uczeń: podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie; wyjaśnia, w jaki sposób fizyk zdobywa wiedzę o zjawiskach fizycznych; wymienia przyczyny wprowadzenia Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (układ SI); wymienia trzy podstawowe miary wzorcowe i jednostki długości, masy i czasu; wyjaśnia rolę doświadczenia w fizyce; zapisuje wyniki pomiarów i obliczeń wraz z jednostkami; posługuje się pojęciem niepewność pomiarowa; planuje prosty pomiar; zapisuje wynik pomiaru wraz z niepewnością; wyznacza średnią arytmetyczną wyników pomiarów; projektuje proste doświadczenie obrazujące; ruch ciała i rejestruje je za pomocą kamery; posługuje się modelem punktu materialnego; odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wyjaśnia na wybranym przykładzie, co oznacza stwierdzenie „ruch jest pojęciem względnym”; opisuje ruch, posługując się pojęciami droga i przemieszczenie; rozróżnia pojęcia drogi i przemieszczenie; opisuje ruch, posługując się pojęciem prędkości jako wektora i jego współrzędną; przelicza jednostki prędkości; posługuje się pojęciami prędkość średnia i prędkość chwilowa; analizuje wykresy zależności drogi, położenia i prędkości od czasu; rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego; stosuje wzór na drogę w ruchu jednostajnym prostoliniowym; klasyfikuje ruchy ze względu na prędkość; wskazuje zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym; wskazuje przykłady ruchów krzywoliniowych i prostoliniowych w przyrodzie i życiu codziennym; wyjaśnia, czym tor różni się od drogi; klasyfikuje ruchy ze względu na tor zakreślany przez ciało; wyznacza konstrukcyjnie styczną do krzywej; przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej; stosuje pojęcie wektor przemieszczenia; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego; wskazuje przykłady względności ruchu; opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami okres i częstotliwość; stosuje radian jako miarę łukową kąta; opisuje ruch jednostajny po okręgu i ruch jednostajnie zmienny po okręgu; wskazuje cechy wspólne i różnice; podaje przykłady oddziaływań i rozpoznaje oddziaływania w sytuacjach praktycznych; wymienia rodzaje oddziaływań fundamentalnych; planuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące wzajemność oddziaływań; opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siła; przedstawia siłę za pomocą wektora; wymienia cechy tego wektora; wskazuje przykłady bezwładności ciał; stosuje do obliczeń związków między masą ciała, przyspieszeniem i siłą; obserwuje przebieg doświadczenia; zapisuje i analizuje wyniki pomiarów; wyciąga wnioski z doświadczenia; podaje przykłady wzajemnego oddziaływania ciał; opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona; planuje — korzystając z podręcznika — i demonstrować doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki; wyjaśnia (na przykładach) dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą; wskazuje negatywne i pozytywne skutki tarcia; rozróżnia tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu; oblicza wartość współczynnika a; opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej; rozróżnia układy inercjalny i nieinercjalny; wskazuje różne przykłady działania sił bezwładności w ruchu prostoliniowym; posługuje się pojęciami praca i moc; oblicza pracę siły na danej drodze, gdy na ciało działa stała siła, a ciało przemieszcza się w kierunku zgodnym z kierunkiem jej działania; wyjaśnia na wybranym przykładzie, że wykonanie pracy nad ciałem wpływa na jego energię; posługuje się pojęciem energia potencjalna; oblicza wartość energii potencjalnej; wyjaśnia, dlaczego energia potencjalna ciała zależy od przyjętego układu odniesienia; wymienia różne formy energii; wskazuje przykłady różnych form energii (korzysta z przykładów w podręczniku); posługuje się pojęciem energia kinetyczna; stosuje zasadę</p>

	zachowania energii mechanicznej; posługuje się pojęciem pędu; wyjaśnia, od czego zależy zmiana pędu ciała; odróżnia zderzenia sprężyste od niesprężystych; wyznacza doświadczalnie środek ciężkości płaskiego ciała zawieszonoego na nici; wskazuje (na wybranych przykładach) sposoby zwiększania stabilności ciała; wyjaśnia, kiedy bryła sztywna porusza się ruchem obrotowym jednostajnie przyspieszonym, a kiedy — ruchem obrotowym jednostajnie opóźnionym; definiuje moment pędu punktu materialnego; wskazuje analogie między wielkościami fizycznymi opisującymi dynamikę ruchu postępowego i obrotowego bryły
Dostateczna	<p>Uczeń :</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu; wyjaśnia przyczyny wykonywania pomiarów wielokrotnych; odczytuje dane z tabeli, zapisuje dane w formie tabeli; zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących); interpretuje dane przedstawione za pomocą tabel, diagramów słupkowych, wykresów; przedstawia dane podane w tabeli za pomocą diagramu słupkowego; wyznacza niepewność maksymalną wartości średniej na podstawie wzoru; określa położenie ciała traktowanego jako punkt materialny w wybranym układzie współrzędnych, posługując się wektorem położenia; definiuje wektor, określa jego cechy (właściwości); rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę); opisuje ruch jednowymiarowy w różnych układach odniesienia; wskazuje przykłady ruchu względem różnych układów odniesienia; rozróżnia wektor przemieszczenia i wektor położenia ciała; przedstawia graficznie wektor przemieszczenia i wektory położenia w wybranym układzie odniesienia; rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach; rozwiązuje proste przykłady dotyczące dodawania wektorów przemieszczenia; wyjaśnia różnicę między prędkością średnią a prędkością chwilową; wyjaśnia, kiedy te prędkości są sobie równe; wykorzystuje związki między położeniem a prędkością w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu; rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego od czasu; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem równania ruchu jednostajnego; projektuje doświadczenie i wykonuje pomiary związane z badaniem ruchu jednostajnego; prostoliniowego; opisuje i analizuje wyniki doświadczenia; opisuje podstawowe zasady określania niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar decydująco wpływa na niepewność otrzymanego wyniku); opisuje ruch ciała za pomocą tabeli i wykresu — na podstawie pomiarów z bezpośredniej obserwacji lub z filmu; podaje czas i współrzędną położenia; opisuje ruch, określając prędkość średnią i średnią wartość prędkości; rysuje i interpretuje wykresy położenia, prędkości i drogi przy skokowych zmianach prędkości oraz zmianach zwrotu prędkości; posługuje się pojęciami przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe; wyjaśnia, czym charakteryzuje się ruch jednostajnie zmienny; definiuje zależność prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym od czasu; wykorzystuje ją w zadaniach; wyjaśnia dlaczego wykres $v(t)$ jest funkcją liniową; analizuje spadek swobodny i rzut pionowy w górę; opisuje te ruchy z zastosowaniem równań $v(t)$ i $s(t)$; oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego; oblicza parametry ruchu, wykorzystując związki między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym ; rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnie zmiennego od czasu — wykresy $v(t)$, $s(t)$ i $o(t)$; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni z wykorzystaniem współrzędnych x, y, z; opisuje współrzędne wektora na płaszczyźnie (m.in. wektora położenia), posługując się dwuwymiarowym układem współrzędnych; konstrukcyjnie dodaje i odejmuje wektory o tych samych i różnych kierunkach, posługując się cyrkle, ekierką i linijką; zapisuje — w przyjętym układzie współrzędnych — wektory sumy i różnicy dwóch wektorów; rysuje wektory o różnych kierunkach w układzie współrzędnych; określa ich współrzędne; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami prędkość średnia, prędkość chwilowa i przemieszczenie; opisuje rzut poziomy, wykorzystując równanie ruchu jednostajnego dla

<p>współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej; opisuje — na wybranym przykładzie — składanie prędkości, np. prędkości łodzi płynącej po rzece; posługuje się układem odniesienia do opisu złożoności ruchu; opisuje ruch w różnych układach odniesienia; oblicza prędkości względne ruchów wzdłuż prostej; analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora opisującego ruch i pozostającego w spoczynku względem wybranego układu odniesienia; opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami promień wodzący, kąt w radianach, prędkość kątowna; oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; wskazuje przykłady oddziaływań fundamentalnych; wyjaśnia znaczenie punktu przyłożenia siły; wyznacza graficznie siłę wypadkową dwóch sił; składa siły działające wzdłuż prostych równoległych; rozkłada siłę, np. siłę ciężkości na równi pochyłej, na składowe; rozróżnia siły wypadkową i równoważącą; opisuje ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona; opisuje ruch ciał, korzystając z drugiej zasady dynamiki Newtona; wymienia jednostki siły i opisuje ich związek z jednostkami podstawowymi; szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; opisuje zachowanie ciał na podstawie trzeciej zasady dynamiki Newtona; rozwiązuje proste zadania problemowe, wskazując siły wzajemnego oddziaływania; rozróżnia tarcie toczone i tarcie poślizgowe; opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siła tarcia; wyjaśnia, kiedy występuje tarcie statyczne, a kiedy kinetyczne; opisuje rolę tarcia w przyrodzie i technice; wyznacza współczynnik tarcia: planuje doświadczenie, mierzy siłę, która działa podczas jednostajnego ciągnięcia pudełka przy różnej sile nacisku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, oblicza średnią wartość współczynnika tarcia, szacuje niepewność pomiaru, oblicza niepewność względną, wskazuje wielkości, których pomiar decydująco wpływa na niepewność wyniku; samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych); oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu oraz wartość siły dośrodkowej (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); przedstawia graficznie kierunek i zwrot siły bezwładności, znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercyjnego; wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercyjnych i nieinercyjnych; opisuje ruch ciał w nieinercyjnych układach odniesienia, posługując się siłami bezwładności; wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał po okręgu w układach inercyjnych i nieinercyjnych; posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercyjnych; wskazuje urządzenia gospodarstwa domowego, w których wykorzystano działanie siły odśrodkowej; oblicza pracę, gdy siła o stałej wartości działa niezgodnie z kierunkiem ruchu, a ciało porusza się po linii prostej; przedstawia jednostki pracy i mocy; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; oblicza pracę stałej siły na podstawie wykresu zależności siły powodującej przemieszczenie od drogi; oblicza moc urządzeń mechanicznych; stosuje wzory na pracę i moc do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, zapisuje wynik obliczenia jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; wyjaśnia, dlaczego praca wykonana nad ciałem w obecności siły grawitacji nie zależy od sposobu przemieszczenia, lecz od wysokości; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię potencjalną; oblicza pracę, jaką trzeba wykonać, aby — działając stałą siłą F — rozpędzić ciało od stanu spoczynku do danej prędkości v, na drodze s; oblicza wartość energii kinetycznej; wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu; bada spadek swobodny; analizuje związane z nim przemiany energii; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię kinetyczną; oblicza moc urządzeń mechanicznych, uwzględniając ich sprawność; wykazuje doświadczalnie, od czego zależy współczynnik sprężystości sprężyn; opisuje warunki, w jakich można stosować prawo Hooke'a; przeprowadza doświadczenie związane z badaniem zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (opisuje doświadczenie, zapisuje w tabeli wyniki pomiarów); rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, wykorzystując zasadę zachowania energii mechanicznej; oblicza energię sprężystości ciała; przewiduje wynik doświadczenia na podstawie</p>

	<p>zasady zachowania pędu; wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — proste zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania pędu (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje jego realność); stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych; wyznacza prędkość kul po zderzeniu, korzystając z podanych wzorów; stosuje zasady zachowania energii kinetycznej i zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — proste zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń niesprężystych; rozróżnia pojęcia punkt materialny i bryła; sztywna; zna granice ich stosowalności; ocenia, czy dane ciało porusza się jedynie ruchem postępowym czy jednocześnie ruchem postępowym i obrotowym; opisuje ruch bryły sztywnej, stosując pojęcia prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe, okres, częstotliwość; wyznacza środek masy bryły (samodzielnie wykonuje i opisuje doświadczenie, wyciąga wnioski); rozwiązuje proste zadania obliczeniowe (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); interpretuje i oblicza iloczyn wektorowy dwóch wektorów; oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną); wykonuje obliczenia, wykorzystując warunek równowagi momentów sił; odróżnia energię potencjalną ciężkości ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciężkości ciała, którego wymiarów nie można pominąć; wyznacza energię potencjalną ciężkości tych ciał; rozróżnia pojęcia masa i moment bezwładności; oblicza bilans energii, uwzględniając energię kinetyczną ruchu obrotowego; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe zastosowaniem wzorów na energię w ruchu obrotowym (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez jej środek masy, uwzględniając prędkość kątowną i przyspieszenie kątowe; analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił; przedstawia jednostki wielkości fizycznych związanych z mechaniką bryły sztywnej; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony — z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); oblicza moment pędu bryły sztywnej i układu ciał; analizuje ruch bryły wokół osi obrotu z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); interpoluje (ocenia orientacyjnie) wartość pośrednią między danymi na podstawie tabeli i wykresu; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p>
Dobra	<p>Uczeń : przygotowuje prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych; podaje przykłady błędów grubych i systematycznych; posługuje się niepewnością względną i niepewnością bezwzględną; rysuje wektor w układzie współrzędnych; przedstawia graficznie na wybranym przykładzie różnicę między drogą a przemieszczeniem; opisuje ruch, posługując się współrzędną wektora położenia i współrzędną wektora; przemieszczenia; rozwiązuje proste zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i chwilowej; szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; szacuje niepewności pomiaru i oblicza niepewność względną; opisuje ruch ciała za pomocą wykresu uwzględniającego niepewności pomiarowe; sporządza wykresy zależności prędkości od czasu $v(t)$ dla ruchu jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego (samodzielnie wykonuje poprawne wykresy: właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewności punktów pomiarowych); przeprowadza doświadczenie polegające na badaniu ruchu jednostajnie zmiennego; analizuje wyniki oraz — jeżeli to możliwe —</p>

	<p>wykonuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu jednostajnie zmiennego; wykorzystuje właściwości funkcji kwadratowej $f(x) = ax^2 + bx + c$; do interpretacji wykresów zależności drogi od czasu i zależności położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami prędkość średnia i prędkość chwilowa; wyjaśnia graficznie, że rzut poziomy jest złożeniem ruchu poziomego i pionowego; wykazuje doświadczalnie niezależność tych ruchów; opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnych x i y; opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza współczynnik w równaniu paraboli $y = ax^2$; stosuje prawo składania wektorów do obliczania prędkości ciał względem różnych układów odniesienia; oblicza prędkości względne ruchów na płaszczyźnie; wyprowadza związek między prędkością liniową a prędkością kątową; opisuje ruch zmienny po okręgu, posługując się pojęciami chwilowa prędkość kątowa i przyspieszenie kątowe; przelicza odpowiednie jednostki; szacuje prędkość liniową na podstawie zdjęcia; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu, posługując się kalkulatorem; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; uzasadnia to graficznie; stosuje metodę dodawania wektorów (reguły równoległoboku lub trójkąta) do wyznaczania siły wypadkowej; wskazuje przykłady praktycznego wykorzystania umiejętności składania i rozkładania sił; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem - proste zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu; wyjaśnia (mikroskopowo), na czym polega występowanie sił tarcia; stosuje i zapisuje zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem sił tarcia; wskazuje — w życiu codziennym i w przyrodzie — jaka siła pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu po okręgu; posługuje się pojęciem siła odśrodkowa i siła bezwładności; znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercyjnego, przedstawia na rysunku kierunek i zwrot siły odśrodkowej; przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego Czy można biegać po wodzie?; przedstawia graficznie pracę siły zmiennej (za pomocą wykresu zależności siły od drogi); wyraża jej wartość jako sumę pól wszystkich prostokątów, gdy pole każdego z nich odpowiada drodze przebytej w bardzo krótkich chwilach ruchu; wyjaśnia na przykładach, że praca nie zależy od kształtu toru, lecz od przemieszczenia ciała; rysuje rozkład sił podczas przesuwania ciała w poziomie i po równi; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na pracę i moc; wyjaśnia, kiedy siła wykonuje pracę dodatnią, a kiedy ujemną; wskazuje sytuacje, w których praca jest równa zero; wykazuje, że praca nad ciałem wykonana przez siłę równoważącą siłę grawitacji jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała; stosuje pojęcia energia użyteczna i sprawność do rozwiązywania prostych zadań; analizuje — na wybranym przykładzie — przemiany jednego rodzaju energii w drugi; ilustruje je za pomocą diagramów i wykresów, korzystając z poglądowych ilustracji zamieszczonych w podręczniku; interpretuje wykres zmiany wydłużenia ciała stałego w zależności od przyłożonej siły; sporządza wykres zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (właściwie oznacza i opisuje osie, doбира jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych); wykazuje, że pole pod wykresem liczbowo jest równe pracy potrzebnej do rozciągnięcia sprężyny; wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; analizuje przemiany energii (na wybranych przykładach); interpretuje drugą zasadę dynamiki Newtona w postaci ogólnej; stosuje zasadę zachowania pędu do wyjaśniania zjawisk odrzutu i startu rakiet kosmicznych; analizuje zderzenia sprężyste ciał o różnej masie; wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się kul przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu; posługuje się pojęciem zderzenia centralne skośne i czołowe; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanego tekstu popularnonaukowego (przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego Fizyk ogląda TV; posługuje się pojęciem precesja; stosuje wzór na wyznaczanie środka masy bryły sztywnej; wyznacza środek masy układu ciał; analizuje równowagę brył sztywnych, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie (gdy siły i momenty sił się równoważą) — na podstawie pierwszej zasady dynamiki ruchu obrotowego; analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu siły; wskazuje sytuacje, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność łodzi czy konstrukcji); projektuje — korzystając z przykładów podanych w podręczniku — i przeprowadza doświadczenie ilustrujące tor ruchu środka masy; wyjaśnia, od czego zależy moment bezwładności bryły; analizuje złożony ruch bryły sztywnej (ruchy: postępowy i obrotowy); oblicza energię całkowitą bryły (np. walca, kuli) obracającej się wokół osi przechodzącej przez środek jej masy; demonstrowa na wybranym przykładzie zasadę zachowania momentu pędu (m.in. zjawisko odrzutu); podaje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w sporcie, urządzeniach technicznych i we</p>
--	--

	Wszechświecie;
Bardzo dobra	<p>Uczeń : wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne oraz opisuje rolę doświadczeń i modeli w fizyce; posługuje się niepewnością standardową wartości średniej; stosuje — na wybranym przykładzie — równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego; rozwiązuje złożone zadania, korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu; od czasu; znajduje doświadczalnie, np. za pomocą przezroczystej linijki, prostą najlepszego dopasowania do punktów na wykresie zależności $x(t)$; na tej podstawie wyznacza prędkość ciała; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora); wykorzystuje właściwości funkcji liniowej $f(x) = ax + b$ do interpretacji wykresów (dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b); samodzielnie wykonuje projekt badania dotyczącego ruchu jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenia przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym); sporządza tabelę wyników pomiarów; wyprowadza wzór na drogę w ruchu jednostajnie zmiennym z wykresu zależności prędkości od czasu $v(t)$; analizuje i nazywa ruch z malejącą wartością bezwzględną prędkości; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące rzutu poziomego; analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora poruszającego się względem wybranego układu odniesienia; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym po okręgu, posługując się kalkulatorem; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu; rozwiązuje złożone zadania problemowe i doświadczalne dotyczące trzeciej zasady dynamiki Newtona; rozwiązuje trudne zadania obliczeniowe i problemowe z uwzględnieniem sił tarcia; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; w obliczeniach korzysta ze wzoru na siłę dośrodkową; podaje przykłady działania siły Coriolisa; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe; wybiera układ odniesienia odpowiedni do opisu ruchu ciała; wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą niezrównoważoną siłę jest równa przyrostowi energii kinetycznej ciała; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące energii potencjalnej sprężystości, posługując się kalkulatorem i wykresem zależności siły od wydłużenia sprężyny; przeprowadza badanie zderzeń centralnych skośnych i czołowych kulek stalowych lub monet (wykonuje doświadczenia, opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski; rozwiązuje złożone zadania związane z ruchem obrotowym bryły sztywnej (przeprowadza obliczenia za pomocą kalkulatora); wyprowadza wzór na położenie środka masy; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe; korzysta ze wzoru na moment siły; określa warunki równowagi ciała stojącego na podłożu; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, stosując wzory na energię w ruchu obrotowym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora); bada doświadczalnie zależność przyspieszenia kąтового od momentu siły i momentu bezwładności (wykonuje doświadczenie z wahadłem Oberbecka ilustrujące jakościowy związek między prędkością kątową a momentem siły i momentem bezwładności; opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia); rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz kinematycznego równania ruchu obrotowego (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora); podaje przykłady wykorzystania efektu żyroskopowego w praktyce; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe na poziomie maturalnym</p>
Celująca	<p>Uczeń: rozwiązuje złożone zadania dotyczące ruchu ciał o zmiennej masie, np. rakiety; rozwiązuje — posługując się kalkulatorem — złożone zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń sprężystych; rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem; ; rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i problemowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące przepływu energii rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane m.in. z wyznaczaniem wartości siły pływowej; szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p>

Klasa II b okres II	
Dopuszczająca	<p>Uczeń: wymienia i demonstruje przykłady ruchu drgającego (ruch ciężarka na sprężynie); rejestruje ruch drgający ciężarka na sprężynie za pomocą kamery; sporządza wykres zależności położenia ciężarka od czasu; opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; analizuje przemiany energii w tych ruchach; opisuje drgania, posługując się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości; wskazuje położenie równowagi i odczytuje amplitudę oraz okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała; sporządza wykresy $x(t)$; posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciem siły; wyjaśnia, że siła powodująca ten ruch jest wprost proporcjonalna do wychylenia; posługuje się właściwościami funkcji trygonometrycznych sinus i cosinus do opisu ruchu harmonicznego; demonstruje drgania wahadła sprężynowego; opisuje ruch ciężarka na sprężynie; oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie; opisuje ruch wahadła matematycznego; planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość; analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu; wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań; demonstruje drgania tłumione; opisuje drgania wymuszone; demonstruje rezonans mechaniczny za pomocą wahań sprężynowych; wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie; opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego na przykładzie układu wahań połączonych sprężynami; posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznnych; stosuje w obliczeniach związku między tymi wielkościami; wskazuje ośrodki, w których rozchodzą się fale mechaniczne; opisuje przenoszenie energii przez falę mechaniczną; posługując się kalkulatorem, rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem pojęć: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali oraz stosuje funkcję falową fali harmonicznej; stosuje ogólny wzór na funkcję falową fali harmonicznej; wymienia wielkości fizyczne, od jakich zależą wysokość i głośność dźwięku; opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych; posługuje się pojęciami: infradźwięki, ultradźwięki; podaje prawo odbicia fali mechanicznej; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); demonstruje fale (także graficznie): kolistą, płaską i kulistą; rozróżnia pojęcia: grzbiet fali, dolina fali i promień fali; opisuje zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej; wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal; ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal; wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej; wskazuje węzły w modelu fali stojącej jako miejsca, w których amplituda fali wynosi zero oraz strzałki jako miejsca, w których amplituda fali jest największa; demonstruje dźwięk prosty za pomocą kamertonu; przedstawia graficznie dźwięk prosty, wskazuje jego częstotliwość i amplitudę; opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych; rozróżnia dźwięki proste i złożone; posługuje się programami komputerowymi przeznaczonymi m.in. do uzyskiwania charakterystyki dźwięku; oblicza wartość średnią prędkości dźwięku; podaje zasadę Huygensa; odróżnia zjawisko dyfrakcji od zjawiska interferencji; planuje doświadczenie obowiązkowe: pomiar częstotliwości drgań struny; wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek a temperaturą; wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii; opisuje ruchy Browna oraz dyfuzję jako dowody ruchu cząsteczek; wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; opisuje energię wewnętrzną w ujęciu mikroskopowym; posługuje się pojęciem średniej energii kinetycznej cząsteczek; wyjaśnia ogólnie podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii; stosuje jednostki miary temperatury — kelwiny i stopnie Celsjusza; posługuje się zależnością między tymi jednostkami; stosuje wzór na średnią energię kinetyczną cząsteczek; opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji; rozwiązuje bardzo proste zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii:</p>

rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; posługuje się pojęciami: ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania; planuje pomiar ciepła właściwego cieczy, dobiera przyrządy, korzystając z podręcznika lub z pomocą nauczyciela; rozwiązuje z pomocą nauczyciela typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem; przedstawia własnymi słowami, z niewielką pomocą nauczyciela, główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego lub wybranych fragmentów podręcznika; opisuje efekt cieplarniany; omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie żywej; analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła; stosuje pierwszą zasadę termodynamiki; odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła; z pomocą nauczyciela (lub korzystając z podręcznika) planuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, sporządza i analizuje wykresy; posługuje się pojęciem ciśnienia jako makroskopowej wielkości fizycznej; omawia założenia modelu gazu doskonałego; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste zadania związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe; rozdziela przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną; opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną; stosuje poznane wzory dotyczące przemian gazu doskonałego do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych (z pomocą nauczyciela); rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; wymienia wielkości opisujące gaz; posługuje się pojęciem ciepła molowego przy stałym ciśnieniu i stałej objętości; oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(v)$ przedstawiającym przemianę gazową; wyjaśnia, że praca jest wykonywana tylko wtedy, gdy zmienia się objętość gazu; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych; uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciężenia; wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi; rozdziela pojęcia siły grawitacji i ciężaru; wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia; wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciężenia (z pomocą nauczyciela): rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy; podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera z pomocą nauczyciela, posługując się kalkulatorem: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego; rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego; interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego; stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich;

	posługuje się pojęciami energii potencjalnej grawitacji i potencjału grawitacyjnego
Dostateczna	<p>Uczeń: analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych); podaje przykłady takiego ruchu; wyjaśnia, co to jest faza ruchu drgającego; interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym; posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) ; wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego; wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń; oblicza okres drgań wahadła matematycznego ; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego; analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania energii (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) ; opisuje drgania wymuszone; opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem drgającym wahadła sprężynowego, matematycznego oraz z zasadą zachowania energii, a w szczególności: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; opisuje falę poprzeczną i falę podłużną; opisuje drgania harmoniczne za pomocą wzoru $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, posługuje się pojęciami: częstość kołowa, przesunięcie fazowe; rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania, stosując równanie fali; interpretuje równanie fali, oblicza amplitudę, okres, częstotliwość, prędkość i długość danej fali; opisuje fale dźwiękowe; wskazuje ich przykłady z życia codziennego; opisuje załamanie fali na granicy dwóch ośrodków; podaje prawo załamania fali; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) ; wyjaśnia przyczyny załamania fal; wyjaśnia, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; wyjaśnia mechanizm zjawiska ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa ; opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z superpozycją fal; przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny: sporządza tabelę pomiarów, a na jej podstawie rysuje wykres, znajduje prostą najlepszego dopasowania i wyznacza jej współczynnik kierunkowy, który odpowiada prędkości dźwięku w powietrzu; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru prędkości dźwięku; przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych jej długości, sporządza tabelę wyników pomiaru, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych); opisuje zjawisko interferencji na dowolnie wybranym przykładzie fali; opisuje interferencję konstruktywną i destruktywną; wyjaśnia, co to są fale spójne; wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej ; stosuje opis matematyczny fali stojącej ; podaje odległości między sąsiednimi węzłami i strzałkami fali stojącej jako wielokrotności długości fali; wyjaśnia mechanizm ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa; wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego; opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora; stosuje w obliczeniach wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku; odczytuje poziom natężenia dźwięku szkodliwy dla człowieka i zagrażający uszkodzeniem słuchu; wyjaśnia, od czego zależy natężenie fali; opisuje związek między temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną; wyjaśnia szczegółowo podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii; wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna substancji; interpretuje symulację obrazującą istotę ruchów Browna; planuje doświadczenie</p>

dotyczące wyznaczania ciepła właściwego cieczy, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; stosuje pojęcie ciepła właściwego; sporządza tabelę z wynikami pomiarów; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik mierzenia wielkości fizycznej; analizuje błędy pomiarów; rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki); wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego; wyjaśnia zależność temperatury wrzenia cieczy od ciśnienia atmosferycznego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem; opisuje wpływ konwekcji na klimat na Ziemi; planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia ciepła topnienia lodu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; stosuje poznane wzory do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych; rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; korzystając z podręcznika, wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy; planuje doświadczenie dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy; interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izobaryczną i izochoryczną; wyjaśnia założenia gazu doskonałego; stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu; wyjaśnia znaczenie pojęcia ciśnienia w ujęciu mikroskopowym, obrazuje graficznie ciśnienie w ujęciu mikroskopowym; interpretuje równanie stanu gazu doskonałego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną; interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną, uwzględniając kolejność przemian; oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i przemianie izobarycznej; oblicza pracę w przemianie izobarycznej; odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy; wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; interpretuje drugą zasadę termodynamiki; podaje różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki, uzasadnia ich równoważność; wskazuje kierunki procesów zachodzących w przyrodzie; przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego (np. dotyczącego zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie) lub fragmentów podręcznika (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi; doświadczalnie bada, od czego zależy przyspieszenie ziemskie: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski; wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną G ; wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje

	<p>prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity; rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera; podaje i stosuje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera; przedstawia krzywe obrazujące tory ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji; oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie ich orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; charakteryzując pole centralne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego; oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała; stosuje wzór na natężenie pola przy powierzchni Ziemi; charakteryzując pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego; wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego; stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego; oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej ; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej; wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i od Słońca;</p>
Dobra	<p>Uczeń: rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym; doświadczalnie bada zależność okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka i współczynnika sprężystości: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski; wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego; stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); wyznacza doświadczalnie przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, szacuje niepewności pomiarowe, oblicza wartość średnią przyspieszenia ziemskiego, oblicza niepewność względną; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego; bada zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyciąga wniosek, wykonuje wykres zależności $I(T^2)$; (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu, interpretuje wykres; rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego; stosuje funkcje trygonometryczne $\sin^2 a$ i $\cos^2 a$ do ilustracji energii potencjalnej i kinetycznej; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali; rozwiązuje zadania konstrukcyjne i obliczeniowe z wykorzystaniem prawa odbicia i prawa załamania fali; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne o średnim poziomie trudności związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); wykazuje, że każdy dźwięk wydawany przez instrument muzyczny</p>

można przedstawić jako sumę odpowiednio dobranych funkcji sinusoidalnych; wyjaśnia, od czego zależy natężenie dźwięku; dopasowuje prostą do wyników pomiaru i odczytuje jej współczynnik kierunkowy, sprawdza za pomocą prostych przekształceń algebraicznych, czy wyraża on prędkość dźwięku w powietrzu; rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); wyjaśnia mechanizm powstawania fal stojących w strunach i słupach powietrza; projektuje samodzielnie eksperyment; opisuje i wyjaśnia geometrycznie interferencję fal na dwóch szczelinach; projektuje samodzielnie eksperyment; podaje odpowiednie wzory; ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal; wskazuje przykłady z życia codziennego; opisuje efekt Dopplera w przypadku jednoczesnego ruchu obserwatora i źródła; rozwiązuje zadania rachunkowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); omawia przykłady zamieszczone w podręczniku i inne; wskazuje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera, np. w medycynie; wskazuje przykłady zastosowania skali logarytmicznej w różnych dziedzinach wiedzy; wyjaśnia, dlaczego poziom natężenia dźwięku określa się za pomocą skali logarytmicznej; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, stosując pierwszą zasadę termodynamiki; wygłasza referat na temat występowania zjawisk cieplnych w przyrodzie, omawia mechanizm ich powstawania; wyjaśnia, dlaczego ciepło właściwe substancji nie zależy od jej masy; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na bilans cieplny (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); wyznacza doświadczalnie ciepło właściwe cieczy, opracowuje wyniki pomiarów; rozwiązuje złożone (wymagające zastosowania kilku wzorów lub zależności), ale typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem; wykonuje eksperyment obrazujący zjawiska fizyczne dotyczące ciepła (np. efekt i ciepłarniany); planuje samodzielnie doświadczenia i dotyczące przemian gazu, proponuje sposoby; przedstawienia i analizy wyników; wyprowadza równanie stanu gazu doskonałego; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; wyjaśnia zależność między C_p a C_v ; oblicza zmiany energii wewnętrznej, w przemianie izochorycznej i izobarycznej; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań rachunkowych, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; zapisuje pierwszą zasadę termodynamiki w przypadku przemian: izotermicznej (izotermiczne sprężanie i rozprężanie gazu), izochorycznej, izobarycznej (ogrzewanie i oziębianie izobaryczne), adiabatycznej (sprężanie adiabatyczne); rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; opisuje i analizuje przemiany energii w silnikach cieplnych i pompach ciepła; rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje wykres ilustrujący cykl, oblicza sprawność silników cieplnych na podstawie wymienionego ciepła i wykonanej pracy; wyjaśnia na przykładach statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki; przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanej artykułu popularnonaukowego o przeciętnym stopniu trudności (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-

	<p>komunikacyjnymi; przedstawia ogólną zasadę działania silnika; korzysta ze wzoru na sprawność idealnego silnika Carnota, stosuje ten wzór do szacowania sprawności silników rzeczywistych; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje i opisuje przedstawione cykle termodynamiczne; oblicza sprawność silników cieplnych, opierając się na wymienianym ciepłe i wykonanej pracy; podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i wykorzystuje go w zadaniach; opisuje działanie silników spalinowych (czterosuwowych lub dwusuwowych), benzynowego i Diesla; wyjaśnia i opisuje cykl Otta jako przykład pracy silnika cieplnego; podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i stosuje go do rozwiązywania zadań; rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciężenia; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity; rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera ; interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego kilku kulistych ciał; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej; wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera; rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera ; sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli); opisuje pole grawitacyjne ciał o symetrii kulistej na podstawie wykresu $y(x)$; odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych; rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p>
Bardzo dobra	<p>Uczeń: rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe (problemowe) związane z ruchem drgającym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem); planuje i wykonuje doświadczenie obrazujące; zależność między drganiami harmonicznymi a ruchem rzutu punktu poruszającego się po okręgu ; wyprowadza wzory: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$; rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym; samodzielnie wykonuje poprawny wykres zależności okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), ; interpretuje wykres, wykazuje słusność wzoru $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$; rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego; udowadnia spełnienie zasady zachowania energii, posługując się wzorami na energię potencjalną i kinetyczną oscylatora harmonicznego; rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z zasadą zachowania energii (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem); stosuje równanie fali; interpretuje to równanie; Przeprowadza pomiary długości słupa powietrza, przy którym słyszy rezonans drgającego kamertonu i powietrza zamkniętego w rurze, sporządza tabelę z wynikami pomiarów; oblicza wartość średnią prędkości dźwięku; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru; analizuje błędy pomiarów, wyznacza błąd względny i bezwzględny; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z prawami odbicia i załamania fali oraz</p>

	<p>superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); planuje doświadczenie związane z pomiarem prędkości dźwięku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, analizuje błędy pomiarów, wyznacza błędy względny i bezwzględny; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); uzasadnia warunek spójności interferujących fal; rozwiązuje złożone zadania rachunkowe i problemowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); rozwiązuje nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując równanie bilansu cieplnego: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem; interpretuje artykuł dotyczący zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie w postaci pisemnej lub ustnej; wykonuje model danego zjawiska (lub plakat), stosując dowolną technikę; samodzielnie planuje i wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, dobiera przyrządy, ocenia metodę pomiaru, proponuje sposoby jej udoskonalenia, projektuje, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; interpretuje wykresy; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje zadania związane z drugą zasadą termodynamiki, wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej; przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego o wysokim stopniu trudności dotyczącego procesów cieplnych występujących w przyrodzie i technice (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi; rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciężenia; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); przedstawia wektorowy zapis prawa grawitacji, stosując rachunek wektorowy; wyprowadza wzór na pracę w centralnym polu grawitacyjnym; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z wyznaczaniem energii potencjalnej ciała w polu grawitacyjnym, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku); wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej</p>
Celująca	<p>Uczeń: Wyprowadza wzór na wzmocnienie interferencyjne i wygaszenie interferencyjne; ; rozwiązuje nietypowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z ciepłem przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem uogólnionej drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz zasady zachowania momentu pędu (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora);</p>

KLASA III okres I (grupa fizyczna)	
Dopuszczająca	<p>Uczeń: opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów, opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych, odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady jednych i drugich, stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego, posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (ładunku elementarnego), demonstrowuje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych, podaje treść prawa Coulomba, posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego, podaje jego własności, posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego, opisuje rozkład ładunku w przewodniku, opisuje siły działające na ładunek elektryczny poruszający się w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową równoległą do wektora natężenia pola, posługuje się pojęciem pojemności kondensatora, podaje sens fizyczny pojemności i jej jednostki, wymienia rodzaje kondensatorów i wskazuje ich zastosowania z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba oraz kondensatorami: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych, posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego; wskazuje przyczynę przepływu prądu elektrycznego; określa umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego; wymienia podstawowe elementy obwodu elektrycznego i wskazuje ich symbole (wymagana jest znajomość symboli następujących elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz) ; buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy; rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe; wskazuje przykłady zastosowania połączenia szeregowego; odróżnia woltomierz od amperomierza, wybiera właściwe narzędzie pomiaru napięcia elektrycznego i natężenia prądu, wskazując sposób podłączenia do obwodu; posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej; określa i uzasadnia zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego; posługuje się pojęciem oporu elektrycznego i opornika; opisuje połączenie szeregowo i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń; posługuje się pojęciem oporu zastępczego układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe; posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego; przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny; wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna; stosuje wzory na pracę i moc prądu elektrycznego; wskazuje różne źródła napięcia; buduje proste ogniwo i bada jego właściwości; wskazuje zastosowania praw Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: przepływem prądu w przewodnikach, obwodami elektrycznymi, prawem Ohma, łączeniem oporników, zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika, pracą i mocą prądu elektrycznego, prawem Ohma dla obwodu zamkniętego, wykorzystaniem praw Kirchhoffa, (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi; opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu; opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną; posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej, określa jednostkę indukcji magnetycznej; wskazuje siłę Lorentza i traktuje ją jako siłę dośrodkową; rozróżnia ferro-, para- i diamagnetyki; opisuje wpływ różnych materiałów na pole magnetyczne; opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie; doświadczalnie demonstrowuje działanie siły elektrodynamicznej;</p>

	<p>opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: siłą Lorentza, ruchem ładunku w polu magnetycznym, siłą elektrodynamiczną, indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Dostateczna	<p>Uczeń: wyjaśnia działanie elektroskopu; wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego; bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych; demonstruje elektryzowanie przez indukcję; bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie; interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami; wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi; porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice; posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje definicję (wzór) i jednostkę; oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego; analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków; przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola; rozdziela pola elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje ich linie); wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego; charakteryzuje pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami; charakteryzuje energię potencjalną w centralnym polu elektrycznym; definiuje potencjał pola elektrycznego i jego jednostkę, posługuje się pojęciem różnicy potencjałów (napięciem elektrycznym); definiuje 1 eV oraz przelicza energię z elektronowoltów na dżule i odwrotnie; wyjaśnia działanie klatki Faradaya; opisuje pole elektryczne dwóch połączonych metalowych kul; opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola; analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego; opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową prostopadłą do natężenia pola; opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami; oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne; podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego; oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora i zgromadzoną w nim energię; rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: prawem Coulomba, polem elektrostatycznym, energią elektrostatyczną i napięciem, rozkładem ładunków w przewodniku, ruchem ładunków w polu elektrostatycznym, kondensatorem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego oraz od rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku; bada doświadczalnie i opisuje przepływ prądu w cieczech i gazach; stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa, podaje, że jest ono konsekwencją zasady zachowania ładunku elektrycznego; uzasadnia sposób podłączenia do obwodu woltomierza i amperomierza; posługuje się woltomierzem, amperomierzem i miernikiem uniwersalnym; zapisuje wynik pomiaru napięcia i natężenia miernikiem analogowym wraz z niepewnością pomiarową (uwzględniając klasę miernika); określa niepewność pomiaru miernikiem cyfrowym; opisuje działanie i zastosowanie potencjometru; stosuje i interpretuje prawo Ohma, wskazując jego ograniczenia; doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla opornika i analizuje wyniki pomiarów; rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle; wyjaśnia, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego; doświadczalnie bada, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika (opisuje i analizuje</p>

	<p>wyniki doświadczenia, wyciąga wnioski); posługuje się pojęciem oporu właściwego, podając jego sens fizyczny i jednostkę; oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne; opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników; opisuje przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego; oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze; doświadczalnie bada napięcie między biegunami ogniwa (baterii); wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa i oporu wewnętrznego; określa SEM ogniwa jako energię przypadającą na ładunek, wskazuje różnicę między SEM a napięciem; stosuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego; podaje II prawo Kirchhoffa ; stosuje prawa Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych; rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: przepływem prądu w przewodnikach, obwodami elektrycznymi, prawem Ohma, łączeniem oporników, zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika, pracą i mocą prądu elektrycznego, prawem Ohma dla obwodu zamkniętego, wykorzystaniem praw Kirchhoffa, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); wyjaśnia pojęcia pola magnetycznego, linii pola magnetycznego oraz posługuje się tymi pojęciami; doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą kompasu; szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych; doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica); szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica); wyznacza zwrot linii pola magnetycznego wokół prostego przewodnika za pomocą reguły prawej dłoni; wyznacza wartość, kierunek i zwrot siły Lorentza; opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej; analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym; wyznacza promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym; wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w polu magnetycznym; interpretuje i uzasadnia wzory na promień okręgu i okres obiegu naładowanej cząstki w polu magnetycznym; posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej substancji; opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych; buduje elektromagnes i doświadczalnie bada jego właściwości; podaje przykłady zastosowań elektromagnesów; analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym; oblicza wartość oraz wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej; oblicza wektor (wartość) indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętlę, zwojnicę); opisuje oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd; rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: siłą Lorentza, ruchem ładunku w polu magnetycznym, siłą elektrodynamiczną, indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Dobra	<p>Uczeń: wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego; przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, drukarki laserowej; demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi; wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej; doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego; charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól; stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania</p>

sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach); porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym; przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła; określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów; oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny; demonstruje działanie klatki Faradaya; bada wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne; wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu; porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym; bada doświadczalnie pole kondensatora; wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego; wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora; uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię elektryczną i w jakim celu się to czyni, rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: prawem Coulomba, polem elektrostatycznym, energią elektrostatyczną i napięciem, rozkładem ładunków w przewodniku, ruchem ładunków w polu elektrostatycznym, kondensatorem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); stosuje mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego do wyjaśnienia przepływu prądu w metalach; podaje przykłady wykorzystania prądu elektrycznego przez zwierzęta wodne; posługuje się pojęciami galwanizacji i elektrolizy; wyjaśnia zjawiska chemiczne wywołane przez przepływ prądu elektrycznego w roztworach; analizuje połączenia szeregowo i równoległe; buduje złożone obwody elektryczne według zadanego schematu, mierzy napięcie i natężenie oraz zapisuje wyniki pomiarów wraz z niepewnościami; przedstawia graficznie zależność $I(U)$ dla danego opornika, wskazując jej ograniczenia; bada doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej spełnia prawo Ohma, i analizuje wyniki pomiarów; wyprowadza wzór na opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe; posługuje się złożonymi schematami mieszanych połączeń oporników, oblicza opór zastępczy układu, sprowadzając go do połączeń szeregowych i równoległych; wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego; doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla żarówki: opisuje i analizuje wyniki, wyznacza i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową – wykres zależności $I(U)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, wyciąga wnioski; opisuje zależność oporu od temperatury dla różnych substancji, podaje przykłady wykorzystania tej zależności w praktyce; bada doświadczalnie i analizuje zależność mocy urządzenia od jego oporu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat wykorzystania energii elektrycznej; opisuje budowę ogniwa, wyjaśnia ich działanie, wskazując zastosowania i ograniczenia; doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii: buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki, wykonuje wykres $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, podaje jego współczynnik kierunkowy, wyciąga wnioski; interpretuje wykres zależności $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym, wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równoległe do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa; analizuje złożone obwody elektryczne, np. obwód zawierający dwa źródła SEM i odbiornik energii elektrycznej, stosując reguły dotyczące znaków źródeł SEM i spadków napięć na oporach zewnętrznych i wewnętrznych; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: przepływem prądu w przewodnikach, chemicznymi efektami przepływu prądu, obwodami elektrycznymi, prawem Ohma, łączeniem oporników, zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika, pracą i mocą prądu elektrycznego, prawem Ohma dla obwodu zamkniętego, wykorzystaniem praw Kirchhoffa, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); opisuje pole magnetyczne Ziemi; buduje kompas inklinacyjny i wykorzystuje go do pomiaru inklinacji magnetycznej; określa zwrot linii pola magnetycznego wytwarzanego

	<p>przez pętlę i zwojnicę, określa bieguny zwojniczy; stosuje regułę prawej dłoni w zadaniach dotyczących pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków; doświadczalnie bada siłę działającą na poruszający się ładunek; wyjaśnia naturę siły magnetycznej; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia: ; główne tezy artykułu na temat pola magnetycznego; referat na temat pól magnetycznych w przyrodzie i technice; szkicuje tor i opisuje ruch cząstki obdarzonej ładunkiem, gdy wektor prędkości początkowej nie jest ani równoległy, ani prostopadły do linii pola magnetycznego; wyjaśnia zjawisko powstawania zorzy polarnej; wyjaśnia właściwości ferromagnetyków i wyniki doświadczeń z wykorzystaniem wiedzy o domenach magnetycznych; stosuje podział materiałów na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki oraz wymienia przykłady tych substancji; wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną; doświadczalnie bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd; wyprowadza wzór na siłę wzajemnego oddziaływania przewodników z prądem i na tej podstawie podaje definicję ampera; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: siłą Lorentza, ruchem ładunku w polu magnetycznym, siłą elektrodynamiczną, indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Bardzo dobra	<p>Uczeń: wykazuje związek natężenia pola z różnicą potencjałów (wyprowadza wzór); wyjaśnia działanie generatora Van de Graaffa; przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (pola powierzchni płyt i odległości między nimi) i obecności dielektryka; rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z: prawem Coulomba, polem elektrostatycznym i superpozycją pól, energią elektrostatyczną i napięciem, rozkładem ładunków w przewodniku, ruchem ładunków w polu elektrostatycznym, kondensatorem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: przepływem prądu w przewodnikach, ^Rchemicznymi efektami przepływu prądu, obwodami elektrycznymi, prawem Ohma, łączeniem oporników, zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika, pracą i mocą prądu elektrycznego, prawem Ohma dla obwodu zamkniętego, wykorzystaniem praw Kirchhoffa, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); posługuje się pojęciem energii potencjalnej w polu magnetycznym; dowodzi doświadczalnie, że pole magnetyczne występuje także wewnątrz magnesu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat praktycznego wykorzystania pola magnetycznego, np. dotyczący badań cząstek elementarnych w komorze pęcherzykowej, cyklotronie; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat wykorzystania elektromagnesów, pamięci magnetycznej; analizuje ruch elektronów w rurze próżniowej w różnych układach odniesienia; rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: siłą Lorentza, ruchem ładunku w polu magnetycznym, siłą elektrodynamiczną, indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>

Celująca	Uczeń: wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności; podaje i interpretuje wektorową postać prawa Coulomba; bada doświadczalnie i opisuje zjawisko galwanizacji; bada doświadczalnie i opisuje zjawisko elektrolizy wody; realizuje projekt: Działo magnetyczne; realizuje projekt: Generator Kelvina, rozwiązuje złożone i nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe)
KLASA III okres II	
Dopuszczająca	Uczeń: wyjaśnia, na czym polega i kiedy zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej; podaje różnicę między indukcją elektromagnetyczną a indukcją magnetyczną (rozdziela te pojęcia); podaje treść i zastosowanie reguły Lenza; posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej; posługuje się pojęciami napięcia przemiennego i prądu przemiennego; podaje warunki, jakie muszą być spełnione, aby wytworzyć napięcie przemiennie; opisuje zmiany strumienia indukcji magnetycznej przechodzącego przez powierzchnię ramki podczas jej obracania; rozróżnia wartości chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcia i natężenia prądu; opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego; opisuje zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji oraz ich znaczenie w urządzeniach elektrycznych; doświadczalnie bada (demonstruje) właściwości diody; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; porównuje (wymienia cechy wspólne i różnice) rozchodzenie się fal mechanicznych i elektromagnetycznych; nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania; wyjaśnia, na czym polega dyfrakcja i interferencja fal, podaje zasadę Huygensa; rozróżnia optykę geometryczną i falową; podaje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal w wyniku interferencji; posługuje się pojęciami: siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej; wskazuje zastosowanie siatki dyfrakcyjnej (w tym siatki odbiciowej – płyty CD lub DVD) do wyznaczenia długości fali świetlnej; podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji; opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania; stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła; demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo); opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną; opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne; odróżnia częściowe wewnętrzne odbicie światła od całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się pojęciem kąta granicznego; rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające; opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej; wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone; wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu; wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia; opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej; wymienia podstawowe przyrządy optyczne; podaje różnicę między światłem spolaryzowanym i niespolaryzowanym; posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne (polaryzatory) oraz wskazuje ich zastosowania; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła, (rozdziela wielkości

	<p>dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); opisuje założenia kwantowego modelu światła; podaje hipotezę de Broglie’a; rozróżnia widma ciągłe i liniowe; interpretuje linie widmowe jako przejścia elektronów między orbitami w atomach; wskazuje promieniowanie rentgenowskie jako rodzaj fal elektromagnetycznych, podaje przykłady jego zastosowania; z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie’a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim, (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Dostateczna	<p>Uczeń: doświadczalnie bada zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd indukcyjny) pod kierunkiem nauczyciela; doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski); stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego; analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym; oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię; analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym; oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya); opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne); oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i natężenia prądu; określa SEM prądnicy; opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie; opisuje budowę i zasadę działania prądnicy; rozróżnia generatory SEM; opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów; stosuje związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora); stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności; opisuje działanie diody jako prostownika; doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania; rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody, (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); wyjaśnia, jak powstaje i rozchodzi się fala elektromagnetyczna; określa prędkość fal elektromagnetycznych w próżni (podaje wzór na jej obliczenie); porównuje prędkość fal elektromagnetycznych w różnych ośrodkach; stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych; opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach, wskazuje zastosowania różnych rodzajów promieniowania elektromagnetycznego; demonstruje doświadczalnie i wyjaśnia zjawisko dyfrakcji światła, stosując zasadę Huygensa; opisuje doświadczenie Younga; demonstruje doświadczenie Younga i wyjaśnia jego wyniki; stosuje wzór opisujący wzmocnienie fali; doświadczalnie bada dyfrakcję światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD); opisuje obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną dla światła jednobarwnego; wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej; wymienia różne metody wyznaczania prędkości światła; opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła; podaje prawo załamania światła (prawo Snelliusa), posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła; stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni przy przejściu między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania; uzasadnia zasadę odwracalności biegu promienia światła; wyjaśnia zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny; wyznacza współczynnik załamania światła z pomiaru kąta granicznego; wyjaśnia działanie i wskazuje zastosowania światłowodów; bada doświadczalnie i opisuje zjawisko rozszczepienia światła</p>

	<p>za pomocą pryzmatu, posługuje się pojęciem widma światła białego; posługuje się pojęciem zdolności skupiającej; podaje i stosuje zależność między ogniskową soczewki i promieniami sfer, które ograniczają powierzchnie soczewki sferycznej; wyjaśnia, na czym polega przybliżenie cienkiej soczewki; wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających oraz obrazów pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających; stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów; doświadczalnie bada obrazy rzeczywiste otrzymywane za pomocą soczewek (wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie); doświadczalnie bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki skupiającą i rozpraszającą; stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie przy obrazach pozornych; doświadczalnie bada obrazy uzyskiwane za pomocą zwierciadeł wklęsłych i wypukłych; rysuje konstrukcyjnie i opisuje obrazy tworzone przez zwierciadła wklęsłe i wypukłe; wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu; bada doświadczalnie polaryzację światła; opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator; opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu, posługuje się pojęciem kąta Brewstera; wyprowadza i stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła); rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); wyciąga poprawne wnioski na podstawie obserwacji zjawiska fotoelektrycznego; opisuje zjawisko fotoelektryczne i wyjaśnia jego przebieg; posługuje się pojęciem pracy wyjścia; podaje przykłady zastosowania fotokomórek i urządzeń zastępujących fotokomórki; wyjaśnia, na czym polega dualizm korpuskularno-falowy; określa długość fali de Broglie’a poruszających się cząstek; podaje postulaty Bohra; posługuje się pojęciami: poziomy energetyczne, stan podstawowy, stany wzbudzone, energia jonizacji, wielkości skwantowane; stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy; opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego; rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie’a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Dobra	<p>Uczeń: uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii; opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika; wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji; interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej; szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego; doświadczalnie bada napięcie skuteczne; opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Zastosowanie prądu przemiennego ; Prąd przemienny trójfazowy; Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic; pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji; uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora; opisuje przesyłanie energii elektrycznej; uzasadnia wzór na SEM samoindukcji; opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. artykułu na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej</p>

<p>i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody, (rozdzieli wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii; opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika; wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji; interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej; szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego; doświadczalnie bada napięcie skuteczne; opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Zastosowanie prądu przemiennego ; Prąd przemienny trójfazowy; Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic; pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji; uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora; opisuje przesyłanie energii elektrycznej; uzasadnia wzór na SEM samoindukcji; opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. artykułu na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody, (rozdzieli wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); wykonuje i/lub opisuje doświadczenie związane z wytwarzaniem fal elektromagnetycznych; posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Promieniowanie rentgenowskie w medycynie i technice; Praktyczne znaczenie dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych; doświadczalnie wyznacza stałą siatki dyfrakcyjnej (wykonuje pomiary, analizuje wyniki, sporządza wykres z uwzględnieniem niepewności pomiarów i określa współczynnik kierunkowy wykresu); opisuje obraz interferencyjny dla światła białego; opisuje i porównuje różne metody wyznaczania (pomiaru) prędkości światła (metody: Galileusza, Romera, Fizeau, pomiary za pomocą kondensatora, pomiary laserowe); wyjaśnia, dlaczego obecnie prędkość światła nie jest obciążona niepewnością pomiarową; doświadczalnie bada załamanie światła (wykonuje pomiary kątów padania i załamania, analizuje wyniki, sporządza wykres zależności $\sin\beta$ od $\sin\alpha$, wyznacza współczynnik załamania światła jako współczynnik kierunkowy prostej); wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu i porównuje je z zjawiskiem rozszczepienia na siatce dyfrakcyjnej; rozdzieli soczewki sferyczne i asferyczne, wyjaśnia aberrację sferyczną i chromatyczną, wskazując sposoby ich niwelowania; wyprowadza równanie soczewki; doświadczalnie bada zależności między odległościami x i y oraz wyznacza ogniskową soczewki: wykonuje i analizuje pomiary, sporządza wykresy, określa i interpretuje współczynnik kierunkowy wykresu zależności $1/y(1/x)$; posługuje się pojęciem zdolności skupiającej układu soczewek; opisuje działanie lupy i określa jej powiększenie; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat: ; wad wzroku i sposobów ich korygowania; zastosowań zwierciadeł różnego typu; porównuje (opisuje podobieństwa i różnice) soczewki i zwierciadła; buduje lunetę astronomiczną i bada doświadczalnie jej działanie; opisuje zasady działania i zastosowania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego; konstruuje obrazy tworzone przez lunety astronomiczną i Galileusza oraz mikroskop optyczny; opisuje działanie wyświetlaczy LCD; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła, (rozdzieli wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako</p>

	<p>przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); przedstawia i wyjaśnia zależność natężenia prądu od napięcia przyspieszającego elektrony w fotokomórce dla światła o stałej częstotliwości i stałym natężeniu promieniowania; przedstawia i wyjaśnia zależność $I(U)$ dla fotokomórki przy różnych częstotliwościach i różnych natężeniach promieniowania; posługuje się pojęciem napięcia hamowania i wykorzystuje je do wyznaczenia pracy wyjścia; opisuje model Bohra atomu wodoru i uzasadnia jego założenia, odnosząc się do falowej natury materii; wyprowadza wzór Balmera z modelu Bohra; wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat wytwarzania i zastosowań promieniowania rentgenowskiego; rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie’a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Bardzo dobra	<p>Uczeń: podaje i opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (np. prądy wirowe, kuchenka indukcyjna, lewitacja); projektuje, wykonuje i opisuje doświadczenia związane ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej; wyprowadza wzór opisujący zmiany napięcia przemiennego; interpretuje za pomocą wykresu pracę prądu przemiennego; buduje działający model silnika elektrycznego; rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); wyjaśnia zjawisko powstawania tęczy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Prace Maxwella, Występowanie interferencji w przyrodzie (np. barwy bańki mydlanej, barwy skrzydeł motyli, ptaków itp.), Wyznaczanie prędkości światła, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. dotyczących: aberracji sferycznej i chromatycznej, zastosowań różnych przyrządów optycznych, zastosowań filtrów polaryzacyjnych, wykorzystania światła odblaskowych, rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku); opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania mikroskopu elektronowego, wyprowadza wzór na promień orbity i energię elektronu w atomie wodoru, realizuje projekt: Wyznaczanie stałej Plancka, rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie’a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim, (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
Celująca	<p>Uczeń: buduje i bada doświadczalnie układy prostownicze; rozwiązuje złożone i nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe)</p>