

Wymagania edukacyjne z fizyki

Zakres podstawowy

Klasa 1

Zasady ogólne

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższym** dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,
rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,
planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,
posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,
uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
Wprowadzenie			
Uczeń: wyjaśnia, jakie obiekty stanowią przedmiot zainteresowania fizyki i astronomii; wskazuje ich przykłady przelicza wielokrotności i podwielokrotności, korzystając z tabeli przedrostków jednostek wskazuje podstawowe sposoby badania otaczającego świata w fizyce i innych naukach przyrodniczych; wyjaśnia na przykładach różnicę między obserwacją a doświadczeniem wymienia, posługując się wybranym przykładem, podstawowe etapy doświadczenia; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności rozwiązuje proste zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący zastosowań fizyki w wielu dziedzinach nauki i życia (pod kierunkiem nauczyciela); wyodrębnia	Uczeń: porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie, korzystając z infografiki zamieszczonej w podręczniku opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; opisuje inne galaktyki opisuje budowę materii wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania zadań wymienia podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki w układzie SI, wskazuje przyrządy służące do ich pomiaru wyjaśnia (na przykładzie) podstawowe metody opracowywania wyników pomiarów wykonuje wybrane pomiary wielokrotne (np. długości ołówka) i wyznacza średnią jako końcowy wynik pomiaru rozwiązuje zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu (zamieszczonego w podręczniku) <i>Fizyka – komu się przydaje</i> lub innego o podobnej tematyce	Uczeń: podaje rząd wielkości rozmiarów wybranych obiektów i odległości we Wszechświecie wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania problemów wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów	Uczeń: samodzielnie wyszukuje (np. w internecie) i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący powiązań fizyki z innymi dziedzinami nauki; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
z tekstu informacje kluczowe i przedstawia je w różnych postaciach	wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań		
1. Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego			
Uczeń: rozróżnia wielkości wektorowe i wielkości skalarne; wskazuje ich przykłady posługuje się pojęciem siły wraz z jej jednostką; określa cechy wektora siły; wskazuje przyrząd służący do pomiaru siły; przedstawia siłę za pomocą wektora doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości, nacisku, sprężystości, wporu, oporów ruchu); rozróżnia siłę wypadkową i siłę równoważącą posługuje się pojęciem siły wypadkowej; wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu; rozróżnia pojęcia: tor i droga stosuje w obliczeniach związek prędkości z drogą i czasem, w jakim ta	Uczeń: przedstawia doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki na schematycznym rysunku wyjaśnia na przykładach z otoczenia wzajemność oddziaływań; analizuje i opisuje siły na przedstawionych ilustracjach stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie rozróżnia pojęcia: położenie, tor i droga posługuje się do opisu ruchów wielkościami wektorowymi: przemieszczenie i prędkość wraz z ich jednostkami; przedstawia graficznie i opisuje wektory prędkości i przemieszczenia porównuje wybrane prędkości występujące w przyrodzie na podstawie infografiki <i>Prędkości w przyrodzie</i> lub innych materiałów źródłowych rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym nie zmieniają się wartość, kierunek i zwrot prędkości	Uczeń: wyznacza wartość siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie wyjaśnia na wybranym przykładzie praktyczne wykorzystanie wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie wyjaśnia na wybranym przykładzie sposób określania prędkości chwilowej wyjaśnia, dlaczego wykresem zależności $x(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego jest linia prosta porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu analizuje siły działające na spadające ciało, na przykładzie skoku na spadochronie; ilustruje je schematycznym rysunkiem wyjaśnia na przykładach różnice między opisami zjawisk	Uczeń: rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z: wyznaczaniem siły wypadkowej wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta opisem ruchu jednostajnego, z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki ruchem jednostajnie zmiennym wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki ruchem, z uwzględnieniem oporów ruchu siłami bezwładności oraz opisami zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu (inny niż opisany w podręczniku)

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
droga została przebyta; przelicza jednostki prędkości nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym droga przebyta w jednostkowych przedziałach czasu jest stała i tor jest linią prostą; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu jednostajnego prostoliniowego wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu dla ruchu prostoliniowego odcinkami jednostajnego; sporządza te wykresy na podstawie podanych informacji analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła $\Delta v = a \cdot \Delta t$ posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał wskazuje stałą siłę jako przyczynę ruchu jednostajnie zmiennego; formułuje drugą zasadę dynamiki	opisuje ruch prostoliniowy jednostajny, posługując się zależnościami położenia i drogi od czasu analizuje wykresy zależności $s(t)$ i $x(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego stosuje pierwszą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał analizuje tekst z podręcznika <i>Zasada bezwładności</i>; na tej podstawie przedstawia informacje z historii formułowania zasad dynamiki, zwłaszcza pierwszej zasady opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej, wraz z jego jednostką; określa cechy wektora przyspieszenia, przedstawia go graficznie opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi od czasu wyznacza zmianę prędkości i przyspieszenie z wykresów zależności prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego (przyspieszonego lub opóźnionego) interpretuje związek między siłą i masą a przyspieszeniem; opisuje związek jednostki siły (1 N) z jednostkami podstawowymi stosuje drugą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał rozdziela i porównuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na siłę tarcia i od czego zależy opór powietrza	obserwowanych w pojazdach poruszających się ruchem jednostajnie zmiennym, w układach inercjalnych i nieinercjalnych posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących: oddziaływań prędkości występujących w przyrodzie występowania i skutków sił bezwładności rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy: związane z wyznaczaniem siły wypadkowej z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta związane z opisem ruchu jednostajnego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki związane z ruchem jednostajnie zmiennym związane z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki związane z ruchem, uwzględniając opory ruchu – związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); opisuje, jak siła tarcia i opory ośrodka wpływają na ruch ciał wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia wskazuje przykłady zjawisk będących skutkami działania sił bezwładności analizuje tekst <i>Przyspieszenie pojazdów</i> lub inny o podobnej tematyce; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach przeprowadza doświadczenia: jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo kiedy wszystkie działające nań siły się równoważą bada czynniki wpływające na siłę tarcia; bada, od czego zależy opór powietrza, korzystając z opisu doświadczenia; przedstawia wyniki doświadczenia, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy: z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki związane z wyznaczaniem siły wypadkowej z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta	omawia rolę tarcia na wybranych przykładach analizuje wyniki doświadczalnego badania czynników wpływających na siłę tarcia; zaznacza na schematycznym rysunku wektor siły tarcia i określa jego cechy; opracowuje wyniki doświadczenia domowego, uwzględniając niepewności pomiarowe; przedstawia wyniki na wykresie posługuje się pojęciem siły bezwładności, określa cechy tej siły doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie gwałtownie hamujących pojazdów rozróżnia układy inercjalne i układy nieinercjalne wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań lub problemów doświadczalnie bada: równoważenie siły wypadkowej, korzystając z opisu doświadczenia jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo wszystkie działające nań siły się równoważą; analizuje siły działające na ciało (za pomocą programów komputerowych) ruch ciała pod wpływem nierównoważonej siły, korzystając z jego opisu (za pomocą programów komputerowych) zależność przyspieszenia od masy ciała i wartości siły oraz obserwuje skutki działania siły, korzystając z ich opisów;	planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: badania równoważenia siły wypadkowej; Rprzedstawia graficznie i opisuje rozkład sił w doświadczeniu badania ruchu ciała pod wpływem nierównoważonej siły (za pomocą programów komputerowych) badania zależności przyspieszenia od masy ciała i wartości działającej siły (za pomocą programów komputerowych) oraz obserwacji skutków działania siły badania czynników wpływających na siłę tarcia demonstracji działania siły bezwładności samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego</i>, np. historii formułowania zasad dynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki związane z ruchem jednostajnie zmiennym z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu i wykorzystując drugą zasadę dynamiki związane z siłami bezwładności, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych	przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania i problemy: z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki związane z wyznaczaniem siły wypadkowej z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki związane z ruchem jednostajnie zmiennym z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi i kalkulatorem, tworzy teksty i rysunki schematyczne w celu zilustrowania zjawiska lub problemu, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik dokonuje syntezy wiedzy o przyczynach i opisie ruchu prostoliniowego, uwzględniając opory ruchu i układ odniesienia; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny		
2. Ruch po okręgu i grawitacja			

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
Uczeń: rozróżnia ruchy prostoliniowy i krzywoliniowy; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu krzywoliniowego, w szczególności ruchu po okręgu posługuje się pojęciami okresu i częstotliwości wraz z ich jednostkami; opisuje związek jednostki częstotliwości (1 Hz) z jednostką czasu (1 s) wyjaśnia (na przykładach), jaki skutek wywołuje siła działająca prostopadle do kierunku ruchu wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady oddziaływania grawitacyjnego stwierdza, że funkcję siły dośrodkowej w ruchu ciał niebieskich pełni siła grawitacji; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę ruchu krzywoliniowego ciał niebieskich (planet, księżyców); określa wpływ siły grawitacji na tor ruchu tych ciał wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu satelitów wokół Ziemi	Uczeń: opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej, wraz z ich jednostkami rysuje i opisuje wektor prędkości liniowej w ruchu jednostajnym po okręgu, określa jego cechy oblicza okres i częstotliwość w ruchu jednostajnym po okręgu; opisuje związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością porównuje okresy i częstotliwości w ruchu po okręgu wybranych ciał; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (infografiki zamieszczonej w podręczniku) wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej cechy (kierunek i zwrot); wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej ilustruje na schematycznym rysunku wyniki obserwacji skutków działania siły dośrodkowej interpretuje związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu (na podstawie wyników doświadczenia); zapisuje wzór na wartość siły dośrodkowej analizuje jakościowo (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej, np. siły: tarcia, elektrostatyczną, naprężenia nici	Uczeń: Rstosuje w obliczeniach związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością wyjaśnia (na wybranym przykładzie), jak wartość siły dośrodkowej zależy od masy i prędkości ciała oraz promienia okręgu analizuje (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej Rstosuje w obliczeniach związek między siłą dośrodkową a masą ciała, jego prędkością liniową i promieniem okręgu posługuje się pojęciem siły odśrodkowej jako siły bezwładności działającej w układzie obracającym się Ropisuje siły w układzie nieinercyjnym związanym z obracającym się ciałem; Romawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych na przykładzie obracającej się tarczy stosuje w obliczeniach wzór na siłę grawitacji w postaci $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ przedstawia wybrane z historii informacje odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstu wybranego samodzielnie	Uczeń: Romawia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych (na przykładzie innym niż obracająca się tarcza) analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie innym niż poruszająca się winda) Ranalizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w dół Rprzeprowadza wybrane obserwacje nieba za pomocą smartfona lub korzystając z mapy nieba i ich opisu; (planuje i modyfikuje ich przebieg) Rstosuje w obliczeniach trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; interpretuje to prawo jako konsekwencję powszechnego ciążenia rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z: – opisem ruchu jednostajnego po okręgu wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu opisem oddziaływania grawitacyjnego ruchem planet i księżyców

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
Rwie, jak i gdzie można przeprowadzać obserwacje astronomiczne; wymienia i przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas obserwacji nieba stwierdza, że wagi sprężynowa i elektroniczna bezpośrednio mierzą siłę nacisku ciała, które się na nich znajduje opisuje, jak poruszają się po niebie gwiazdy i planety, gdy obserwujemy je z Ziemi; wskazuje przyczynę pozornego ruchu nieba przeprowadza obserwacje i doświadczenia, korzystając z ich opisów: obserwację skutków działania siły dośrodkowej doświadczenia modelowe lub obserwacje faz Księżyca i ruchu Księżyca wokół Ziemi; opisuje wyniki doświadczeń i obserwacji rozwiązuje proste zadania i problemy związane z: opisem ruchu jednostajnego po okręgu wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu opisem oddziaływania grawitacyjnego ruchem planet i księżyców ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity	nazywa obracający się układ odniesienia układem nieinercyjnym wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał formuluje prawo powszechnego ciążenia; posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego podaje i interpretuje wzór na siłę grawitacji w postaci $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$; posługuje się pojęciem stałej grawitacji; podaje jej wartość, korzystając z materiałów pomocniczych wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; wyjaśnia, dlaczego planety krążą wokół Słońca, a księżyce – wokół planet, a nie odwrotnie wyjaśnia, dlaczego Księżyc nie spada na Ziemię; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego między tymi ciałami przedstawia wybrane informacje z historii odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstów z podręcznika: <i>Jak można zmierzyć masę Ziemi i Działo Newtona</i> Ropisuje wygląd nieba nocą oraz widomy obrót nieba w ciągu doby, wyjaśnia z czego on wynika; posługuje się	ilustruje właściwości siły grawitacji, posługując się analogią – porównuje ruch piłeczki przyczepionej do sznurka z ruchem Księżyca wokół Ziemi opisuje wzajemne okrażanie się dwóch przyciągających się ciał na przykładzie podwójnych układów gwiazd Rkorzysta ze stron internetowych pomocnych podczas obserwacji astronomicznych Rwyjaśnia, jak korzystać z papierowej lub internetowej mapy nieba wyprowadza wzór na prędkość satelity; rozróżnia prędkości kosmiczne pierwszą i drugą przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych; podaje przykłady zastosowania satelitów (na podstawie samodzielnie wybranych materiałów źródłowych) wyjaśnia, czym jest nieważkość panująca w statku kosmicznym analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie windy); ilustruje je na schematycznym rysunku Ropisuje jakościowo stan niedociążenia, opisuje warunki i podaje przykłady jego występowania analizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w górę	ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem po okręgu i grawitacją

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym – budowę Układu Słonecznego, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych analizuje tekst <i>Nieoceniony towarzysz</i>; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach	pojęciami: Gwiazda Polarna, gwiazdozbiory omawia ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnego, omawia jego ruch i możliwości wykorzystania podaje i interpretuje wzór na prędkość satelity; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych i wymienia przykłady zastosowania satelitów (na podstawie informacji zamieszczonych w podręczniku) opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia; podaje warunki i przykłady ich występowania Ropisuje warunki i i podaje przykłady występowania stanu niedociążenia opisuje wygląd powierzchni Księżyca oraz jego miejsce i ruch w Układzie Słonecznym wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżyca i zaćmień jako konsekwencje prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego opisuje budowę planet Układu Słonecznego oraz innych obiektów Układu Słonecznego opisuje rozwój astronomii od czasów Kopernika do czasów Newtona przeprowadza doświadczenia i obserwacje:	wyjaśnia, kiedy następuje zaćmienie Księżyca, a kiedy – zaćmienie Słońca; ilustruje to na rysunkach schematycznych Rwymienia prawa rządzące ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i internetu, dotyczącymi: ruchu po okręgu występowania faz Księżyca oraz zaćmień Księżyca i Słońca rozwoju astronomii rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z: opisem ruchu jednostajnego po okręgu wykorzystaniem zależności między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu opisem oddziaływania grawitacyjnego ruchem planet i księżyców ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca, a księżyców – wokół planet	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu obserwuje stan przeciążenia i stan nieważkości oraz pozorne zmiany ciężaru w windzie, korzystając z ich opisu; przedstawia, opisuje, analizuje i opracowuje wyniki doświadczeń i obserwacji, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z: opisem ruchu jednostajnego po okręgu wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu oddziaływaniem grawitacyjnym oraz ruchem planet i księżyców Obserwacjami nieba ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym budową Układu Słonecznego, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje	planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu przeprowadza obserwacje astronomiczne, np. faz Wenus, księżyców Jowisza i pierścieni Saturna; opisuje wyniki obserwacji realizuje i prezentuje projekt <i>Satelity</i> (opisany w podręczniku) samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu po okręgu i grawitacji, posługuje się informacjami pochodzącymi z jego analizy	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	analizie otrzymany wynik; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu <i>Nieoceniony towarzysz</i> do rozwiązywania zadań i problemów dokonuje syntezy wiedzy o ruchu po okręgu i grawitacji; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności		
3. Praca, moc, energia			
Uczeń: posługuje się pojęciami: pracy mechanicznej, energii kinetycznej, energii potencjalnej grawitacji, energii potencjalnej sprężystości, energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami; wskazuje przykłady wykonywania pracy w życiu codziennym i w sensie fizycznym; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, gdy kierunek działania siły jest zgodny z kierunkiem ruchu ciała doświadczalnie wyznacza wykonaną pracę, korzystając z opisu doświadczenia opisuje różne formy energii, posługując się przykładami z otoczenia; wykazuje, że energię wewnętrzną układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując doń energię w postaci ciepła	Uczeń: wykazuje na przykładach, że siła działająca przeciwnie do kierunku ruchu wykonuje pracę ujemną, a gdy siła jest prostopadła do kierunku ruchu, praca jest równa zero opracowuje i analizuje wyniki doświadczalnego wyznaczania wykonanej pracy, uwzględniając niepewności pomiarowe analizuje przekazywanie energii (na wybranym przykładzie) stosuje w obliczeniach wzory na energię potencjalną i energię kinetyczną oraz związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym porównuje ciężar i energię potencjalną na różnych ciałach niebieskich, korzystając z tabeli wartości przyspieszenia grawitacyjnego wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk zachodzących w otoczeniu	Uczeń: Ranalizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, dotyczących energii, przemian energii i pracy mechanicznej oraz historii odkryć z nimi związanych rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z: energią i pracą mechaniczną obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej przemianami energii, z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania przemian energii mechanicznej	Uczeń: rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z: energią i pracą mechaniczną obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem realizuje i prezentuje własny projekt związany z pracą, mocą i energią (inny niż opisany w podręczniku)

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej i energii mechanicznej, wraz z ich jednostkami opisuje sposoby obliczania energii potencjalnej i energii kinetycznej; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii mechanicznej i energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami formułuje zasadę zachowania energii formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej; wyjaśnia, kiedy można ją stosować wskazuje i opisuje przykłady przemian energii na podstawie własnych obserwacji oraz infografiki <i>Przykłady przemian energii</i> (lub innych materiałów źródłowych) posługuje się pojęciem mocy wraz z jej jednostką; porównuje moce różnych urządzeń podaje i interpretuje wzór na obliczanie mocy; stosuje w obliczeniach związek mocy z pracą i czasem, w jakim ta praca została wykonana analizuje tekst <i>Nowy rekord zapotrzebowania na moc</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach	stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej; wykazuje jej użyteczność w opisie spadku swobodnego analizuje przemiany energii (na wybranym przykładzie) opisuje związek jednostki mocy z jednostkami podstawowymi wyjaśnia związek energii zużytej przez dane urządzenie w określonym czasie z mocą tego urządzenia, $E = P \cdot t$ stosuje ten związek w obliczeniach; posługuje się pojęciem kilowatogodziny wykorzystuje informacje zawarte w tekście <i>Nowy rekord zapotrzebowania na moc</i> do rozwiązywania zadań lub problemów posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy zamieszczonych w podręczniku tekstów dotyczących mocy i energii przeprowadza doświadczenia: bada przemiany energii mechanicznej bada przemiany energii, korzystając z ich opisów; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z: energią i pracą mechaniczną obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym	planuje i przeprowadza doświadczenie – wyznacza moc swojego organizmu podczas rozpędzania się na rowerze; opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarowe samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące mocy i energii; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów realizuje i prezentuje projekt <i>Pożywienie to też energia</i> (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego <i>Moc rowerzysty</i>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
rozwiązuje proste zadania i problemy związane z: energią i pracą mechaniczną obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności oraz jednostki czasu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych	tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem dokonuje syntezy wiedzy o pracy, mocy i energii; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny		

Klasa 2

Zasady ogólne

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższym** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,

rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,

planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,

posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,

kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,

posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,

samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,

uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,

współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Symbolem D oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
4. Elektrostatyka			
Uczeń: opisuje na przykładach elektryzowanie ciał przez potarcie i dotyk; wyjaśnia, że te zjawiska polegają na przemieszczaniu się elektronów informuje, kiedy naelektryzowane ciała się przyciągają, a kiedy odpychają; opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych analizuje zjawiska elektryzowania ciał, posługując się pojęciem <i>ładunku elektrycznego</i>; rozróżnia dwa rodzaje ładunków elektrycznych posługuje się pojęciem <i>ładunku elektrycznego</i> jako wielokrotnością ładunku elementarnego; stosuje jednostkę ładunku elektrycznego podaje zasadę zachowania ładunku elektrycznego posługuje się pojęciem <i>siły elektrycznej</i> i wyjaśnia, od czego ona zależy odróżnia przewodniki od izolatorów i wskazuje ich przykłady informuje, kiedy mamy do czynienia z polem elektrycznym, i wskazuje przykłady jego występowania w otaczającej rzeczywistości informuje, że w nienaładowanym przewodniku ładunki elektryczne rozmieszczone są równomiernie, a nadmiarowe ładunki – bez względu na znak – powodują elektryzowanie tylko zewnętrznej powierzchni przewodnika	Uczeń: wyjaśnia mechanizm zjawiska elektryzowania ciał, odwołując się do budowy materii i modelu atomu; określa ładunek protonu, elektronu i atomu informuje, że ładunek 1 C to ładunek około $6,24 \cdot 10^{18}$ protonów; posługuje się wartością ładunku elementarnego równą w przybliżeniu $1,6 \cdot 10^{-19}$ C do opisu zjawisk i obliczeń posługuje się zasadą zachowania ładunku i stosuje ją do obliczania ładunku naelektryzowanych ciał opisuje budowę elektroskopu i zasadę jego działania formułuje i interpretuje prawo Coulomba oraz zapisuje wzór opisujący to prawo; porównuje prawo Coulomba z prawem powszechnego ciążenia oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba; posługuje się pojęciem <i>stałej elektrycznej</i>; zaznacza wektory sił elektrycznych i opisuje je opisuje przemieszczanie się ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ładunku zewnętrznego posługuje się pojęciem <i>pola elektrycznego</i> do opisu oddziaływań elektrycznych wymienia źródła wysokiego napięcia używane w doświadczeniach z elektrostatyki i opisuje zasady bezpiecznego korzystania z nich	Uczeń: opisuje na wybranych przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrostatycznych (np. kserograf, drukarka laserowa) wyjaśnia mechanizm przyciągania ciała elektrycznie obojętnego (przewodnika lub izolatora) przez ciało naelektryzowane uzasadnia, że zmiana w polu elektrycznym nie następuje natychmiast, lecz rozchodzi się z prędkością światła interpretuje zagęszczenie linii pola elektrycznego ^Dopisuje pole centralne; szkicuje linie pola centralnego uzasadnia, że w nienaładowanym przewodniku ładunki elektryczne rozmieszczone są równomiernie, a nadmiarowe ładunki – bez względu na znak – powodują elektryzowanie tylko zewnętrznej powierzchni przewodnika ^Dwyjaśnia działanie metalowego ostrza i opisuje zjawisko jonizacji oraz właściwości zjonizowanego powietrza ^Dopisuje – na przykładzie piorunochronu – wykorzystanie właściwości metalowego ostrza wyjaśnia działanie kondensatora jako układu dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, między którymi istnieje napięcie elektryczne,	Uczeń: rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektrostatyka</i>, w szczególności: związane z wykorzystaniem prawa Coulomba związane z opisem pola elektrycznego związane z rozkładem ładunków w przewodnikach dotyczące kondensatorów; uzasadnia stwierdzenia i odpowiedzi realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką rozdziału <i>Elektrostatyka</i> (inny niż opisany w podręczniku); formułuje i weryfikuje hipotezy; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
omawia zasady ochrony przed burzą posługuje się pojęciem <i>napięcia elektrycznego</i> wraz z jego jednostką doświadczalnie bada oddziaływania ciał naelektryzowanych, korzystając z opisu doświadczenia; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy: dotyczące ładunków elektrycznych i oddziaływań ciał naelektryzowanych związane z obliczaniem ładunku naelektryzowanych ciał i wykorzystaniem zasady zachowania ładunku związane z wykorzystaniem prawa Coulomba związane z opisem pola elektrycznego związane z rozkładem ładunków w przewodnikach dotyczące kondensatorów, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z danych analizuje tekst <i>Ciekawa nauka wokół nas</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi	informuje, że zmiana w polu elektrycznym nie następuje natychmiast, lecz rozchodzi się z prędkością światła posługuje się pojęciem <i>linii pola elektrycznego</i>; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola, określa i zaznacza ich zwrot na schematycznych rysunkach opisuje pole jednorodne; szkicuje linie pola jednorodnego i zaznacza ich zwrot; określa kierunek i zwrot sił elektrycznych na podstawie rysunku linii pola opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach i znikanie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya) opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, między którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię określa miarę napięcia jako różnicę energii w przeliczeniu na jednostkę ładunku; interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór $U = \frac{\Delta E}{q}$ wskazuje praktyczne zastosowania kondensatorów przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada oddziaływanie ciała naelektryzowanego i ciał elektrycznie obojętnych doświadczalnie ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika bada rozkład ładunków w przewodniku doświadczalnie demonstrowuje przekaz energii podczas rozładowywania się	oraz jako urządzenia magazynujące energię omawia na wybranych przykładach (np. lampy błyskowej, defibrylatora) praktyczne zastosowania kondensatorów; omawia wykorzystanie superkondensatorów wykorzystuje informacje dotyczące kondensatorów do rozwiązywania zadań lub problemów i wyjaśniania zjawisk rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektrostatyka</i>, w szczególności: związane z wykorzystaniem prawa Coulomba związane z opisem pola elektrycznego związane z rozkładem ładunków w przewodnikach dotyczące kondensatorów; uzasadnia odpowiedzi przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada znak ładunku naelektryzowanych ciał buduje elektroskop i wykorzystuje go do przeprowadzenia doświadczenia, opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji bada pole elektryczne wokół metalowego ostrza poszukuje materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału <i>Elektrostatyka</i>, i analizuje je; posługuje	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); przedstawia, opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji lub doświadczenia, formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektrostatyka</i>, w szczególności: dotyczące ładunków elektrycznych i oddziaływań ciał naelektryzowanych związane z obliczaniem ładunku naelektryzowanych ciał i wykorzystaniem zasady zachowania ładunku związane z wykorzystaniem prawa Coulomba związane z opisem pola elektrycznego związane z rozkładem ładunków w przewodnikach; posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; tworzy teksty i rysunki schematyczne w celu zilustrowania zjawiska bądź problemu, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy z elektrostatyki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności analizuje przedstawione materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe lub zaczerpnięte z internetu, dotyczące treści rozdziału <i>Elektrostatyka</i>, w szczególności: ładunków elektrycznych i oddziaływań elektrostatycznych, rozkładu ładunków w przewodnikach oraz kondensatorów; przedstawia własnymi słowami główne tezy;	się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Burze małe i duże</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych; formułuje i weryfikuje hipotezy	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań		
5. Prąd elektryczny			
Uczeń: opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach; opisuje warunki przepływu prądu elektrycznego i określa jego kierunek rozróżnia symbole graficzne podstawowych elementów obwodów elektrycznych posługuje się pojęciem <i>napięcia elektrycznego</i> wraz z jego jednostką rozróżnia pojęcia <i>natężenie prądu</i> i <i>napięcie elektryczne</i>; posługuje się pojęciem <i>natężenia prądu</i> wraz z jego jednostką wskazuje przyrządy pomiarowe służące do pomiaru napięcia i natężenia prądu elektrycznego oraz ich symbole graficzne wymienia sposoby łączenia elementów obwodu elektrycznego; rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe, wskazuje ich przykłady posługuje się pojęciem <i>węzła</i> (połączenia przewodów); wskazuje węzły w przedstawionym obwodzie elektrycznym formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku; wskazuje zastosowanie tego prawa m.in. w przypadku obwodu	Uczeń: rysuje schematy obwodów składających się z jednego źródła energii, jednego odbiornika i wyłączników, posługując się symbolami graficznymi tych elementów; zaznacza kierunek przepływu prądu elektrycznego podaje definicję napięcia elektrycznego i wzór na jego obliczanie interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika omawia funkcję baterii w obwodzie elektrycznym i porównuje ją z kondensatorem posługuje się pojęciami <i>amperogodziny</i> i <i>miliamperogodziny</i> jako jednostkami ładunku używanymi do określania pojemności baterii wyjaśnia, jak zmierzyć napięcie między punktami w obwodzie, w którym płynie prąd elektryczny; opisuje sposób podłączania do obwodu woltomierza i amperomierza omawia różnice między połączeniem szeregowym a połączeniem równoległym elementów obwodu elektrycznego uzasadnia na podstawie zasady zachowania ładunku, że przy połączeniu szeregowym natężenie prądu jest takie samo w każdym punkcie obwodu	Uczeń: ^Dodróżnia pojęcia <i>amperogodziny</i> i <i>miliamperogodziny</i> używane do określania pojemności baterii od pojęcia <i>pojemności kondensatora</i> posługuje się miernikiem uniwersalnym, wybiera odpowiedni zakres pomiaru i odczytuje wynik; oblicza (szacuje) niepewność pomiaru napięcia lub natężenia prądu, stosując uproszczone reguły uzasadnia, że zasada dodawania napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo wynika z zasady zachowania energii uzasadnia sumowanie napięć na przykładzie szeregowego połączenia odbiorników energii elektrycznej interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku ^Duwzględnia niepewności pomiarowe przy sporządzaniu wykresu zależności $I(U)$; interpretuje nachylenie prostej dopasowanej do danych przedstawionych w postaci tego wykresu uzasadnia zależność oporu od wymiarów przewodnika i rodzaju substancji, z jakiej go wykonano	Uczeń: opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach; opisuje warunki przepływu prądu elektrycznego i określa jego kierunek rozróżnia symbole graficzne podstawowych elementów obwodów elektrycznych posługuje się pojęciem <i>napięcia elektrycznego</i> wraz z jego jednostką rozróżnia pojęcia <i>natężenie prądu</i> i <i>napięcie elektryczne</i>; posługuje się pojęciem <i>natężenia prądu</i> wraz z jego jednostką wskazuje przyrządy pomiarowe służące do pomiaru napięcia i natężenia prądu elektrycznego oraz ich symbole graficzne wymienia sposoby łączenia elementów obwodu elektrycznego; rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe, wskazuje ich przykłady posługuje się pojęciem <i>węzła</i> (połączenia przewodów); wskazuje węzły w przedstawionym obwodzie elektrycznym formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku; wskazuje

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
składającego się z połączonych równolegle odbiorników prądu formułuje prawo Ohma posługuje się pojęciem <i>oporu elektrycznego</i> jako własnością przewodnika; posługuje się jednostką oporu rozróżnia metale i półprzewodniki wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna; wskazuje źródła energii elektrycznej i odbiorniki; omawia przykłady zastosowania energii elektrycznej posługuje się pojęciami <i>energii elektrycznej</i> i <i>mocy prądu elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami analizuje tekst <i>Energia na czarną godzinę</i>; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: buduje – według podanego schematu – obwód elektryczny składający się ze źródła napięcia, odbiornika – żarówki, wyłącznika i przewodów; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Prąd elektryczny</i>, w szczególności:	opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii; opisuje jej wykorzystanie opisuje sumowanie napięć w obwodzie na przykładzie szeregowego połączenia odbiorników energii elektrycznej stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa do wyznaczania natężeń prądów płynących w rozgałęzionym obwodzie sporządza wykres zależności $I(U)$; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu interpretuje prawo Ohma i opisuje warunki, w jakich ono obowiązuje stosuje w obliczeniach proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma) interpretuje pojęcie <i>oporu elektrycznego</i> wyjaśnia, skąd się bierze opór elektryczny; opisuje jakościowo zależność oporu od wymiarów przewodnika i rodzaju substancji, z jakiej go wykonano stosuje w obliczeniach związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem elektrycznym wyjaśnia, czym są oporniki i potencjometry, wskazuje ich przykłady i zastosowania; omawia zastosowanie omomierza omawia zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników	wyznacza opór elektryczny na podstawie wykresu zależności $I(U)$; stawia hipotezy buduje potencjometr i bada jego działanie w obwodzie elektrycznym z żarówkami, korzystając z opisu doświadczenia; formułuje wnioski przedstawia i porównuje na wykresach zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników wyjaśnia, dlaczego wraz ze wzrostem temperatury opór przewodnika rośnie, a opór półprzewodnika maleje (do pewnej granicy); opisuje na wybranych przykładach praktyczne wykorzystanie tych zależności uwzględnia straty energii w obliczeniach związanych z wykorzystaniem związku między energią i mocą prądu a napięciem i natężeniem prądu oraz danych znamionowych urządzeń elektrycznych rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Prąd elektryczny</i>, w szczególności: związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego związane z pomiarem napięcia elektrycznego i natężenia prądu związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodu elektrycznego związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa	zastosowanie tego prawa m.in. w przypadku obwodu składającego się z połączonych równolegle odbiorników prądu formułuje prawo Ohma posługuje się pojęciem <i>oporu elektrycznego</i> jako własnością przewodnika; posługuje się jednostką oporu rozróżnia metale i półprzewodniki wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna; wskazuje źródła energii elektrycznej i odbiorniki; omawia przykłady zastosowania energii elektrycznej posługuje się pojęciami <i>energii elektrycznej</i> i <i>mocy prądu elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami analizuje tekst <i>Energia na czarną godzinę</i>; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: buduje – według podanego schematu – obwód elektryczny składający się ze źródła napięcia, odbiornika – żarówki, wyłącznika i przewodów; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego związane z pomiarem napięcia i natężenia prądu związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodów elektrycznych związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa związane z wykorzystaniem prawa Ohma związane z oporem elektrycznym związane z zależnością oporu elektrycznego od temperatury dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego; wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych	porównuje przewodniki, izolatory i półprzewodniki, wskazuje ich przykłady i zastosowania interpretuje i stosuje w obliczeniach związek między energią elektryczną a mocą prądu elektrycznego wyjaśnia, od czego zależy moc prądu elektrycznego; interpretuje i stosuje w obliczeniach związek między mocą prądu a napięciem i natężeniem prądu wykorzystuje w obliczeniach dane znamionowe urządzeń elektrycznych analizuje tekst z podręcznika <i>Pożytek z pomyłek i przypadków</i>; przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju elektryczności posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub zaczerpniętych z internetu, związanych z zależnością oporu od temperatury oraz energią elektryczną i mocą prądu elektrycznego przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: porównuje napięcia uzyskane na bateriach nieobciążonej i obciążonej mierzy natężenie prądu w różnych punktach obwodu i bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo doświadczalnie demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa i bada połączenie równoległe baterii bada zależność między napięciem a natężeniem prądu	związane z wykorzystaniem prawa Ohma związane z oporem elektrycznym związane z zależnością oporu od temperatury dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego; uzasadnia odpowiedzi planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń opisanych w podręczniku, formułuje i weryfikuje hipotezy, opracowuje i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowych poszukuje materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, dotyczących treści rozdziału <i>Prąd elektryczny</i>, i analizuje je. Dotyczy to w szczególności materiałów: dotyczących obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego związanych z zależnością oporu od temperatury związanych z energią elektryczną i mocą prądu elektrycznego; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Jak działają baterie</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych	obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Prąd elektryczny</i>, w szczególności: związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego związane z pomiarem napięcia i natężenia prądu związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodów elektrycznych związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa związane z wykorzystaniem prawa Ohma związane z oporem elektrycznym związane z zależnością oporu elektrycznego od temperatury dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego; wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	sprawdza prawo Ohma dla żarówki i grafitu; buduje obwody elektryczne według przedstawionych schematów, odczytuje wskazania mierników, zapisuje wyniki pomiarów wraz z jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności pomiarowej, analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Prąd elektryczny</i>, w szczególności: związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego związane z pomiarami napięcia i natężenia prądu związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodu elektrycznego związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa związane z wykorzystaniem prawa Ohma związane z oporem elektrycznym związane z zależnością oporu od temperatury dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego; posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; rysuje i analizuje schematy obwodów elektrycznych, posługując się symbolami graficznymi; uzasadnia odpowiedzi		cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	dokonuje syntezy wiedzy o prądzie elektrycznym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności		
6. Elektryczność i magnetyzm			
Uczeń: rozróżnia pojęcia <i>napięcie stałe</i> i <i>napięcie przemienne</i> przelicza ilość energii elektrycznej wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule opisuje rolę izolacji i bezpieczników przeciążeniowych w domowej sieci elektrycznej oraz warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej wymienia zasady postępowania w przypadku porażenia elektrycznego nazywa bieguny magnesów stałych i opisuje oddziaływanie między nimi; opisuje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu; posługuje się pojęciem <i>biegunów magnetycznych Ziemi</i>; opisuje na przykładzie żelaza oddziaływanie magnesów na materiały magnetyczne porównuje oddziaływanie magnesów z oddziaływaniem ładunków elektrycznych; wskazuje podobieństwa i różnice opisuje oddziaływanie magnesu na różne substancje; wskazuje przykłady substancji, które magnes silnie przyciąga – ferromagnetyków	Uczeń: opisuje cechy prądu przemiennego, posługuje się pojęciami <i>napięcia skutecznego</i> i <i>natężenia skutecznego</i> opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego; stwierdza, że odbiorniki w sieci domowej są połączone równolegle, a łączna moc pobierana z sieci jest równa sumie mocy poszczególnych urządzeń wykorzystuje w obliczeniach dane znamionowe urządzeń elektrycznych; oblicza zużycie energii elektrycznej i jego koszt wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego stosuje w obliczeniach wzory na moc prądu (urządzenia) elektrycznego i łączną moc pobieraną z sieci elektrycznej opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodnika z prądem posługuje się pojęciami <i>pola magnetycznego</i> i <i>siły magnetycznej</i>; wymienia źródła pola magnetycznego: magnesy oraz prąd elektryczny, a ogólnie – poruszający się ładunek elektryczny podaje przykłady zastosowania ferromagnetyków	Uczeń: analizuje i opisuje wykres prądu przemiennego uzasadnia, że odbiorniki w sieci domowej są połączone równolegle, a łączna moc pobierana z sieci jest równa sumie mocy poszczególnych urządzeń opisuje budowę ferromagnetyków, posługując się pojęciem <i>domen magnetycznych</i>; opisuje zachowanie się domen w polu magnetycznym i proces magnesowania żelaza wyjaśnia mechanizm przyciągania nienamagnesowanej sztabki żelaza przez magnes, posługując się pojęciem <i>domen magnetycznych</i> określa i zaznacza zwrot linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), stosując regułę prawej ręki wyjaśnia zasadę działania wybranego urządzenia zawierającego elektromagnes określa kierunek i zwrot siły magnetycznej; analizuje zmiany toru cząstki w polu magnetycznym w zależności od kierunku jej ruchu opisuje powstawanie zorzy polarnej	Uczeń: rozróżnia pojęcia <i>napięcie stałe</i> i <i>napięcie przemienne</i> przelicza ilość energii elektrycznej wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule opisuje rolę izolacji i bezpieczników przeciążeniowych w domowej sieci elektrycznej oraz warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej wymienia zasady postępowania w przypadku porażenia elektrycznego nazywa bieguny magnesów stałych i opisuje oddziaływanie między nimi; opisuje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu; posługuje się pojęciem <i>biegunów magnetycznych Ziemi</i>; opisuje na przykładzie żelaza oddziaływanie magnesów na materiały magnetyczne porównuje oddziaływanie magnesów z oddziaływaniem ładunków elektrycznych; wskazuje podobieństwa i różnice opisuje oddziaływanie magnesu na różne substancje; wskazuje

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
opisuje budowę elektromagnesu; podaje przykłady zastosowania elektromagnesów i zwojnic wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych rozpoznaje symbole diody i tranzystora na schematach obwodów elektronicznych przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada napięcie przemienne bada oddziaływanie magnesu na przedmioty wykonane z różnych substancji oraz oddziaływanie dwóch magnesów bada odpychanie grafitu przez magnes demonstruje magnesowanie się żelaza w polu magnetycznym doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesu; opisuje i przedstawia na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, odczytuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektryczność i magnetyzm</i>, w szczególności związane z: domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem opisem pola magnetycznego	rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnika prostoliniowego i zwojnicy) opisuje działanie elektromagnesu opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem i poruszające się cząstki naładowane porównuje siłę magnetyczną z siłą elektryczną, wskazuje różnice omawia funkcję pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy; podaje przykłady jego praktycznego wykorzystania (np. prądnica, mikrofon i głośnik, kuchenka indukcyjna) opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady jego zastosowania opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jedną stronę oraz jako źródła światła; zaznacza symbol diody na schematach obwodów elektrycznych opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne	opisuje budowę prądnicy i wyjaśnia zasadę jej działania na modelu lub schemacie ^Domawia – na schemacie – działanie mikrofonu i układu mikrofon-głośnik oraz funkcję wzmacniacza wyjaśnia – na modelu lub schemacie – zasadę działania transformatora i rolę rdzenia w kształcie ramki wykazuje, że transformator nie pozwala uzyskać na wyjściu wyższej mocy niż na wejściu; wyjaśnia, do czego służą linie wysokiego napięcia; omawia przesyłanie energii elektrycznej porównuje źródła światła: tradycyjne żarówki, świetlówki (tzw. żarówki energooszczędne) i diody świecące (LED) przedstawia zastosowanie diody w prostownikach; wyjaśnia, do czego służy prostownik i wskazuje jego zastosowanie omawia zastosowania tranzystorów posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących układów z mostkiem prostowniczym oraz tranzystorów i ich zastosowań; wykorzystuje te informacje do rozwiązywania zadań lub problemów wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści	przykłady substancji, które magnes silnie przyciąga – ferromagnetyków opisuje budowę elektromagnesu; podaje przykłady zastosowania elektromagnesów i zwojnic wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych rozpoznaje symbole diody i tranzystora na schematach obwodów elektronicznych przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada napięcie przemienne bada oddziaływanie magnesu na przedmioty wykonane z różnych substancji oraz oddziaływanie dwóch magnesów bada odpychanie grafitu przez magnes demonstruje magnesowanie się żelaza w polu magnetycznym doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesu; opisuje i przedstawia na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, odczytuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektryczność i magnetyzm</i>, w szczególności związane z:

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
siłą magnetyczną indukcją elektromagnetyczną transformatorem diodami tranzystorami; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących	wskazuje zastosowania tranzystorów; przedstawia i opisuje ogólny schemat działania wzmacniacza posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, dotyczących: bezpieczeństwa sieci elektrycznej magnetyzmu historii odkryć w dziedzinie magnetyzmu oddziaływania pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane zjawiska indukcji elektromagnetycznej diod i ich zastosowania przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada zwarcie i działanie bezpiecznika magnesuje gwoździ i buduje kompas doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół prostoliniowego przewodnika z prądem buduje elektromagnes i bada jego działanie bada siłę działającą na przewodnik z prądem; buduje prosty pojazd elektryczny demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względny ruchem magnesu i zwojnicy oraz zmianą natężenia prądu w elektromagnecie demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródło światła; bada działanie diody jako prostownika bada straty energii powodowane przez diodę; opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, analizuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski	rozdziału <i>Elektryczność i magnetyzm</i>, w szczególności: magnetyzmu oraz historii odkryć dotyczących magnetyzmu oddziaływania pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane zjawiska indukcji elektromagnetycznej diod i ich zastosowań tranzystorów i ich zastosowań; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektryczność i magnetyzm</i>, w szczególności związane z: domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem opisem pola magnetycznego i siłą magnetyczną indukcją elektromagnetyczną i transformatorem diodami i wykorzystaniem diod oraz mostków prostowniczych tranzystorami; analizuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory; wyjaśnia, jakie diody przewodzą, i wskazuje kierunek przepływu prądu; uzasadnia odpowiedzi	domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem opisem pola magnetycznego siłą magnetyczną indukcją elektromagnetyczną transformatorem diodami tranzystorami; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Elektryczność i magnetyzm</i>, w szczególności związane z: domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem opisem pola magnetycznego siłą magnetyczną indukcją elektromagnetyczną transformatorem diodami tranzystorami; posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; analizuje otrzymany wynik obliczeń; analizuje schematy obwodów zawierających diodę; uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia analizuje tekst <i>Szósty zmysł? Magnetyczny!</i> i rozwiązuje związane z nim zadania dokonuje syntezy wiedzy o elektryczności i magnetyzmie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady, prawa i zależności	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada działanie mikrofonu i głośnika bada świecenie diody zasilanej z kondensatora bada wzmacniające działanie tranzystora buduje mostek prostowniczy i bada jego działanie planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: zbudowanie elektromagnesu i badanie jego działania badanie siły działającej na przewodnik z prądem oraz zbudowanie prostego pojazdu elektrycznego demonstracja zjawiska indukcji elektromagnetycznej i jego związku ze względnym ruchem magnesu i zwojniczy badanie działania diody; formułuje i weryfikuje hipotezy realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Ziemskie pole magnetyczne</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych	

Klasa 3

Zasady ogólne

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższym** dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,

rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,

planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,

posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,

kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,

posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,

samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,

uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,

współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Symbolem D oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
7. Termodynamika			
Uczeń: informuje, czym zajmuje się termodynamika; porównuje właściwości substancji w różnych stanach skupienia wynikające z ich budowy mikroskopowej; analizuje jakościowo związek między temperaturą a średnią energią kinetyczną cząsteczek informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując mu energię w postaci ciepła posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką; porównuje ciepła właściwe różnych substancji posługuje się skalami temperatur Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem <i>mocy</i> rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje i opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; wskazuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania wydzielają się energia porównuje wartości energetyczne wybranych pokarmów informuje, od czego zależy zapotrzebowanie energetyczne człowieka wymienia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi,	Uczeń: opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek; wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków interpretuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> i stosuje je do obliczeń oraz do wyjaśniania zjawisk wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub do obliczania energii oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii opisuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych posługuje się pojęciem <i>ciepła przemiany fazowej</i> (ciepła topnienia i ciepła parowania) wraz z jego	Uczeń: opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu^D opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego stosuje pojęcie <i>ciepła przemiany fazowej</i> (ciepła topnienia i ciepła parowania) do wyjaśniania zjawisk opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał^D opisuje działanie lodówki stosuje bilans cieplny do wyjaśniania zjawisk szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji: badania procesu topnienia lodu obserwacji szybkości wydzielania gazu wykazania zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego ocenia wynik doświadczalnie wyznaczonego ciepła właściwego	Uczeń: rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: energii wewnętrznej zjawiska dyfuzji rozszerzalności cieplnej przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: <i>ciepła właściwego</i>, <i>ciepła przemiany fazowej</i> oraz <i>bilansu cieplnego</i> wartości energetycznej paliw i żywności szczególnych własności wody; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału (inny niż opisany w podręczniku); planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: ilustruje model zjawiska dyfuzji, bada jakościowo szybkość topnienia lodu bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego; przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy: dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji dotyczące rozszerzalności cieplnej z wykorzystaniem pojęcia <i>ciepła właściwego</i> związane z przemianami fazowymi związane z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej z wykorzystaniem bilansu cieplnego dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności dotyczące szczególnych własności wody; w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; ustala odpowiedzi; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	jednostką, interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i zmiany stanu skupienia wyjaśnia, na czym polega bilans cieplny; analizuje go jako zasadę zachowania energii oraz stosuje do obliczeń wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw</i>, podaje jej jednostkę dla paliw: stałych, gazowych i płynnych posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej żywności</i> wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń odróżnia wartość energetyczną od wartości odżywczej omawia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi; uzasadnia, że woda łagodzi klimat opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy bada wpływ soli na topnienie lodu doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe metalu, posługując się bilansem cieplnym; opracowuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności;	metal z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: energii wewnętrznej zjawiska dyfuzji rozszerzalności cieplnej przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: <i>ciepła właściwego</i>, <i>ciepła przemiany fazowej</i> oraz <i>bilansu cieplnego</i> wartości energetycznej paliw i żywności szczególnych własności wody; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; analizuje otrzymany wynik wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności niezwykłych własności wody; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Ruchy Browna</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji lub pomiarów, wskazuje przyczyny niepewności pomiarowych; formułuje wnioski wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji: ilustracji modelu zjawiska dyfuzji, jakościowego badania szybkości topnienia lodu rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: energii wewnętrznej zjawiska dyfuzji rozszerzalności cieplnej pojęcia <i>ciepła właściwego</i> przemian fazowych z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej i bilansu cieplnego wartości energetycznej paliw i żywności szczególnych własności wody; posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności analizuje przedstawione materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe lub z internetu, dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji, zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystania, historii poglądów na naturę ciepła, przemian fazowych; przedstawia własnymi słowami główne tezy; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań		
8. Drgania i fale			
Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
posługuje się pojęciem <i>siły ciężkości</i>, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa siłę sprężystości opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia ciężarka od czasu analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek na sprężynie (wahadło sprężynowe) wykonujący ruch drgający w różnych jego położeniach posługuje się pojęciami <i>energii kinetycznej</i>, <i>energii potencjalnej grawitacji</i> i <i>energii potencjalnej sprężystości</i>; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem <i>prędkości fali</i>; wskazuje impuls falowy posługuje się pojęciami: <i>amplitudy fali</i>, <i>okresu fali</i>, <i>częstotliwości fali</i> i <i>długości fali</i>, wraz z ich jednostkami, do opisu fal opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków	podaje i omawia prawo Hooke’a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke’a do obliczeń opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką, interpretuje ten współczynnik; stosuje do obliczeń wzór na siłę sprężystości analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>wychylenia</i>, <i>amplitudy</i> oraz <i>okresu drgań</i>; szkicuje wykres $x(t)$ wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na wahadło sprężynowe, które wykonuje ruch drgający w różnych położeniach ciężarka wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu przemian energii w ruchu drgającym; ^Dinterpretuje podany wzór na energię sprężystości opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od współczynnika sprężystości opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność $x(t)$ dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystania rezonansu oraz jego negatywnych skutków opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych stosuje do obliczeń związku między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury opisuje światło jako falę elektromagnetyczną	stosuje prawo Hooke’a do wyjaśniania zjawisk sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości z uwzględnieniem niepewności pomiaru; interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości ^Dopisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową opisuje, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym ^Dinterpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o pewnej masie zawieszonego na sprężynie oraz wahadła matematycznego szkicuje wykresy zależności $x(t)$ dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska rezonansu oraz badania drgań tłumionych wyjaśnia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury; uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu ^Dwyjaśnia, że w muzyce taki sam interwał oznacza taki sam stosunek częstotliwości dźwięków ^Dpodaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków; ^Domawia	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Drgania i fale</i>, w szczególności: z wykorzystaniem prawa Hooke’a związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i ^Dmatematycznego) dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu dotyczące fal mechanicznych dotyczące dźwięków ^Ddotyczące dźwięków instrumentów muzycznych dotyczące fal elektromagnetycznych; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału (inny niż opisany w podręczniku); planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i podaje przykłady ich zastosowania przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje fale na wodzie ^Ddemonstruje na modelu drgania struny; przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku), opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy: z wykorzystaniem prawa Hooke’a związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w tym ruchu związane z okresem drgań wahadła sprężynowego dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu dotyczące dźwięków ^Ddotyczące dźwięków instrumentów muzycznych dotyczące fal elektromagnetycznych, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna omawia widmo fal elektromagnetycznych przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada rozciąganie sprężyny, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości tworzy wykres zależności $x(t)$ w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker, wyznacza okres drgań demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy, bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy i współczynnika sprężystości demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego; bada drgania tłumione obserwuje fale w układzie ciężarków i sprężyn obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków ^Dbada współbrzmienie dźwięków; przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; opracowuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności, formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy: z wykorzystaniem prawa Hooke’a związane z opisem ruchu drgającego oraz analizą przemian energii w ruchu drgającym związane z okresem drgań wahadła sprężynowego dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu dotyczące fal mechanicznych dotyczące dźwięków oraz ^Ddźwięków instrumentów muzycznych	strój równomiernie temperowany oraz drgania struny; ^Dwyjaśnia, od czego zależy barwa dźwięku instrumentu ^Domawia nadawanie i odbiór fal radiowych ^Dwyjaśnia naukowe znaczenie słowa <i>teoria</i>; posługuje się informacjami nt. roli Maxwella w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke’a planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia związanego z tworzeniem wykresu zależności $x(t)$ w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker ^Dbada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości; planuje i modyfikuje przebieg badania, formułuje i weryfikuje hipotezy rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności: z wykorzystaniem prawa Hooke’a związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i ^Dmatematycznego) dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu dotyczące fal mechanicznych dotyczące dźwięków oraz ^Ddźwięków instrumentów muzycznych	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	dotyczące fal elektromagnetycznych; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy o drganiach i falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, które dotyczą treści rozdziału <i>Drgania i fale</i>, w szczególności: osiągnięć Roberta Hooke’a, zjawiska rezonansu, fal dźwiękowych	dotyczące fal elektromagnetycznych; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności ruchu drgającego i wahadeł (np. wahadła Foucaulta) realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Ten zegar stary...</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych	
9. Zjawiska falowe			
Uczeń: posługuje się pojęciami: <i>powierzchni falowej, promienia fali</i>; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste; wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania; podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce opisuje światło białe jako mieszaninę barw, ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie	Uczeń: opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i wykonywana obliczeń opisuje zjawisko rozproszenia światła na niejednorodnościach ośrodka; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca wskazuje i opisuje przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem <i>kąta granicznego</i>	Uczeń: wyjaśnia przyczyny zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca ^Dopisuje zależność między kątami podania i załamania – prawo Snelliusa wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków wyjaśnia przyczyny zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże) ^Dzapisuje prawo Snelliusa dla kąta granicznego omawia inne niż światłowód przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)	Uczeń: rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Zjawiska falowe</i>, w szczególności: związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła związane z opisem tęczy i halo związane z dyfrakcją i interferencją fal dotyczące polaryzacji światła związane z efektem Dopplera; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym podaje zasadę superpozycji fal rozdziela światło spolaryzowane i niespolaryzowane przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: demonstruje fale koliste i płaskie demonstruje rozpraszanie się światła w ośrodku; przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku) i opisuje obserwacje, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy: związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła związane z opisem tęczy i halo związane z dyfrakcją i interferencją fal dotyczące polaryzacji światła związane z efektem Dopplera, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ilustruje i ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	opisuje działanie światłowodów jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze, powstających dzięki rozszczepieniu światła (tęcza, halo) opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie – związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal, wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal wskazuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i ^Dw atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria) opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora wskazuje przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne analizuje efekt Dopplera dla fal na wodzie oraz dla fali dźwiękowej w przypadku, gdy źródło porusza się wolniej niż fala – gdy zbliża się do obserwatora	opisuje drugą tęczę jako przykład zjawiska optycznego powstającego dzięki rozszczepieniu światła doświadczalnie obserwuje zjawisko dyfrakcji światła omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji fal dźwiękowych i interferencji światła (wyjaśnia) zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fal ^Drozdziela światło spójne i światło niespójne wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej ^Dopisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; ^Danalizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy opisuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła: w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i ^Dw atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria) wyjaśnia obserwację wygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory	realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy; projektuje okulary polaryzacyjne

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	i gdy oddala się od obserwatora; podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera stosuje wzór opisujący efekt Dopplera do obliczeń analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala – gdy zbliża się do źródła i gdy oddala się od źródła; podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: demonstrowe rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej demonstrowe zjawisko załamania światła na granicy ośrodków demonstrowe odbicie i załamanie światła obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadłe, ^Dobserwuje polaryzację przy odbiciu; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku, analizuje i wyjaśnia obserwacje; formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy: związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła związane z opisem tęczy i halo związane z dyfrakcją i interferencją fal dotyczące polaryzacji światła związane z efektem Dopplera;	ustawione prostopadłe oraz ^Dobserwację polaryzacji przy odbiciu opisuje przykłady występowania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk ^Domawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności: związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła związane z opisem tęczy i halo związane z dyfrakcją i interferencją fal dotyczące polaryzacji światła związane z efektem Dopplera; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał), prezentuje efekty własnej pracy, np. projekty dotyczące treści rozdziału <i>Zjawiska falowe</i>; planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: zjawiska załamania fal, historii falowej teorii fal elektromagnetycznych, polaryzacji światła, zjawisk optycznych, historii badań efektu Dopplera	domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy	
10. Fizyka atomowa			
Uczeń: informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem <i>fotonu</i> ^Dwskazuje przyczyny efektu cieplarnianego posługuje się pojęciem <i>widma</i> opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje promieniowanie termiczne obserwuje widma żarówki i świetlówki; przedstawia wyniki obserwacji, formułuje wnioski rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego promieniowania termicznego ciał	Uczeń: opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; wskazuje i opisuje przykłady tego zjawiska opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie <i>fotonu</i> oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń posługuje się pojęciami <i>elektronowoltu</i> i <i>pracy wyjścia</i> opisuje zjawisko fotochemiczne jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości równej lub większej od granicznej, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości ^Dinterpretuje podany wzór na długość fali de Broglie’a, stosuje go do obliczeń opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek	Uczeń: wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu wykorzystuje pojęcia <i>energii fotonu</i> oraz <i>pracy wyjścia</i> w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu ^Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania ^Dposługuje się pojęciem <i>fal materii</i> (fal de Broglie’a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie’a do wyjaśniania zjawisk ^Duzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej	Uczeń: ^Dwykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga; ^Danalizuje różne modele wybranego zjawiska rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Fizyka atomowa</i>, w szczególności: dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego ^Dzwiązane z falami materii dotyczące promieniowania termicznego ciał dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz ^Dwidm atomu wodoru;

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności ^Dposługuje się pojęciem <i>ciała doskonale czarnego</i>; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie ^Domawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi ^Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego ^Domawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego porównuje widma żarówki i świetłówki rozdziela widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów analizuje i porównuje widma emisyjne i absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo posługuje się pojęciem <i>orbit dozwolonych</i>; informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra rozdziela stan podstawowy atomu i jego stany wzbudzone; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach w związku z emisją lub absorpcją kwantu światła opisuje zjawisko jonizacji jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem <i>energii jonizacji</i>	granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał ^Danalizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki ^Dwyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany; opisuje jego powstawanie wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych dla danego gazu przy tych samych częstotliwościach znajdują się w tych samych miejscach ^Dwyznacza promień n-tej orbity elektronu w atomie wodoru ^Danalizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; ^Dposługuje się wzorami Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń ^Dposługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na n-tej orbicie, interpretuje ten wzór rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał ^Dzwiązane z falami materii ^Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji	ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiada lub stwierdzenia realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych oraz obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	^Dpodaje postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia; wykazuje, że promień n-tej orbity elektronu w atomie wodoru jest proporcjonalny do kwadratu numeru tej orbity opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia rozwiązuje typowe zadania lub problemy: dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał ^Dzwiązane z falami materii ^Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji ^Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: ^Defektu cieplarnianego, historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji	^Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą treści tego rozdziału, w szczególności: zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury światła, historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania (założenie Plancka), wykorzystania analizy promieniowania (widm) podczas poznawania budowy gwiazd i jako metody współczesnej kryminalistyki planuje przebieg wybranych doświadczeń domowych i obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy; prezentuje przedstawiony projekt związany z tematyką tego rozdziału	
11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat			

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
Uczeń: posługuje się pojęciami: <i>pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron i elektron</i> do opisu składu materii informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze obserwuje wykrywanie promieniotwórczości różnych substancji; przedstawia wyniki obserwacji odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych podaje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia podaje warunki, w jakich może zachodzić reakcja termojądrowa przemiany wodoru w hel podaje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia podaje przybliżony wiek Słońca wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję podaje przybliżony wiek Wszechświata rozwiązuje proste zadania lub problemy: związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów związane z właściwościami promieniowania jądrowego dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe dotyczące reakcji jądrowych związane z czasem połowicznego rozpadu	Uczeń: opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej posługuje się pojęciem <i>sił przyciągania jądrowego</i> wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego opisuje obserwacje związane z wykrywaniem promieniotwórczości różnych substancji; podaje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (α), beta (β) i gamma (γ) podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; informuje, że promieniowanie jonizujące wpływa na materię oraz na organizmy żywe podaje przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie posługuje się pojęciami <i>jądra stabilnego i jądra niestabilnego</i>; opisuje powstawanie promieniowania gamma opisuje rozpady alfa (α) i beta (β); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem <i>czasu połowicznego rozpadu</i>, podaje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności	Uczeń: omawia doświadczenie Rutherforda opisuje wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego opisuje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie opisuje wpływ promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe opisuje przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w medycynie wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu ^Dopisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych; stosuje ją do obliczeń omawia budowę reaktora jądrowego wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym w możliwościach pozyskiwania energii jądrowej ^Dposługuje się pojęciem <i>energii spoczynkowej</i>; ^Dopisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji	Uczeń: rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat</i>, w szczególności: dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe dotyczące reakcji jądrowych związane z czasem połowicznego rozpadu związane z energią jądrową i energią syntezy termojądrowej dotyczące równoważności energii i masy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; formułuje hipotezy realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg wskazanych obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
związane z energią jądrową dotyczące równoważności energii i masy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; informuje, co to jest masa krytyczna opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej – zachodzącą w gwiazdach; zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru wymienia ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy $E = m \cdot c^2$ posługuje się pojęciami <i>energii wiązania</i> i <i>deficytu masy</i>; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł) opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk wymienia najważniejsze metody badania kosmosu	opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalsze losy Wszechświata rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe dotyczące reakcji jądrowych związanych z czasem połowicznego rozpadu związane z energią jądrową związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej dotyczące równoważności energii i masy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy dotyczące życia Słońca dotyczące Wszechświata; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: skutków i zastosowań promieniowania jądrowego, występowania oraz wykorzystania izotopów promieniotwórczych (np. występowanie radonu, pozyskiwanie helu), reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd, historii badań dziejów Wszechświata prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy samodzielnie wyszukanego	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	rozwiązuje typowe zadania lub problemy: związane z opisem składu jądra atomowego i właściwościami promieniowania jądrowego dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe dotyczące reakcji jądrowych związane z czasem połowicznego rozpadu związane z energią jądrową i z reakcją oraz energią syntezy termojądrowej dotyczące równoważności energii i masy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy dotyczące życia Słońca dotyczące Wszechświata; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych; wykonuje obliczenia szacunkowe, posługuje się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału <i>Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej, historii badań promieniotwórczości naturalnej, energii jądrowej, reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd prezentuje efekty własnej pracy, np.: analizy wskazanego tekstu, wybranych obserwacji	tekstu, wybranych obserwacji, realizacji przedstawionego projektu	

Uwagi: ^D – treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe wyróżniono pogrubioną czcionką

Wymagania edukacyjne z fizyki

Zakres rozszerzony

Klasa 1

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 1. Opis ruchu postępowego				
1. Elementy działań na wektorach	podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, wymienić cechy wektora, zilustrować przykładem każdą z cech wektora, dodawać wektory, odejmować wektor od wektora, pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę	rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach	obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych	wykorzystać w pełni wiedzę podręcznikową w zakresie działań na wektorach do rozwiązywania problemów, rozwiązać wszystkie zadania z podręcznika dotyczące działań na wektorach, wyszukać w różnych źródłach i zaprezentować problemy dotyczące działań na wektorach
2–3. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. I	poprawnie posługiwać się pojęciami: droga, położenie, szybkość średnia i chwilowa, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi	podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze, wykazać, że wektor przemieszczenia nie zależy od wyboru układu współrzędnych	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili, wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej	wypowiadać się na temat wprowadzonych wielkości fizycznych precyzyjnym językiem fizyki, rozwiązać zadania z podręcznika i inne, o podwyższonym stopniu trudności, wskazane przez nauczyciela

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–5. Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch, cz. II	podać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia średniego, objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym	posługiwać się pojęciami: przyspieszenie średnie i chwilowe, zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego	skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym	wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych
6. Ruch jednostajny prostoliniowy	zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny, obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym	sporządzać wykres zależności $s(t)$ i $v(t)$ dla ruchu jednostajnego, odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, objaśnić różnicę między wykresem zależności drogi od czasu i współrzędnej położenia od czasu	wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, rozwiązywać typowe zadania dotyczące ruchu jednostajnego	sporządzać wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie $v_x(t)$ jako drogę w dowolnym ruchu
7–10. Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym	podać przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym, obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych, aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, sformułować wynik doświadczenia	objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym po prostej, porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory $\vec{v}$ i $\vec{a}$ mają zgodne, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty, wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia	wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po prostej, sporządzać wykresy tych zależności, rozwiązywać typowe zadania dotyczące składania ruchów, z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych, samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
11–12. Przykłady opisu ruchów zmiennych		powtórzyć przeprowadzone na lekcjach rozumowania związane z opisem ruchów zmiennych	rozwiązywać nowe, typowe zadania dotyczące ruchów zmiennych	rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów zmiennych
13–14. Względność ruchu	wyjaśnić pojęcie układu odniesienia, wyjaśnić, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne	wyjaśnić, jakie układy odniesienia traktujemy jako inercjalne, wyjaśnić pojęcie czasu absolutnego, stosować prawa składania i rozkładania wektorów do składania ruchów	podać związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, podać związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, nazwać powyższe związki transformacją Galileusza i podać warunki jej stosowalności, podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów	wyprowadzić na przykładzie związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym, wyprowadzić związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych, przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności, rozwiązywać trudniejsze problemy dotyczące składania ruchów

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
	opisać rzut poziomy jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość	przekształcać wzory na wysokość i zasięg rzutu poziomego w celu obliczania wskazanej wielkości fizycznej, posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, stosować miarę łukową kąta, zapisać związek między szybkością liniową i kątową	15–17. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. I	rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące rzutu poziomego, zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, rozwiązywać problemy dotyczące ruchu niejednostajnego po okręgu
*18. Opis ruchu w dwóch wymiarach, cz. II			opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu	rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu, rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego
Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
1–3. Zasady dynamiki Newtona	wymienić rodzaje oddziaływań występujące w przyrodzie, podać jakościowe przykłady zastosowania zasad dynamiki Newtona, rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał	objaśnić stwierdzenia: <i>Siła jest miarą oddziaływania. O zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało.</i> , w oddziaływaniach bezpośrednich wskazać źródło siły i przedmiot jej działania, wypowiedzieć treść zasad dynamiki, przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych, znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało	wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu, w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych, rozwiązywać typowe zadania wymagające stosowania zasad dynamiki, np. zamieszczone w podręczniku w <i>Przykładach zastosowań zasad dynamiki</i>	na podstawie wartości siły wypadkowej (stała, zmienna) i jej zwrotu w stosunku do prędkości ciała ocenić rodzaj ruchu wykonywanego przez ciało, swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat zasad dynamiki, używając precyzyjnego języka fizyki, rozwiązywać problemy o wysokim stopniu trudności
4. Siła a zmiana pędu ciała	zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu, odpowiedzieć na pytanie: <i>Kiedy pęd ciała nie ulega zmianie?</i>	na podstawie definicji przyspieszenia i drugiej zasady dynamiki wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki	na przykładach znajdować zmianę pędu jako różnicę pędu końcowego i początkowego, analizować związek $\Delta m\vec{v} = \vec{F}\Delta t$ i wyciągnąć wniosek w postaci zasady zachowania pędu ciała	uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła
5–7. Zasada zachowania pędu dla układu ciał	odpowiedzieć na pytania: <i>Co nazywamy układem ciał?</i> <i>Jak definiujemy pęd układu ciał?</i> <i>W jakim punkcie go zaczepiamy?</i> <i>Jaki warunek musi być spełniony, by pęd układu ciał nie zmieniał się?</i>	obliczyć położenie środka masy układu dwóch ciał, wyznaczyć doświadczalnie położenie środka masy figury płaskiej, zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał	podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić, graficznie znajdować pęd układu ciał, zastosować zasadę zachowania pędu w typowych zadaniach	posługiwać się precyzyjnym językiem fizyki i samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał, rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8. Tarcie	rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, zapisać wzór na wartość siły tarcia, rozróżnić sytuacje, w których we wzorze występuje współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego	zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, omówić rolę tarcia na wybranych przykładach, sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał	rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	rozwiązywać trudne zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia, z dostępnych zbiorów zadań
9. Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego	aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia	opisać ruch ciała z tarcie po równi pochyłej, wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia	podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10–11. Siły w ruchu po okręgu	wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością, podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze	podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej	rozwiązywać typowe zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna, samodzielnie rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
12. Badanie ruchu jednostajnego po okręgu	aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, sformułować wnioski z doświadczenia	wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia	podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13–15. Opis ruchu w układach nieinercjalnych	wyjaśnić, co to znaczy, że układ odniesienia jest nieinercjalny, wykazać na przykładzie, że w układzie nieinercjalnym zasady dynamiki się nie stosują	na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym, zademonstrować działanie siły bezwładności, podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić	rozwiązywać typowe zadania z dynamiki w układzie nieinercjalnym, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne	samodzielnie rozwiązywać trudniejsze problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym
Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna				
1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów		zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności	korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem	
2–3. Praca i moc	napisać i objaśnić skalarny wzór na pracę stałej siły działającej pod stałym kątem do kierunku przemieszczenia, podać jednostkę pracy 1 J i sposób jej wprowadzenia, podać definicję mocy średniej i zapisać ją wzorem, podać jednostkę mocy 1 W i sposób jej wprowadzenia	podać jednostki pochodne pracy i mocy oraz ich związki z jednostkami podstawowymi, podać wzory na moc średnią i chwilową z użyciem prędkości średniej i prędkości chwilowej, przekształcać wzory i wykonywać proste obliczenia	przeprowadzić rozumowanie konieczne do obliczenia pracy siły zmiennej, obliczać pracę siły zmiennej na podstawie wykresu $F(x)$, obliczać pracę wykonaną przez urządzenie, którego moc zmienia się z upływem czasu	rozwiązywać zadania dotyczące obliczania pracy i mocy o podwyższonym stopniu trudności, np. z wykorzystaniem zasad dynamiki

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–5. Rodzaje energii mechanicznej	obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru $E_p = mgh$, obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru $E_k = \frac{mv^2}{2}$	wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał, podać warunek, po spełnieniu którego układ może wykonać pracę, podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone poprzez ich zmiany, na podstawie definicji energii kinetycznej wyprowadzić wzór, za pomocą którego obliczamy tę energię	wyjaśnić, po czym poznajemy, że zmienia się energia potencjalna układu ciał, a po czym, że zmienia się energia kinetyczna	obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich
6–7. Zasada zachowania energii mechanicznej	podać przykłady zjawisk, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona	wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona, przytoczyć samodzielnie opisane w podręczniku przykłady, w których wykorzystuje się zasadę zachowania energii mechanicznej w celu obliczenia pewnej wielkości fizycznej, opisać sposób postępowania w przypadkach, gdy w rozważanym problemie energia mechaniczna nie jest zachowana	z pomocą nauczyciela przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej, rozwiązywać typowe zadania wymagające wykorzystania zasady zachowania energii lub związku zmian energii z wykonywaną pracą	samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej dla układu dwóch ciał, wyjaśnić, co to znaczy, że pewne siły są zachowawcze, rozwiązywać nietypowe i trudne zadania, w których energia mechaniczna ulega zmianie

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8. Zderzenia ciał	podać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych	zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych, zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych	przeanalizować zderzenie doskonale sprężyste centralne dwu kulek, poruszających się z prędkościami o jednakowych kierunkach i zwrotach, i obliczyć współrzędne prędkości obu kulek po zderzeniu	przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej
9. Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczanie masy jednego z nich	aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów, sformułować wnioski z doświadczenia	zapisywać wyniki w tabeli, wykonywać obliczenia szukanych wielkości z wykorzystaniem wzorów zamieszczonych w opisie doświadczenia	sformułować cele doświadczenia, wykonywać kolejne czynności wymienione w opisie doświadczenia, z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych	samodzielnie przestudiować opis doświadczenia zamieszczony w podręczniku i precyzyjnie go przedstawić na lekcji, samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10. Sprawność urządzeń mechanicznych	wyjaśnić, o czym informuje nas wielkość fizyczna zwana sprawnością urządzenia	podać i objaśnić definicję sprawności urządzenia, stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań	przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające sposób obliczania sprawności równi pochyłej i bloku nieruchomego	przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności układu urządzeń, rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne				
1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne	wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, omówić zastosowania prawa Pascala	wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, sformułować i objaśnić prawo Pascala	wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
2. Prawo naczyń połączonych	podać przykłady zastosowania naczyń połączonych	sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy	wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań	
3. Prawo Archimedesesa	opisać przykłady zachowania się ciała (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimedesesa	sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa, na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu	przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie, rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa	wyprowadzić prawo Archimedesesa na drodze rozumowania, rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimedesesa
4. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał	podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę, opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy, mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru	z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimedesesa	samodzielnie opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa	skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki
Dział 5. Niepewności pomiarowe				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
1. Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich	wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych, wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych, wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste, wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych, wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu	wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność, oszacować niepewność względną i procentową	wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru	wyjaśnić potrzebę dobrania odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru, wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
2–3. Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony	z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP	samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP, przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami	dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie, swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki

Klasa 2

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 6. Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej				
1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów, podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych	podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego	wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienny	pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach
2. Ruch obrotowy bryły sztywnej	wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna, podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej	posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe	wyprowadzić i objaśnić związki między wielkościami opisującymi ruch obrotowy	precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego
3. Energia kinetyczna bryły sztywnej	podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy, podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu	obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątowną i moment bezwładności względem osi symetrii	wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły, zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły, korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności	stosować definicję momentu bezwładności $\sum m_i r_i^2$ i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprawienia bryły w ruch obrotowy, na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły	na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot, podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych	formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego, podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych	wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły, wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły
7–8. Równowaga bryły sztywnej	wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich	podać warunki równowagi bryły sztywnej, podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych	na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu	wyjaśnić zasadę działania wielokrążka
9–10. Badanie ruchu ciała o różnych momentach bezwładności	aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły	aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły	zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąowego od momentu bezwładności bryły	obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąowego bryły sztywnej
11–12. Moment pędu	wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zeru	napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu, podać kierunek i zwrot momentu pędu	zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły, zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13. Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu	obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu	obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu	za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu	obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym zasadę zachowania momentu pędu układu
14. Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego	większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego	wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami	wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań	wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności
15–17. Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie	opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii	podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu, zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu	obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły	opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana
Dział 7. Pole grawitacyjne				
1. O odkryciach Kopernika i Keplera	przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego	sformułować i objaśnić prawa Keplera	wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce, korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań	przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
2. Prawo powszechnej grawitacji	zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji, wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci	objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji	wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie m umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety	przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi	wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości, objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny”	wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej, obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie	przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych
4–5. Natężenie pola grawitacyjnego	przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie, zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i>	wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego, podać definicję natężenia pola grawitacyjnego	określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie, z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego, sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla $r \geq R$	stosować zasadę superpozycji natężeń, obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi, wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie, sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
6–7. Praca w polu grawitacyjnym	objaśnić znaczenie wielkości fizycznych występujących we wzorze na pracę siły zewnętrznej, równoważące siłę grawitacji, przy przemieszczaniu ciała w centralnym polu grawitacyjnym i wywnioskować, że nie zależy ona od kształtu toru, po którym porusza się ciało	przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważące siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość h po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek	wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym, podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym
8–9. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności	uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne, sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu R	zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola	uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona, podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe
10. *Potencjał pola grawitacyjnego				zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę, odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i> , narysować wykres $V(r)$ dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego, zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
11. Druga prędkość kosmiczna	sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej	podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi	zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną
12–13. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	podać przykłady ciała w stanie przeciążenia, niedociążenia i nieważkości	opisać wpływ przeciążenia na organizm człowieka	objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciążenia, niedociążenia i nieważkości	podać warunki, w których występuje stan nieważkości, wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)
Dział 8. Elementy astronomii				
1. Układ Słoneczny	wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego	podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego	szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego	przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego
2–3. Jednostki odległości stosowane w astronomii	zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny	opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej	zdefiniować parsek, odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczać przybliżone czasy dotarcia sondy do planety	zamieniać jednostki odległości używane w astronomii, wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia
4. Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie	przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej	podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie	obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki	przygotować prezentację na temat czarnych dziur

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
5–6. Prawo Hubble’a i teoria Wielkiego Wybuchu	podać przybliżony wiek Wszechświata, wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk”	podać treść prawa Hubble’a, zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne	obliczyć wiek Wszechświata, opisać ewolucję Wszechświata, wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika	wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni
Dział 9. Ruch drgający harmoniczny				
1. Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych	podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości	rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne	podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych	objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych
2–3. Ruch drgający harmoniczny. Badanie wydłużenia sprężyny	wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego, zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę	wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi	podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę	na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–6. Matematyczny opis ruchu harmonicznego. Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny	opisać model, którym posługujemy się do matematycznego opisu ruchu harmonicznego, zapisać wzór na okres drgań harmonicznym i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości, aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny	obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu wzdłuż osi x zwróconej pionowo w górę, sporządzić i zinterpretować wykresy zależności $x(t)$, $v_x(t)$ i $a_x(t)$	zapisać i objaśnić wzory na współrzędne x , v_x , a_x i F_x w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia, zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny	na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek dotyczący ruchu rzutu na oś x punktu poruszającego się po okręgu, obliczać współrzędne x , v_x , a_x i F_x przy dowolnej fazie początkowej, wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym
7. Energia w ruchu harmonicznym	zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny, omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny	na podstawie wykresu $F_x(x)$ wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości	wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu	sporządzać wykresy zależności $E_p(x)$, $E_k(x)$ oraz $E_p(t)$ i $E_k(t)$, rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8–10. Wahadło matematyczne. Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy. Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego	opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne	zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań	wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym, wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła, wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego	wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie
11. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego	zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego	wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu	wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych	wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”
Dział 10. Zjawiska termodynamiczne				
1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał	wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia	wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej”	wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol, badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym	wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
2. Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu	wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały	zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości	przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążących ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości
3. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina, zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego	uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów, zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu, zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona	przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego	obliczyć stałą gazową R i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona, wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmanną i temperaturę w skali bezwzględnej
4–6. Szczególne przemiany gazu doskonałego	wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie	wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle’a, Charles’a i Gay-Lussaca	wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny, sporządzać wykresy zależności $p(V)$ przy stałej temperaturze gazu, $p(T)$ przy stałej objętości gazu i $V(T)$ przy stałym ciśnieniu	skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle’a, prawo Charles’a i prawo Gay-Lussaca

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
7. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody	wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu, wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała”	uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu	wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”, wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną cząsteczki, która ma i stopni swobody, skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie	za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody
8. Pierwsza zasada termodynamiki	wymienić sposoby dokonywania zmiany energii wewnętrznej ciała i podać przykłady takich zmian z codziennego życia	wyjaśnić, co rozumiemy przez dostarczanie ciału ciepła, wypowiedzieć i zapisać wzorem pierwszą zasadę termodynamiki oraz przedyskutować znaki Q i W w różnych procesach	obliczyć pracę objętościową wykonaną przez siłę zewnętrzną przy zmniejszaniu objętości gazu, przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że zarówno wykonana praca, jak i wymienione ciepło są funkcją procesu	udowodnić, że w dowolnej przemianie gazu wartość bezwzględnej pracy objętościowej można obliczyć tak jak pole powierzchni figury zawartej pod wykresem $p(V)$ dla tej przemiany
9–10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki	opisać przemianę adiabatyczną gazu	zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków	zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki W i Q dla różnych przypadków	sporządzić wykresy zależności $p(V)$ dla przemian izotermicznej i adiabatycznej, wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat
11. Ciepło właściwe i ciepło molowe	wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym	zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe	zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem	wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
12. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu		zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie	wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu i wywnioskować na tej podstawie, że zmiana energii wewnętrznej w dowolnej przemianie gazu doskonałego zachodzącej między stanami A i B jest równa zmianie energii wewnętrznej dla przemiany izochorycznej zachodzącej między tymi stanami	przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki
13–15. Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego, opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosuwowego	podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych	opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego, zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny, sformułować drugą zasadę termodynamiki	opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne, sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota, zdefiniować skuteczność chłodzenia
16. Fluktuacje. Wzmianka o entropii	podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii	wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii	podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki	wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
17–20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu	podać fazy, w których może występować ta sama substancja, opisać zjawiska topnienia i parowania	podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania, wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego, zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej	sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła	przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu
21. Para nasycona i para nienasycona	wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona	wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała, podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej	podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe, podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym	sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt, wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”
22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych	odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i> , podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał	zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej, odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej, zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych	porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów, opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej, obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
23. *Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję				wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję, objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w pręcie
Dział 11. Pole elektrostatyczne				
1–2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne, wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich	objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał	podać wartość liczbową ładunku elementarnego, wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku	wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący
3–4. Natężenie pola elektrostatycznego. Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego	opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne, wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie	podać definicję natężenia pola elektrostatycznego, przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika, graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne	wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie	opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól, wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol
5. Naelektryzowany przewodnik	opisać doświadczenie z klatką Faradaya, opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi	zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku, opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach	sporządzić wykres $E(r)$ dla naelektryzowanego przewodnika kulistego	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
6. Przewodnik w polu elektrostatycznym	stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne	wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu	opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym	przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero
7–10. Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego	zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba, wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy	wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego, podać definicję potencjału pola elektrostatycznego, wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie	wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym, zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punktowego źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła	sporządzić wykresy zależności $E_p(r)$ dla ładunków jedno- i różnoimiennych, sporządzić i objaśnić wykresy zależności $V(r)$ dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego, stosować zasadę superpozycji dla potencjałów, wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego
11. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować, nazwać stały dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę	zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny	wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową	opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
12–13. Kondensator	opisać budowę kondensatora płaskiego, wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego	wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora	podać definicję kondensatora	wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi
14. Dielektryk w polu elektrostatycznym	wymienić cechy dielektryka, wymienić kilka różnych dielektryków, opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność	wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny	dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności	za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka
15. Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa)	stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię	zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora	wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci	przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii
16. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza	podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym	opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}$, $\vec{v}_0 \parallel \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, gdzie $\vec{v}_0$ to prędkość początkowa cząstki	przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego

Klasa 3

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa				
1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny, posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami, podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia	zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką, podać treść I prawa Kirchhoffa, stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa, zademonstrować I prawo Kirchhoffa	zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo	objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym
3–7. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik, zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, podać jednostkę oporu	przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę, wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową, wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma, narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma, opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika	odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór, sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników, zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności, dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo	analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności $I \sim U$, podać sens fizyczny oporu, wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego, wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8–9. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe, objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej, wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego	połączyć szeregowo kilka oporników, połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa, obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	opisać rozkład napięć i natężeń prądu w połączeniach szeregowym lub równoległym oporników, wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe	upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany, wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza
10. Zależność oporu od długości i prze-kroju poprzecznego przewodnika	obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne	analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką	zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego	zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika, podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego
11–12. Praca i moc prądu elektrycznego	posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu, odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika	zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule’a, wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń	opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu, opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu	przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13–15. Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych, zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości	wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie, wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa	wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku, zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku	przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego, podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{\Delta q}$, opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu, zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
16. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		zapisać wzór wyrażający zależność $U(I)$ dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości	sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła, dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła	wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie $U(I)$ oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami
17–19. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa	skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki	zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz, stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniwo o różnych siłach elektromotorycznych, obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
20. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika	opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach, rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury	opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników, opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali	przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku
21–22. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor	wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie, wskazać funkcję tranzystora w obwodzie	rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n, wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora, wymienić kilka rodzajów tranzystorów	opisać budowę i działanie złącza n-p, naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej, wyjaśnić zasadę działania tranzystora, podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego	zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła
23. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	wskazać nośniki ładunku w cieczech i gazach	wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów, wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola, wyjaśnić zjawisko termoemisji	wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór, opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami, wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia	wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów, wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów, skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 13. Pole magnetyczne				
1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych, udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne	rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe, opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami	posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych, opisać pole magnetyczne Ziemi	skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim
3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	wykonać doświadczenie Ørstedą, zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła	wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji, wymienić cechy siły elektrodynamicznej	znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego	skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørstedą
5. Wektor indukcji magnetycznej	wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym, zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej, podać jednostkę indukcji magnetycznej, wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego	wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) działa siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości, wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, stosować regułę lewej dłoni	zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru	wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i> , stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$	wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy, zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, podać przykłady zastosowania cyklotronu, omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym	wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością, obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym	omówić budowę i zasadę działania cyklotronu, opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt α , przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym, omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej
9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy	zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy, stosować regułę prawej dłoni	wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar, podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój	stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy, stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem
12. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem, posługiwać się definicją ampera	zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników, podać definicję ampera	przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13. Silnik elektryczny	wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną, wymienić zastosowania silnika elektrycznego	opisać budowę modelu silnika elektrycznego, narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jedno-rodnym polu magnetycznym	na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały	na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych
14–15. Właściwości magnetyczne substancji	zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji	opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków	opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub para-magnetyka, obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem	zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji, rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, omówić proces magnesowania i rozmagasowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy
Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna				
1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego	opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie	zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę, podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie	na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–5. Siła elektromotoryczna indukcji	wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya	opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, sformułować prawo indukcji Faradaya	wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość, obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej	wyprowadzić wzór na SEM indukcji, przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji, sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\varepsilon(t)$ oraz $I(t)$
6–7. Reguła Lenza	zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie, wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej	sformułować regułę Lenza	uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, stosować regułę Lenza w prostych przykładach	stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
8–9. Zjawisko samoindukcji	podać przykład występowania zjawiska samoindukcji	objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji, wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności	zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji, uzasadnić kształt wykresu $I(t)$ podczas zamykania i otwierania obwodu prądu stałego	wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostował wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
10–13. Prąd zmienny	wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną, nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę, podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce	opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu, zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu, wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami	przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy, zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego, zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną	sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\varepsilon(t)$ oraz analizować ich przebieg, przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego, wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu $I(t)$
14–15. Transformator	wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator, opisać budowę transformatora, rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim	wyjaśnić zasadę działania transformatora, zdefiniować przekładnię transformatora, zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią	znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora, wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem, obliczać straty energii w linii przesyłowej	wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
16. Zastosowanie diody i tranzystora	wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe	zademonstrować diodę jako źródło światła, wymienić przykład urządzenia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający	opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołkowego, narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza	przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe
Dział 15. Optyka geometryczna				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
1. Zjawisko odbicia i załamania światła	opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła, przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać promień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną, przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany, rozróżnić odbicie i rozpraszanie światła, wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze	przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości, wyjaśnić zasadę działania światła odbłaskowych, wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach, zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach, zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku, podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego	podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych, zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania	porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego, wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku, objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczenie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka, wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia	za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny	zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego, wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego	przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów, przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie
5–6. Zwierciadła	naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim, naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy	konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy, posługiwać się pojęciem powiększenia	podać definicję powiększenia, wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła	wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła, wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować, przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy, opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach	naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki, podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła	wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach	wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować, opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów, przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu, zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę	nazwać soczewki o różnych kształtach, zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek, wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki, stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki	wyprowadzić równanie soczewki, doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej	wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować, sporządzić wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej i go zinterpretować, wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej
13. Lupa i oko. Wady wzroku	podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów	wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie, wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności	wyprowadzić wzór na powiększenie katowe lupy, podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych	przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku, opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 16: Fale mechaniczne				
1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej, podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej	opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię	przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej, wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach	objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy
2. Wielkości charakteryzujące fale	na modelu harmonicznej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość	definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej, posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2), podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną	zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę, wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej	przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego, opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła, wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę	uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t), zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali	przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej, zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej	przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej, przeanalizować zależność $y(x)$ dla ustalonej chwili i $y(t)$ dla wybranej cząstki, sporządzać wykresy funkcji falowych

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
5–6. Interferencja fal płaskich	podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów, wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal, zaobserwować zjawisko interferencji fal	naszkicować fale składowe o jednakowych T i A oraz falę wypadkową dla faz: $0, \pi$ i $0 < \varphi_0 < \pi$	wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik	opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
7–8. Fale stojące		opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej	podać warunki powstawania fali stojącej, zademonstrować falę stojącą, obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej	przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję
9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie	podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć, wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne, podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem	sformułować zasadę Huygensa, sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie, wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami	stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji, wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali
11–12. *Fale akustyczne	podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości, podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych, podać cechy dźwięków	podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach	wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku, obliczać poziomy natężen dźwięków o różnych natężeniach	zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę, przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13–14. Zjawisko Dopplera	opisać istotę zjawiska Dopplera, przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera	zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora, wskazać na schemacie zmianę długości fali	na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora, podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków	na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła
Dział 17. Niepewności pomiarowe				
1–2. Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio	posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: gruby, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna), objaśnić podstawowe pojęcia, wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne	objaśnić wzór na niepewność względną, wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego, zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności, przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych	zdefiniować niepewność względną, objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów, przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu), obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy $S_{x\text{śr}} \ll \Delta x$	wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa, opisać funkcję Gaussa, omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności, opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne, posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji, wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
3. Niepewności pomiarów pośrednich	wymienić przykłady pomiarów pośrednich, posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio, zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności	skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów	sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego, przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego	obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej, obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych, stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową

Klasa 4

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii				
1–2. Fale elektromagnetyczne	omówić widmo fal elektromagnetycznych, podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma	podać definicję fali elektromagnetycznej	omówić doświadczenie Hertza	wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC, przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy
Pomiar wartości prędkości światła			opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła	opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła
3. Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna	wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga, wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga	obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie, na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu	wyjaśnić pojęcie spójności fal	

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4–5. Siatka dyfrakcyjna	opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną	podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal	zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego	wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej
6. Interferencja światła w cienkich warstwach	wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych, obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie
7. Dyfrakcja światła na szczelinie	zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę	podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka	interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otworka – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek	

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8–9. Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej	wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu, uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększania	podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu	analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych	analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki
10–11. Polaryzacja światła	obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równoległe i prostopadłe, wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji	zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie, podać przykład naturalnego polaryzatora	opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie, zdefiniować kąt Brewstera, wyprowadzić związek: $\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n}{n_{\text{otoczenia}}}$	zapisać i objaśnić prawo Malusa, przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi, wyjaśnić zasadę działania kina 3D

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
12–14. Zjawisko fotoelektryczne	obserwować i objasnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu, wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki	wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu, sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W , uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną, zapisać i objasnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym	przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania, przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania, analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne, omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne	sporządzić wykres zależności natężenia I prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia U między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach, sporządzać wykresy zależności $I(U)$ dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach, sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promieniowania dla różnych metali, wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe
15–17. Promieniowanie ciał. Widma	rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym	opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury, opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała	sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka, wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera)	zapisać i objasnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena, opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objasnić wzór Rydberga (serie widmowe)

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
18–20. Model Bohra budowy atomu wodoru	wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane, opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa, wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru, wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu	sformułować i zapisać postulaty Bohra, obliczyć całkowitą energię atomu wodoru, wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana, skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne	wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła, rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu, stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy, opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu	wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć, wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru, opisać zasadę działania żarła słonecznego

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
21–23. Promieniowanie rentgenowskie	opisać właściwości promieni X, wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego	opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną	wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym, wyprowadzić wzór na $\lambda_{\min}$, posługiwać się wzorem Bragga, interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego, przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego
24. Fale materii	wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii, wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych	obliczyć długość fali de Broglie’a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady	omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek	przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy)
Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności				

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
1–2. Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje	opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych, przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej	wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni	uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość c	
3. Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych	wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych, podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej, wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych	interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych	wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności, podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych	podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego, objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4. Maksymalna szybkość przekazu informacji	przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c , wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć c , dowodzi ograniczonej stosowalności mechaniki Newtona, wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego	opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych	przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie	podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości
5–6. Pęd relatywistyczny		podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego	sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym	wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu, wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia
7–8. Masa i energia w fizyce relatywistycznej	podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną, podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię $E = mc^2$, zwaną energią spoczynkową, wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia	interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu, zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego, wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana	wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała, wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór $E_s = mc^2$, wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika mc^2	przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny, podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstką a jej energią spoczynkową

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
9. Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek		zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki, zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą, wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek	wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera, opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, wykazać, że pęd fotonu ma wartość $p = \frac{h}{\lambda}$	wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości, wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki
Dział 20. Fizyka jądrowa				
1. Odkrycie promieniotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości	opisać samorzną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości	opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego	przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie	opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego
2. Jądro atomowe i jego budowa	podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego	zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, opisać właściwości sił jądrowych	opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników	przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
3. Rozpady promieniotwórcze	wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy	podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, podać ładunek i masę pozytonu, wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki	przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, wyjaśnić rolę neutrino lub antyneutrino w reakcjach rozpadów, sformułować regułę Soddiego i Fajansa, wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma	wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich
4–5. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego	zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu, wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów	wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu, zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny	zinterpretować wykres $N(t)$ zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, korzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu, objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C	wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku
6–7. Energia wiązania	wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii, wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, wyjaśnić pojęcie deficytu masy, podać wzór na energię wiązania jądra atomowego	wyprowadzić wzór na deficyt masy, znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy	zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych	obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostował wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostował wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
8–9. Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja	wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi, wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, opisać zjawisko krecji par elektron–pozyton, opisać zjawisko anihilacji	poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku krecji, zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku krecji, zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu	wyjaśnić i opisać za pomocą równania krecję pary elektron–pozyton, przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku krecji, obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska krecji, opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu	podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce α , zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji
10–11. Reakcje rozszczepienia	wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji, opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia, wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia	na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych	zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetyczna, więc może stanowić źródło energii	stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji, uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał
12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej	wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową, wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane	uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej	opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej	przygotować się do dyskusji na temat: <i>Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych</i> ; brać czynny udział w dyskusji

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
13. Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd	opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji, podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu, podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla	na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii, omówić schemat cyklu proton–proton, omówić perspektywę pokojowego wykorzystania energii termojądrowej, opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach	opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni, omówić schemat cyklu CNO, opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej	obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości, wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba
14. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy	opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych, wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem	porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące, wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej	podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki	opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera, zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego