Wymagania edukacyjne – fizyka poziom rozszerzony klasa III

Uwaga. Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa **statut szkoły.**

Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń pracuje pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonywać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i obejmujące umiejętności złożone).
5. 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 i na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze oraz zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się swoją wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub olimpiadzie fizycznej).
6. Za rozwiązanie zadania prostego uczeń może otrzymać oceną dobrą, jeśli zadanie dotyczy nieznanego mu kontekstu lub zastosował własny (twórczy) sposób rozwiązania; za rozwiązanie zadania złożonego może otrzymać oceną dobrą, jeśli zadanie dotyczy znanego mu kontekstu lub zastosował ćwiczony na lekcjach algorytm rozwiązania (odtworzył sposób rozwiązania).

Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśnienia procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia i analizuje ich wyniki.

Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki oraz formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

9. Pole elektryczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów • opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych • odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady jednych i drugich • stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego • posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (ładunku elementarnego) • demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych • podaje treść prawa Coulomba • posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego, podaje jego własności • posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego • opisuje rozkład ładunku w	**Uczeń:** • wyjaśnia działanie elektroskopu • wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego • bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych • demonstruje elektryzowanie przez indukcję • bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie • interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami • wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi • porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice • posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje	**Uczeń:** • wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego • przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, drukarki laserowej • demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi • wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej • doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego • charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól • stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu	**Uczeń:** • [R]wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności • [R]podaje i interpretuje wektorową postać prawa Coulomba • wykazuje związek natężenia pola z różnicą potencjałów (wyprowadza wzór) • wyjaśnia działanie generatora Van de Graaffa • przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (pola powierzchni płyt i odległości między nimi) i obecności dielektryka • realizuje projekt: Generator Kelvina • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z: – prawem Coulomba – polem elektrostatycznym i superpozycją pól – energią elektrostatyczną i napięciem – rozkładem ładunków w przewodniku – ruchem ładunków w polu elektrostatycznym – kondensatorem

przewodniku • opisuje siły działające na ładunek elektryczny poruszający się w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym • opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową równoległą do wektora natężenia pola • posługuje się pojęciem pojemności kondensatora, podaje sens fizyczny pojemności i jej jednostki • wymienia rodzaje kondensatorów i wskazuje ich zastosowania • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba oraz kondensatorami: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	definicję (wzór) i jednostkę • oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego • analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków • przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola • rozróżnia pola elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje ich linie) • wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego • charakteryzuje pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami • charakteryzuje energię potencjalną w centralnym polu elektrycznym • definiuje potencjał pola elektrycznego i jego jednostkę, posługuje się pojęciem różnicy potencjałów (napięciem elektrycznym) • definiuje 1 eV oraz przelicza energię z elektronowoltów na dżule i odwrotnie • wyjaśnia działanie klatki Faradaya • opisuje pole elektryczne dwóch połączonych metalowych kul • opisuje wpływ pola	ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach) • porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym • przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła • określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów • oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny • demonstruje działanie klatki Faradaya • bada wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne • wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu • porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w	(rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

	elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola • analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego • opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową prostopadłą do natężenia pola • opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami • oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne • podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego • oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora i zgromadzoną w nim energię • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – prawem Coulomba – polem elektrostatycznym – energią elektrostatyczną i napięciem – rozkładem ładunków w przewodniku – ruchem ładunków w polu elektrostatycznym – kondensatorem	jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym • bada doświadczalnie pole kondensatora • wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego • wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora • uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię elektryczną i w jakim celu się to czyni • rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – prawem Coulomba – polem elektrostatycznym – energią elektrostatyczną i napięciem – rozkładem ładunków w przewodniku – ruchem ładunków w polu elektrostatycznym – kondensatorem (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr	

	(rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	

10. Prąd stały

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych • posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego • wskazuje przyczynę przepływu prądu elektrycznego • określa umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego • wymienia podstawowe elementy obwodu elektrycznego i wskazuje ich symbole (wymagana jest znajomość symboli następujących elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz) • buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy • rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe • wskazuje przykłady zastosowania połączenia szeregowego • odróżnia woltomierz od amperomierza, wybiera właściwe narzędzie pomiaru napięcia elektrycznego i natężenia prądu, wskazując sposób podłączenia do obwodu	**Uczeń:** • odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego oraz od rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku • bada doświadczalnie i opisuje przepływ prądu w cieczach i gazach • stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa, podaje, że jest ono konsekwencją zasady zachowania ładunku elektrycznego • uzasadnia sposób podłączenia do obwodu woltomierza i amperomierza • posługuje się woltomierzem, amperomierzem i miernikiem uniwersalnym • zapisuje wynik pomiaru napięcia i natężenia miernikiem analogowym wraz z niepewnością pomiarową (uwzględniając klasę miernika) • określa niepewność pomiaru miernikiem cyfrowym • opisuje działanie i zastosowanie potencjometru • stosuje i interpretuje prawo Ohma, wskazując jego ograniczenia • doświadczalnie bada zależność	**Uczeń:** • stosuje mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego do wyjaśnienia przepływu prądu w metalach • podaje przykłady wykorzystania prądu elektrycznego przez zwierzęta wodne • [R]posługuje się pojęciami galwanizacji i elektrolizy • [R]wyjaśnia zjawiska chemiczne wywołane przez przepływ prądu elektrycznego w roztworach • analizuje połączenia szeregowe i równoległe • buduje złożone obwody elektryczne według zadanego schematu, mierzy napięcie i natężenie oraz zapisuje wyniki pomiarów wraz z niepewnościami • przedstawia graficznie zależność $I(U)$ dla danego opornika, wskazując jej ograniczenia • bada doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej spełnia prawo Ohma, i analizuje wyniki pomiarów • wyprowadza wzór na opór	**Uczeń:** • [R]bada doświadczalnie i opisuje zjawisko galwanizacji • [R]bada doświadczalnie i opisuje zjawisko elektrolizy wody • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – [R]chemicznymi efektami przepływu prądu – obwodami elektrycznymi – prawem Ohma – łączeniem oporników – zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika – pracą i mocą prądu elektrycznego – prawem Ohma dla obwodu zamkniętego – wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje

• posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej • określa i uzasadnia zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego • posługuje się pojęciem oporu elektrycznego i opornika • opisuje połączenie szeregowe i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń • posługuje się pojęciem oporu zastępczego układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle • posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego • przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny • wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna • stosuje wzory na pracę i moc prądu elektrycznego • wskazuje różne źródła napięcia • buduje proste ogniwo i bada jego właściwości • wskazuje zastosowania praw Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i	$I(U)$ dla opornika i analizuje wyniki pomiarów • rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma z uwzględnieniem niepewności pomiarowych • oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle • wyjaśnia, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego • doświadczalnie bada, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika (opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, wyciąga wnioski) • posługuje się pojęciem oporu właściwego, podając jego sens fizyczny i jednostkę • oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne • opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników • opisuje przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego • oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze	zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle • posługuje się złożonymi schematami mieszanych połączeń oporników, oblicza opór zastępczy układu, sprowadzając go do połączeń szeregowych i równoległych • wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego • doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla żarówki: opisuje i analizuje wyniki, wyznacza i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową – wykres zależności $I(U)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, wyciąga wnioski • opisuje zależność oporu od temperatury dla różnych substancji, podaje przykłady wykorzystania tej zależności w praktyce • bada doświadczalnie i analizuje zależność mocy urządzenia od jego oporu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat wykorzystania energii elektrycznej	realność otrzymanego wyniku)

nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – obwodami elektrycznymi – prawem Ohma – łączeniem oporników – zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika – pracą i mocą prądu elektrycznego – prawem Ohma dla obwodu zamkniętego – wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	• doświadczalnie bada napięcie między biegunami ogniwa (baterii) • wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa i oporu wewnętrznego • określa SEM ogniwa jako energię przypadającą na ładunek, wskazuje różnicę między SEM a napięciem • stosuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego • podaje II prawo Kirchhoffa • stosuje prawa Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – obwodami elektrycznymi – prawem Ohma – łączeniem oporników – zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika – pracą i mocą prądu elektrycznego – prawem Ohma dla obwodu zamkniętego – wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość	• opisuje budowę ogniw, wyjaśnia ich działanie, wskazując zastosowania i ograniczenia • doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii: buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki, wykonuje wykres $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, podaje jego współczynnik kierunkowy, wyciąga wnioski • interpretuje wykres zależności $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym, wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równolegle do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa • analizuje złożone obwody elektryczne, np. obwód zawierający dwa źródła SEM i odbiornik energii elektrycznej, stosując reguły dotyczące znaków źródeł SEM i spadków napięć na oporach zewnętrznych i wewnętrznych • rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – [R]chemicznymi efektami	

	spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	przepływu prądu – obwodami elektrycznymi – prawem Ohma – łączeniem oporników – zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika – pracą i mocą prądu elektrycznego – prawem Ohma dla obwodu zamkniętego – wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	

11. Pole magnetyczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi • opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu • opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną • posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej, określa jednostkę indukcji magnetycznej • wskazuje siłę Lorentza i traktuje ją jako siłę dośrodkową • rozróżnia ferro-, para- i diamagnetyki • opisuje wpływ różnych materiałów na pole magnetyczne • opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie • doświadczalnie demonstruje działanie siły elektrodynamicznej • opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę • z pomocą nauczyciela	**Uczeń:** • wyjaśnia pojęcia pola magnetycznego, linii pola magnetycznego oraz posługuje się tymi pojęciami • doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą kompasu • szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych • doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica) • szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica) • wyznacza zwrot linii pola magnetycznego wokół prostego przewodnika za pomocą reguły prawej dłoni • wyznacza wartość, kierunek i zwrot siły Lorentza • opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji	**Uczeń:** • opisuje pole magnetyczne Ziemi • buduje kompas inklinacyjny i wykorzystuje go do pomiaru inklinacji magnetycznej • określa zwrot linii pola magnetycznego wytwarzanego przez pętlę i zwojnicę, określa bieguny zwojnicy • stosuje regułę prawej dłoni w zadaniach dotyczących pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków • doświadczalnie bada siłę działającą na poruszający się ładunek • wyjaśnia naturę siły magnetycznej • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia: – główne tezy artykułu na temat pola magnetycznego – referat na temat pól magnetycznych w przyrodzie i technice • szkicuje tor i opisuje ruch cząstki obdarzonej ładunkiem, gdy wektor prędkości	**Uczeń:** • posługuje się pojęciem energii potencjalnej w polu magnetycznym • dowodzi doświadczalnie, że pole magnetyczne występuje także wewnątrz magnesu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat praktycznego wykorzystania pola magnetycznego, np. dotyczący badań cząstek elementarnych w komorze pęcherzykowej, cyklotronie • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat wykorzystania elektromagnesów, pamięci magnetycznej • analizuje ruch elektronów w rurze próżniowej w różnych układach odniesienia • realizuje projekt: Działo magnetyczne • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i

rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – siłą Lorentza – ruchem ładunku w polu magnetycznym – siłą elektrodynamiczną – indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	magnetycznej • analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym • wyznacza promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym • wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w polu magnetycznym • interpretuje i uzasadnia wzory na promień okręgu i okres obiegu naładowanej cząstki w polu magnetycznym • posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej substancji • opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych • buduje elektromagnes i doświadczalnie bada jego właściwości • podaje przykłady zastosowań elektromagnesów • analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym • oblicza wartość oraz wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej • oblicza wektor (wartość) indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy,	początkowej nie jest ani równoległy, ani prostopadły do linii pola magnetycznego • wyjaśnia zjawisko powstawania zorzy polarnej • wyjaśnia właściwości ferromagnetyków i wyniki doświadczeń z wykorzystaniem wiedzy o domenach magnetycznych • stosuje podział materiałów na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki oraz wymienia przykłady tych substancji • wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną • doświadczalnie bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd • wyprowadza wzór na siłę wzajemnego oddziaływania przewodników z prądem i na tej podstawie podaje definicję ampera • rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – siłą Lorentza – ruchem ładunku w polu magnetycznym – siłą elektrodynamiczną – indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem (rozróżnia wielkości dane i	nieobliczeniowe) związane z: – siłą Lorentza – ruchem ładunku w polu magnetycznym – siłą elektrodynamiczną – indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

	pętlę, zwojnicę) • opisuje oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – siłą Lorentza – ruchem ładunku w polu magnetycznym – siłą elektrodynamiczną – indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	

12. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • wyjaśnia, na czym polega i kiedy zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej • podaje różnicę między indukcją elektromagnetyczną a indukcją magnetyczną (rozróżnia te pojęcia) • podaje treść i zastosowanie reguły Lenza • posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej • posługuje się pojęciami napięcia przemiennego i prądu przemiennego • podaje warunki, jakie muszą być spełnione, aby wytworzyć napięcie przemienne • opisuje zmiany strumienia indukcji magnetycznej przechodzącego przez powierzchnię ramki podczas jej obracania • rozróżnia wartości chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcia i natężenia prądu • opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego	**Uczeń:** • doświadczalnie bada zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd indukcyjny) pod kierunkiem nauczyciela • doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski) • stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego • analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym • oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię • analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym • oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya) • opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)	**Uczeń:** • uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii • opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika • wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji • interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej • szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego • doświadczalnie bada napięcie skuteczne • opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: – Zastosowanie prądu przemiennego – Prąd przemienny trójfazowy – Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic • pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji	**Uczeń:** • podaje i opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (np. prądy wirowe, kuchenka indukcyjna, lewitacja) • projektuje, wykonuje i opisuje doświadczenia związane ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej • wyprowadza wzór opisujący zmiany napięcia przemiennego • interpretuje za pomocą wykresu pracę prądu przemiennego • buduje działający model silnika elektrycznego • buduje i bada doświadczalnie układy prostownicze • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji – obwodami zawierającymi diody (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość

• opisuje zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji oraz ich znaczenie w urządzeniach elektrycznych • doświadczalnie bada (demonstruje) właściwości diody • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji – obwodami zawierającymi diody (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	• oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i natężenia prądu • określa SEM prądnicy • opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie • opisuje budowę i zasadę działania prądnicy • rozróżnia generatory SEM • opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów • stosuje związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora) • stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności • opisuje działanie diody jako prostownika • doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji	• uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora • opisuje przesyłanie energii elektrycznej • uzasadnia wzór na SEM samoindukcji • opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. artykułu na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi • rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji – obwodami zawierającymi diody (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr	spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

	– obwodami zawierającymi diody (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	

13. Fale elektromagnetyczne i optyka

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • porównuje (wymienia cechy wspólne i różnice) rozchodzenie się fal mechanicznych i elektromagnetycznych • nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofale, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania • wyjaśnia, na czym polega dyfrakcja i interferencja fal, podaje zasadę Huygensa • rozróżnia optykę geometryczną i falową • podaje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal w wyniku interferencji • posługuje się pojęciami: siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej • wskazuje zastosowanie siatki dyfrakcyjnej (w tym siatki odbiciowej – płyty CD lub DVD) do wyznaczenia długości fali świetlnej • podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako	**Uczeń:** • wyjaśnia, jak powstaje i rozchodzi się fala elektromagnetyczna • określa prędkość fal elektromagnetycznych w próżni (podaje wzór na jej obliczenie) • porównuje prędkość fal elektromagnetycznych w różnych ośrodkach • stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych • opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach, wskazuje zastosowania różnych rodzajów promieniowania elektromagnetycznego • demonstruje doświadczalnie i wyjaśnia zjawisko dyfrakcji światła, stosując zasadę Huygensa • opisuje doświadczenie Younga • demonstruje doświadczenie Younga i wyjaśnia jego wyniki • stosuje wzór opisujący wzmocnienie fali • doświadczalnie bada dyfrakcję światła na siatce dyfrakcyjnej	**Uczeń:** • wykonuje i/lub opisuje doświadczenie związane z wytwarzaniem fal elektromagnetycznych • posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: – Promieniowanie rentgenowskie w medycynie i technice – Praktyczne znaczenie dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych • doświadczalnie wyznacza stałą siatki dyfrakcyjnej (wykonuje pomiary, analizuje wyniki, sporządza wykres z uwzględnieniem niepewności pomiarów i określa współczynnik kierunkowy wykresu) • opisuje obraz interferencyjny dla światła białego • opisuje i porównuje różne metody wyznaczania (pomiaru) prędkości światła (metody:	**Uczeń:** • wyjaśnia zjawisko powstawania tęczy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: – Prace Maxwella – Występowanie interferencji w przyrodzie (np. barwy bańki mydlanej, barwy skrzydeł motyli, ptaków itp.) – Wyznaczanie prędkości światła • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. dotyczących: – aberracji sferycznej i chromatycznej – zastosowań różnych przyrządów optycznych – zastosowań filtrów polaryzacyjnych – wykorzystania świateł odblaskowych • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – dyfrakcją i interferencją

maksymalną prędkość przepływu informacji • opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania • stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła • demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo) • opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną • opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne • odróżnia częściowe wewnętrzne odbicie światła od całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się pojęciem kąta granicznego • rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające • opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej • wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu	lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD) • opisuje obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną dla światła jednobarwnego • wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej • wymienia różne metody wyznaczania prędkości światła • opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła • podaje prawo załamania światła (prawo Snelliusa), posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła • stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni przy przejściu między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania • uzasadnia zasadę odwracalności biegu promienia światła • wyjaśnia zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny • wyznacza współczynnik załamania światła z pomiaru kąta granicznego • wyjaśnia działanie i wskazuje zastosowania światłowodów • bada doświadczalnie i opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu, posługuje się pojęciem widma światła białego	Galileusza, Romera, Fizeau, pomiary za pomocą kondensatora, pomiary laserowe) • wyjaśnia, dlaczego obecnie prędkość światła nie jest obarczona niepewnością pomiarową • doświadczalnie bada załamanie światła (wykonuje pomiary kątów padania i załamania, analizuje wyniki, sporządza wykres zależności sinβ od sinα, wyznacza współczynnik załamania światła jako współczynnik kierunkowy prostej) • wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu i porównuje je ze zjawiskiem rozszczepienia na siatce dyfrakcyjnej • rozróżnia soczewki sferyczne i asferyczne, wyjaśnia aberrację sferyczną i chromatyczną, wskazując sposoby ich niwelowania • wyprowadza równanie soczewki • doświadczalnie bada zależności między odległościami x i y oraz wyznacza ogniskową soczewki: wykonuje i analizuje pomiary, sporządza wykresy, określa i interpretuje współczynnik kierunkowy wykresu zależności	światła – siatką dyfrakcyjną i interferencją światła – załamaniem światła – obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki – obrazami tworzonymi przez zwierciadła – przyrządami optycznymi – polaryzacją światła (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

• rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone • wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu • wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia • opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej • wymienia podstawowe przyrządy optyczne • podaje różnicę między światłem spolaryzowanym i niespolaryzowanym • posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne (polaryzatory) oraz wskazuje ich zastosowania • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – dyfrakcją i interferencją światła – siatką dyfrakcyjną i interferencją światła – załamaniem światła – obrazami rzeczywistymi i	• posługuje się pojęciem zdolności skupiającej • podaje i stosuje zależność między ogniskową soczewki i promieniami sfer, które ograniczają powierzchnie soczewki sferycznej • wyjaśnia, na czym polega przybliżenie cienkiej soczewki • wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających oraz obrazów pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających • stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów • doświadczalnie bada obrazy rzeczywiste otrzymywane za pomocą soczewek (wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie) • doświadczalnie bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki skupiającą i rozpraszającą • stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie przy obrazach pozornych • doświadczalnie bada obrazy uzyskiwane za pomocą	$1/y(1/x)$ • posługuje się pojęciem zdolności skupiającej układu soczewek • opisuje działanie lupy i określa jej powiększenie • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat: – wad wzroku i sposobów ich korygowania – zastosowań zwierciadeł różnego typu • porównuje (opisuje podobieństwa i różnice) soczewki i zwierciadła • buduje lunetę astronomiczną i bada doświadczalnie jej działanie • opisuje zasady działania i zastosowania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego • konstruuje obrazy tworzone przez lunety astronomiczną i Galileusza oraz mikroskop optyczny • opisuje działanie wyświetlaczy LCD • rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:	

pozornymi tworzonymi przez soczewki – obrazami tworzonymi przez zwierciadła – przyrządami optycznymi – polaryzacją światła (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	zwierciadeł wklęsłych i wypukłych • rysuje konstrukcyjnie i opisuje obrazy tworzone przez zwierciadła wklęsłe i wypukłe • wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu • bada doświadczalnie polaryzację światła • opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator • opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu, posługuje się pojęciem kąta Brewstera • wyprowadza i stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła) • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – dyfrakcją i interferencją światła – siatką dyfrakcyjną i interferencją światła – załamaniem światła – obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki – obrazami tworzonymi przez zwierciadła – przyrządami optycznymi – polaryzacją światła	– dyfrakcją i interferencją światła – siatką dyfrakcyjną i interferencją światła – załamaniem światła – obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki – obrazami tworzonymi przez zwierciadła – przyrządami optycznymi – polaryzacją światła (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	

	(rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		

14. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego

Ocena			
Stopień dopuszczający	**Stopień dostateczny**	**Stopień dobry**	**Stopień bardzo dobry**
Uczeń: • opisuje założenia kwantowego modelu światła • podaje hipotezę de Broglie'a • rozróżnia widma ciągłe i liniowe • interpretuje linie widmowe jako przejścia elektronów między orbitami w atomach • wskazuje promieniowanie rentgenowskie jako rodzaj fal elektromagnetycznych, podaje przykłady jego zastosowania • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – efektem fotoelektrycznym – fotokomórką – hipotezą de Broglie'a – modelem Bohra i emisją promieniowania – promieniowaniem rentgenowskim (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje	**Uczeń:** • wyciąga poprawne wnioski na podstawie obserwacji zjawiska fotoelektrycznego • opisuje zjawisko fotoelektryczne i wyjaśnia jego przebieg • posługuje się pojęciem pracy wyjścia • podaje przykłady zastosowania fotokomórek i urządzeń zastępujących fotokomórki • wyjaśnia, na czym polega dualizm korpuskularno-falowy • określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek • podaje postulaty Bohra • posługuje się pojęciami: poziomy energetyczne, stan podstawowy, stany wzbudzone, energia jonizacji, wielkości skwantowane • stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy • opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego • rozwiązuje proste zadania	**Uczeń:** • przedstawia i wyjaśnia zależność natężenia prądu od napięcia przyspieszającego elektrony w fotokomórce dla światła o stałej częstotliwości i stałym natężeniu promieniowania • przedstawia i wyjaśnia zależność $I(U)$ dla fotokomórki przy różnych częstotliwościach i różnych natężeniach promieniowania • posługuje się pojęciem napięcia hamowania i wykorzystuje je do wyznaczenia pracy wyjścia • opisuje model Bohra atomu wodoru i uzasadnia jego założenia, odnosząc się do falowej natury materii • wyprowadza wzór Balmera z modelu Bohra • wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat wytwarzania i zastosowań promieniowania rentgenowskiego • rozwiązuje bardziej złożone, ale	**Uczeń:** • opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania mikroskopu elektronowego • wyprowadza wzór na promień orbity i energię elektronu w atomie wodoru • realizuje projekt: Wyznaczanie stałej Plancka • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – efektem fotoelektrycznym – fotokomórką – hipotezą de Broglie'a – modelem Bohra i emisją promieniowania – promieniowaniem rentgenowskim (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

realność otrzymanego wyniku)	(obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – efektem fotoelektrycznym – fotokomórką – hipotezą de Broglie'a – modelem Bohra i emisją promieniowania – promieniowaniem rentgenowskim (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – efektem fotoelektrycznym – fotokomórką – hipotezą de Broglie'a – modelem Bohra i emisją promieniowania – promieniowaniem rentgenowskim (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	