

Przedmiotowy system oceniania (propozycja)

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 sady 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: - wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności - 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 punkowego • 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	(rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
---	---	---	--

	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 (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr	
--	--	--	--

	(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 - rozdziela połączenia szeregowo 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 ^Rposługuje się pojęciami galwanizacji i elektrolizy ^Rwyjaśnia zjawiska chemiczne wywołane przez przepływ prądu elektrycznego w roztworach - analizuje połączenia szeregowo i równoległe - buduje złożone obwody elektryczne według zadanego schematu, mierzy napięcie i natężenie oraz zapisuje wyniki pomiarów wraz z niepewnościami - przedstawia graficznie zależność $I(U)$ dla danego opornika, wskazując jej ograniczenia - bada doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej spełnia prawo Ohma, i analizuje wyniki pomiarów - wyprowadza wzór na opór zastępczy oporników	Uczeń: ^Rbada doświadczalnie i opisuje zjawisko galwanizacji ^Rbada doświadczalnie i opisuje zjawisko elektrolizy wody - rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: - przepływem prądu w przewodnikach ^Rchemicznymi efektami przepływu prądu - obwodami elektrycznymi - prawem Ohma - łączeniem oporników - zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika - pracą i mocą prądu elektrycznego - prawem Ohma dla obwodu zamkniętego - wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje

• posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej • określa i uzasadnia zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego • posługuje się pojęciem oporu elektrycznego i opornika • opisuje połączenie szeregowo i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń • posługuje się pojęciem oporu zastępczego układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe • posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego • przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodzinę • 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 równoległe • 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	połączonych szeregowo i równoległe • posługuje się złożonymi schematami mieszanych połączeń oporników, oblicza opór zastępczy układu, sprowadzając go do połączeń szeregowych i równoległych • wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego • doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla żarówki: opisuje i analizuje wyniki, wyznacza i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową – wykres zależności $I(U)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, wyciąga wnioski • opisuje zależność oporu od temperatury dla różnych substancji, podaje przykłady wykorzystania tej zależności w praktyce • bada doświadczalnie i analizuje zależność mocy urządzenia od jego oporu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat wykorzystania energii elektrycznej • opisuje budowę ogniw,	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 (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	• doświadczalnie bada napięcie między biegunami ogniwa (baterii) • wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa i oporu wewnętrznego • określa SEM ogniwa jako energię przypadającą na ładunek, wskazuje różnicę między SEM a napięciem • stosuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego • podaje II prawo Kirchhoffa • stosuje prawa Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – obwodami elektrycznymi – prawem Ohma – łączeniem oporników – zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika – pracą i mocą prądu elektrycznego – prawem Ohma dla obwodu zamkniętego – wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość	wyjaśnia ich działanie, wskazując zastosowania i ograniczenia • doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii: buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki, wykonuje wykres $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, podaje jego współczynnik kierunkowy, wyciąga wnioski • interpretuje wykres zależności $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym, wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równoległe do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa • analizuje złożone obwody elektryczne, np. obwód zawierający dwa źródła SEM i odbiornik energii elektrycznej, stosując reguły dotyczące znaków źródeł SEM i spadków napięć na oporach zewnętrznych i wewnętrznych • rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – przepływem prądu w przewodnikach – ^Rchemicznymi efektami przepływu prądu	
--	---	---	--

	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)	– 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 - rozdziela ferro-, para- i diamagnetyki - opisuje wpływ różnych materiałów na pole magnetyczne - opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnecie - doświadczalnie demonstruje działanie siły elektrodynamicznej - opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę - z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i	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 magnetycznej - analizuje ruch cząstki	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 początkowej nie jest ani równoległy, ani prostopadły do	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 nieobliczeniowe) związane z: - siłą Lorentza

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

	przewodników, w których płynie prąd • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – siłą Lorentza – ruchem ładunku w polu magnetycznym – siłą elektrodynamiczną – indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	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 (rozdziela te pojęcia) - podaje treść i zastosowanie reguły Lenza - posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej - posługuje się pojęciami napięcia prądu 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 - rozdziela wartości chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcia i natężenia prądu - opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego - opisuje zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji oraz	Uczeń: - doświadczalnie bada zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd indukcyjny) pod kierunkiem nauczyciela - doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski) - stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego - analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym - oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię - analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym - oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya) - opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne) - oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i	Uczeń: - uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii - opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika - wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji - interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej - szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego - doświadczalnie bada napięcie skuteczne - opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: - Zastosowanie prądu przemiennego - Prąd przemienny trójfazowy - Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic - pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji - uzasadnia równanie transformatora, posługuje się	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 prądu 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 (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia,

ich znaczenie w urządzeniach elektrycznych • doświadczalnie bada (demonstruje) właściwości diody • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji – obwodami zawierającymi diody (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługuje się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	natężenia prądu • określa SEM prądnicy • opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie • opisuje budowę i zasadę działania prądnicy • rozróżnia generatory SEM • opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów • stosuje związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora) • stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności • opisuje działanie diody jako prostownika • doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania • rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – indukcją elektromagnetyczną – prądem przemiennym – silnikiem elektrycznym i prądnicą – zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji – obwodami zawierającymi diody	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 (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługuje się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
--	--	--	--

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

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, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania • wyjaśnia, na czym polega dyfrakcja i interferencja fal, podaje zasadę Huygensa • rozróżnia optykę geometryczną i falową • podaje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal w wyniku interferencji • posługuje się pojęciami: siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej • wskazuje zastosowanie siatki dyfrakcyjnej (w tym siatki odbiciowej – płyty CD lub DVD) do wyznaczenia długości fali świetlnej • podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji	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 lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD)	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: Galileusza, Romera, Fizeau, pomiary za pomocą	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 światła odbłaskowych • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: – dyfrakcją i interferencją światła – siatką dyfrakcyjną i

• opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania • stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła • demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo) • opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną • opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne • odróżnia częściowe wewnętrzne odbicie światła od całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się pojęciem kąta granicznego • rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające • opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej • wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu • rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki,	• 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 • posługuje się pojęciem zdolności skupiającej	kondensatora, pomiary laserowe) • wyjaśnia, dlaczego obecnie prędkość światła nie jest obciążona niepewnością pomiarową • doświadczalnie bada załamanie światła (wykonuje pomiary kątów padania i załamania, analizuje wyniki, sporządza wykres zależności $\sin\beta$ od $\sin\alpha$, wyznacza współczynnik załamania światła jako współczynnik kierunkowy prostej) • wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu i porównuje je 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 $1/y(1/x)$ • posługuje się pojęciem	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)
---	---	--	--

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

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

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

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