**Wymagania z fizyki dla klasy III D - kształcenie ogólne w zakresie rozszerzonym**

**Wymagania ogólne – uczeń:**

* zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania 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, analizuje ich wyniki.

Ponadto:

• wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;

• wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycz­nych dotyczących przyrody;

* wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
* potrafi pracować w zespole.

**Wymagania na ocenę celującą:**

Ocenę celującą otrzymuje uczeń który w pełni opanował wymagania na ocenę bardzo dobrą oraz :

- systematycznie wzbogaca swą wiedzę,

- bierze udział w konkursach i olimpiadach przedmiotowych,

- wyraża samodzielny, krytyczny stosunek do określonych zagadnień,

- potrafi udowodnić swoje zdanie używając odpowiedniej argumentacji będącej skutkiem nabytej samodzielnie wiedzy,

- współpracuje z nauczycielem, rozwija własne zainteresowania,

- wykazuje szczególne zainteresowania przedmiotem i dysponuje pogłębioną wiedzą ,

- chętnie podejmuje się zadań dodatkowych,

- przedstawia wyniki samodzielnej pracy przygotowanej z wykorzystaniem warsztatu naukowego,

- osiąga sukcesy w konkursach i olimpiadach przedmiotowych,

- prezentuje raport z własnego działania i grupy.

**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 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
 | **Uczeń:*** wyjaśnia działanie elektroskopu
* wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego
* bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych
* demonstruje elektryzowanie przez indukcję
* bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie
* interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami
* wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi
* porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice
* posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje definicję (wzór) i jednostkę
* oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego
* analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków
* przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola
* 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 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

(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)  | **Uczeń:*** wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego
* przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, drukarki laserowej
* demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi
* wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej
* doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego
* charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól
* stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach)
* porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym
* przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła
* określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów
* oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny
* demonstruje działanie klatki Faradaya
* bada wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne
* wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu
* porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym
* bada doświadczalnie pole kondensatora
* wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego
* wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora
* uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię elektryczną i w jakim celu się to czyni
* rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ prawem Coulomba
	+ polem elektrostatycznym
	+ energią elektrostatyczną i napięciem
	+ rozkładem ładunków w przewodniku
	+ ruchem ładunków w polu elektrostatycznym
	+ kondensatorem

(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)  | **Uczeń:*** Rwyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności
* Rpodaje 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

(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) |

**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
* 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 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) | **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 *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
* 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 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:*** 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 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 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
* 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
	+ 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

(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)  | **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

(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) |

 **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 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) | **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 naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym
* wyznacza promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym
* wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w polu magnetycznym
* interpretuje i uzasadnia wzory na promień okręgu i okres obiegu naładowanej cząstki w polu magnetycznym
* posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej substancji
* opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych
* buduje elektromagnes i doświadczalnie bada jego właściwości
* podaje przykłady zastosowań elektromagnesów
* analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym
* oblicza wartość oraz wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej
* oblicza wektor (wartość) indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętlę, zwojnicę)
* opisuje oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd
* rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ siłą Lorentza
	+ ruchem ładunku w polu magnetycznym
	+ siłą elektrodynamiczną
	+ indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem

(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)  | **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 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 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)  | **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
	+ 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) |

**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
* 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) | **Uczeń:*** doświadczalnie bada zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd indukcyjny) pod kierunkiem nauczyciela
* doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski)
* stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego
* analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym
* oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię
* analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym
* oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya)
* opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)
* oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i natężenia prądu
* określa SEM prądnicy
* opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie
* opisuje budowę i zasadę działania prądnicy
* rozróżnia generatory SEM
* opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów
* stosuje związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora)
* stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności
* opisuje działanie diody jako prostownika
* doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania
* rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ indukcją elektromagnetyczną
	+ prądem przemiennym
	+ silnikiem elektrycznym i prądnicą
	+ zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji
	+ obwodami zawierającymi diody

(rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)  | **Uczeń:*** uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii
* opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika
* wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji
* interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej
* szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego
* doświadczalnie bada napięcie skuteczne
* opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat:
* Zastosowanie prądu przemiennego
* Prąd przemienny trójfazowy
* Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic
* pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji
* uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora
* opisuje przesyłanie energii elektrycznej
* uzasadnia wzór na SEM samoindukcji
* opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. artykułu na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi
* rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ indukcją elektromagnetyczną
	+ prądem przemiennym
	+ silnikiem elektrycznym i prądnicą
	+ zjawiskami indukcji wzajemnej 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 znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)  | **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 spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) |

 **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 maksymalną prędkość przepływu informacji
* opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania
* stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła
* demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo)
* opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną
* opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne
* odróżnia częściowe wewnętrzne odbicie światła od całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się pojęciem kąta granicznego
* rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające
* opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
* wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu
* rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone
* wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu
* wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia
* opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
* wymienia podstawowe przyrządy optyczne
* podaje różnicę między światłem spolaryzowanym i niespolaryzowanym
* posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne (polaryzatory) oraz wskazuje ich zastosowania
* z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ dyfrakcją i interferencją światła
	+ siatką dyfrakcyjną i interferencją światła
	+ załamaniem światła
	+ obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki
	+ obrazami tworzonymi przez zwierciadła
	+ przyrządami optycznymi
	+ polaryzacją światła

(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) | **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)
* 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
* podaje i stosuje zależność między ogniskową soczewki i promieniami sfer, które ograniczają powierzchnie soczewki sferycznej
* wyjaśnia, na czym polega przybliżenie cienkiej soczewki
* wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających oraz obrazów pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających
* stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów
* doświadczalnie bada obrazy rzeczywiste otrzymywane za pomocą soczewek (wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie)
* doświadczalnie bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki skupiającą i rozpraszającą
* stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie przy obrazach pozornych
* doświadczalnie bada obrazy uzyskiwane za pomocą zwierciadeł wklęsłych i wypukłych
* rysuje konstrukcyjnie i opisuje obrazy tworzone przez zwierciadła wklęsłe i wypukłe
* wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu
* bada doświadczalnie polaryzację światła
* opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator
* opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu, posługuje się pojęciem kąta Brewstera
* wyprowadza i stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła)
* rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ dyfrakcją i interferencją światła
	+ siatką dyfrakcyjną i interferencją światła
	+ załamaniem światła
	+ obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki
	+ obrazami tworzonymi przez zwierciadła
	+ przyrządami optycznymi
	+ polaryzacją światła

(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)  | **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 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 sin*β* od sin*α*, 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 zdolności skupiającej układu soczewek
* opisuje działanie lupy i określa jej powiększenie
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat:
	+ wad wzroku i sposobów ich korygowania
	+ zastosowań zwierciadeł różnego typu
* porównuje (opisuje podobieństwa i różnice) soczewki i zwierciadła
* buduje lunetę astronomiczną i bada doświadczalnie jej działanie
* opisuje zasady działania i zastosowania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego
* konstruuje obrazy tworzone przez lunety astronomiczną i Galileusza oraz mikroskop optyczny
* opisuje działanie wyświetlaczy LCD
* rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ dyfrakcją i interferencją światła
	+ siatką dyfrakcyjną i interferencją światła
	+ załamaniem światła
	+ obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki
	+ obrazami tworzonymi przez zwierciadła
	+ przyrządami optycznymi
	+ polaryzacją światła

(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)  | **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 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) |

**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 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
* rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
	+ efektem fotoelektrycznym
	+ fotokomórką
	+ hipotezą de Broglie’a
	+ modelem Bohra i emisją promieniowania
	+ promieniowaniem rentgenowskim

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