

Wymagania edukacyjne niezbędne do otrzymania przez ucznia poszczególnych rocznych ocen klasyfikacyjnych z fizyki w klasie 3 – poziom rozszerzony

Formy sprawdzania wiedzy i umiejętności ucznia podlegające ocenie wraz z przyporządkowanymi wagami:

1. Prace klasowe (waga 4)
2. Kartkówki (waga 2)
3. Odpowiedzi ustne (waga 2)
4. Praca na lekcji, systematyczność (waga 1-2)
5. Prace domowe (waga 1)
6. Prace dodatkowe (waga 2-4)

Oceny z prac pisemnych (kartkówki, prace klasowe, prace dodatkowe) ustalane będą z przedziałów procentowych:

- 0% - 34% - niedostateczny
- 35% - 49% - dopuszczający
- 50% - 69% - dostateczny
- 70% - 88% - dobry
- 89%- 97% - bardzo dobry
- 98% - 100% – celujący

Uczeń jest zobowiązany do napisania wszystkich prac klasowych czyli prac pisemnych obejmujących większy zakres materiału (np. dział). W przypadku nieobecności na pracy klasowej w pierwszym terminie, uczeń ma obowiązek napisać zaległą pracę klasową w terminie ustalonym z nauczycielem zaraz po powrocie do szkoły. Liczba nieprzygotowań w ciągu roku szkolnego zostanie podana na pierwszym spotkaniu i będzie uwzględniać liczbę godzin w cyklu kształcenia.

Wymagania edukacyjne do poszczególnych działów:

Fale mechaniczne

Uczeń:

- definiuje pojęcie fali mechanicznej; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem prędkości i energii fali
- posługuje się pojęciami: źródło fali, impuls falowy, fala harmoniczna; uzasadnia, że fala przenosi energię
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne; przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)
- rozróżnia i porównuje fale poprzeczne i podłużne, podaje ich przykłady, opisuje mechanizm ich powstawania; objaśnia schemat rozchodzenia się fali poprzecznej i fali podłużnej; wymienia i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych
- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody jako przykład fal będących złożeniem fal poprzecznych i podłużnych; wyjaśnia, że fala mechaniczna może się rozchodzić tylko w ośrodku sprężystym
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z ruchem falowym
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z ruchem falowym
- posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu, częstotliwości i długości fali wraz z ich jednostkami; stosuje te wielkości oraz związki między nimi do opisu fal i obliczeń
- analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych; zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i podłużnych
- analizuje i objaśnia wykres zależności wychylenia (y) od położenia mierzonego wzdłuż kierunku

- rozchodzenia się fali (osi x) dla fali harmoniczej (poprzecznej i podłużnej)
- wyprowadza, analizuje i interpretuje wzór na funkcję falową fali harmoniczej, objaśnia wykres funkcji falowej jako funkcji dwóch zmiennych ($y(x, t)$), stosuje funkcję falową do opisu fal harmoniczych
 - rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisem fal (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących
 - rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z matematycznym opisem fal (wykorzystuje wzór na funkcję falową)
 - opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku (analizuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych; wyjaśnia mechanizm powstawania, rozchodzenia się i odbioru fali dźwiękowej w powietrzu jako fali podłużnej)
 - opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: długości, częstotliwości i okresu fali; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań
 - przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstruje i obserwuje oscylogramy dźwięków o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego (wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarów), formułuje wnioski
 - opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych (wyjaśnia różnice prędkości rozchodzenia się dźwięku w gazach, cieczech i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku rozchodzącego się w powietrzu od temperatury)
 - rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące fal dźwiękowych (wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych
 - rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące fal dźwiękowych; sporządza i interpretuje wykresy
 - opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku a energią fali i amplitudą fali
 - przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody, formułuje wnioski
 - opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: powierzchnia falowa, promień fali; rozróżnia fale: płaskie, koliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości
 - analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych
 - posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jego jednostką – oraz proporcjonalnością natężenia fali do kwadratu amplitudy drgań ośrodka; opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła
 - wyjaśnia zależności natężenia harmoniczej fali kulistej od odległości od źródła i od amplitudy drgań cząsteczek ośrodka
 - rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali; wykonuje obliczenia, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących
 - rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali
 - opisuje jakościowo i przedstawia schematycznie zjawiska odbicia i załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania fali (wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka)
 - doświadczalnie obserwuje i opisuje zjawisko załamania fali na granicy ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali
 - podaje, interpretuje (i uzasadnia – wyznacza zależność między kątem załamania a kątem padania) prawo załamania fal; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka
 - stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach; opisuje i ilustruje graficznie całkowite wewnętrzne odbicie fali, zaznacza na rysunku (oraz wyznacza) kąt graniczny i oblicza go
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu,

- dotyczących fal (np. na temat tsunami, rozchodzenia się fal sejsmicznych w głębi Ziemi)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania fal (
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania fal
- formułuje zasadę superpozycji fal i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk; opisuje falę stojącą
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – obserwuje: superpozycję fal, zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, zjawisko interferencji fal; opisuje, ilustruje graficznie i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)
- opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje (i uzasadnia – wyprowadza wzory) warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal
- opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje w obliczeniach (oraz wyprowadza) wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia; szkicuje obraz interferencyjny
- podaje zasadę Huygensa i stosuje ją do wyjaśniania zjawiska dyfrakcji; opisuje jakościowo związek między dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali (podaje przykłady dyfrakcji i interferencji fal w otaczającej rzeczywistości)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące interferencji i dyfrakcji fal
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące interferencji i dyfrakcji fal
- opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali i między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i jej amplitudą
- rozdzieli dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła
- posługuje się pojęciami: barwa i widmo dźwięku, częstotliwość podstawowa, składowe harmoniczne; podaje różnicę proporcji składowych harmonicznych jako przyczynę różnej barwy dźwięków
- stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania związku dźwięku instrumentów muzycznych z falami stojącymi wytwarzanymi na strunach lub w słupie powietrza; opisuje powstawanie fal stojących w instrumentach muzycznych jako przykład zjawiska rezonansu
- opisuje fale stojące na strunie i w słupie powietrza – w piszczałce zamkniętej i piszczałce otwartej; przedstawia i objaśnia schemat ich powstawania; podaje (i uzasadnia – wyprowadza) wzory na częstotliwość wytwarzanych fal
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisywaniem dźwięków
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisywaniem dźwięków; udowadnia podane zależności
- wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera; podaje (i opisuje) przykłady występowania (oraz wykorzystania) tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości (w przyrodzie i technice)
- opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku
- analizuje efekt Dopplera dla fal w sytuacji, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala
- podaje, interpretuje (i uzasadnia – wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło lub obserwator się poruszają; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach
- analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z efektem Dopplera, zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących)
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z efektem Dopplera
- opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali
- posługuje się pojęciem natężenia dźwięku wraz z jego jednostką – oraz pojęciem poziomu natężenia dźwięku wraz z jego jednostką – dB (podaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisywaniem dźwięków (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących)
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku

- dokonuje syntezy wiedzy o falach mechanicznych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych (samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, lub z internetu, dotyczące treści rozdziału „Fale mechaniczne”, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału „Fale mechaniczne” w szczególności: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych), analizuje, rysuje i interpretuje wykresy; uwzględnia niepewności pomiarów
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału „Fale mechaniczne”; uzasadnia lub udowadnia podane zależności (wyprowadza wzory ilustrujące zależności fizyczne)

Grawitacja i elementy astronomii

Uczeń:

- wyjaśnia, czym planeta różni się od gwiazdy, opisuje rzeczywisty ruch planet wokół Słońca
- wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej (wyjaśnia, że ruch planet wokół Słońca jest wynikiem działania siły grawitacji, pełniącej funkcję siły dośrodkowej)
- przedstawia rozwój poglądów na temat ruchu planet od teorii Ptolemeusza do teorii Newtona, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą gwiazd i planet
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
- opisuje budowę Układu Słonecznego; wyjaśnia, na czym polega ruch planet wokół Słońca i księżyców wokół planet, wymienia rodzaje ciał niebieskich w Układzie Słonecznym: Słońce, planety, planety karłowate, księżyce, planetoidy, komety
- posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego, stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu dotyczącymi budowy Układu Słonecznego
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisem budowy Układu Słonecznego
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z opisem budowy Układu Słonecznego
- opisuje i wyjaśnia przyczynę powstawania faz Księżyca,
- opisuje zaćmienia Księżyca i Słońca i wyjaśnia ich przyczyny, wykorzystując prostoliniowe rozchodzenie się światła
- wyjaśnia za pomocą opisu ruchu obrotowego i obiegowego Księżyca, dlaczego z Ziemi jest widoczna tylko jedna strona Księżyca
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące Księżyca
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące Księżyca;
- posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego (wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał)
- (podaje) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem i interpretuje oraz stosuje do obliczeń
- wykazuje, że zależność $g(R)$ jest proporcjonalnością prostą;
- wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na przyspieszenie grawitacyjne i ciężar ciała na Ziemi
- posługuje się pojęciem pola grawitacyjnego do opisu oddziaływania grawitacyjnego
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy, wykorzystując prawo powszechnego ciężenia;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy, wykorzystując prawo powszechnego ciężenia; uzasadnia odpowiedzi
- oblicza wartość prędkości ciała na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej, wyznacza ją i oblicza jej wartość dla różnych ciał niebieskich

- analizuje jakościowo wpływ siły grawitacji Słońca na niejednostajny ruch planet po orbitach eliptycznych i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców
- opisuje ruch ciała pod wpływem siły grawitacji; podaje pierwsze prawo Keplera i stosuje je do wyjaśniania zjawisk
- podaje drugie prawo Keplera (i interpretuje je jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu)
- wykazuje, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity; uzasadnia odpowiedzi (wykazuje podane zależności, ilustruje je graficznie)
- podaje trzecie prawo Keplera (interpretuje je jako konsekwencję prawa powszechnego ciężenia) i stosuje je do obliczeń dla orbit kołowych i eliptycznych
- uzasadnia trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych i eliptycznych; wyprowadza wzór wyrażający związek między masą ciała niebieskiego a parametrami opisującymi ruch jego satelity
- oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie parametrów opisujących ruch jego satelity
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem i tablicami astronomicznymi; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą obserwacji astronomicznych
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera oraz obserwacjami astronomicznymi; uzasadnia podane zależności
- interpretuje wzór na pracę wykonaną przez siły zewnętrzne podczas przemieszczania się ciała, na które działa siła grawitacji
- interpretuje wzór na energię potencjalną grawitacji i wykazuje, że energia potencjalna grawitacji jest zawsze ujemna (ilustruje na wykresie zależność energii potencjalnej grawitacji ciała od odległości od źródła siły grawitacji)
- oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji (analizuje zmiany energii potencjalnej i kinetycznej w ruchu planety po orbicie eliptycznej oraz stosuje zasadę zachowania energii do ruchu orbitalnego)
- posługuje się pojęciem drugiej prędkości kosmicznej zwanej prędkością ucieczki (oblicza jej wartość dla różnych ciał niebieskich)
- wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
- a
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Grawitacja i elementy astronomii”; przedstawia najważniejsze pojęcia, prawa i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych (wyszukuje i analizuje materiały źródłowe dotyczące tego działu, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu: „Grawitacja i elementy astronomii”, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; interpretuje zależności
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu: „Grawitacja i elementy astronomii”; uzasadnia odpowiedzi, uzasadnia podane zależności, ilustruje je graficznie;

Pole elektryczne

Uczeń:

- opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków elektrycznych i wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości; posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego, jako wielokrotności ładunku elementarnego, wraz z jednostką)
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: doświadczalnie demonstruje

oddziaływanie ciał naelektryzowanych i elektryzowanie ciał; opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski (planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje i weryfikuje hipotezy)

- posługuje się zasadą zachowania ładunku elektrycznego i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk
- opisuje sposoby elektryzowania ciał: przez potarcie, dotyk i indukcję (wyjaśnia mechanizm elektryzowania na podstawie wiadomości o mikroskopowej budowie materii)
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą oddziaływań elektrycznych; opisuje praktyczne wykorzystanie tych oddziaływań na przykładach
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania; uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania
- podaje i interpretuje prawo Coulomba, posługuje się pojęciem stałej elektrycznej wraz z jednostką; oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba; stosuje to prawo do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- odróżnia przewodniki od izolatorów (opisuje polaryzację cząsteczki izolatora, nazywanego też dielektrykiem, a na tej podstawie wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki papieru)
- opisuje zależność siły elektrycznej od rodzaju ośrodka; posługuje się pojęciem przenikalności elektrycznej: próżni, ośrodka i względnej
- porównuje siłę elektryczną z siłą grawitacji, wskazuje podobieństwa i różnice
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy, wykorzystując prawo Coulomba; ilustruje zjawisko lub problem na schematycznym rysunku;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy, wykorzystując prawo Coulomba; uzasadnia odpowiedzi
- posługuje się pojęciem pola elektrycznego do opisu oddziaływania elektrycznego; rozróżnia źródło pola i ładunek próbny (wykazuje, że zmiany pola elektrycznego rozchodzą się z prędkością światła)
- posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jednostką, określa kierunek i zwrot tego wektora oraz oblicza jego wartość; oblicza wartość natężenia pola wytworzonego przez pojedynczy ładunek w odległości r od niego
- doświadczalnie ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika; opisuje, przedstawia na schematycznych rysunkach (i wyjaśnia) wyniki obserwacji
- ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola (zaznacza wektor natężenia pola); rozróżnia (i opisuje) pole centralne i pole jednorodne (interpretuje zagęszczenie linii jako miarę natężenia pola)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące pola elektrycznego; uzasadnia odpowiedzi;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące pola elektrycznego; ilustruje graficznie zjawisko lub problem
- opisuje pole elektryczne wokół dwóch ładunków punktowych (analizuje i wyznacza natężenie pola wytwarzanego przez układ dwóch ładunków punktowych i oblicza jego wartość)
- porównuje pole na zewnątrz jednorodnie naładowanego ciała sferycznie symetrycznego z polem wytwarzanym przez taki sam ładunek punktowy zgromadzony w jego środku
- opisuje i ilustruje graficznie pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków
- analizuje natężenie pola wytwarzanego przez kilka ładunków, wyznacza wektor natężenia pola we wskazanych punktach
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z opisem pola elektrycznego pochodzącego z wielu źródeł;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z opisem pola elektrycznego pochodzącego z wielu źródeł; ilustruje graficznie pole lub problem; formułuje i weryfikuje hipotezy
- posługuje się pojęciem energii potencjalnej ładunku w polu elektrycznym (analizuje pracę jako zmianę energii potencjalnej podczas przemieszczania ładunku w polu elektrycznym)
- opisuje i oblicza zmianę energii potencjalnej ładunku podczas jego przemieszczania w polu centralnym i polu jednorodnym
- porównuje elektryczną energię potencjalną i energię potencjalną grawitacji dla pola jednorodnego i pola centralnego
- uzasadnia, że niezależnie od znaku źródła centralnego pola elektrycznego wzór na energię

potencjalną ładunku ma taką samą postać; opisuje i interpretuje zależność energii potencjalnej od odległości

- posługuje się pojęciami potencjału pola i napięcia elektrycznego wraz z jednostką; oblicza potencjał w polu jednorodnym i polu centralnym
- (wyprowadza), interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na natężenie pola jednorodnego; wykazuje równość jednostek 1 V/m i 1 N/C
- rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym; wykazuje i ilustruje graficznie podane zależności
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada: rozkład ładunku w naładowanym przewodniku, opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya) oraz duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika
- wykazuje, że natężenie pola przy powierzchni naładowanej metalowej kuli jest odwrotnie proporcjonalne do jej promienia
- wyjaśnia mechanizm powstawania burz (i działanie piorunochronu); opisuje zjawisko ekranowania zewnętrznego pola elektrycznego przez swobodne ładunki w przewodniku
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z rozkładem ładunków w przewodnikach;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z rozkładem ładunków w przewodnikach; wykazuje podane zależności
- analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku ruchu zgodnego z kierunkiem linii pola oraz wtedy, gdy cząstka ma prędkość początkową prostopadłą do linii pola; opisuje siły działające na cząstki w polu elektrycznym, ilustruje to na schematycznych rysunkach
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą praktycznego wykorzystania ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym (np. akceleratory)
- porównuje ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji – rzutem pionowym, poziomym opisuje podobieństwa i różnice
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym
- opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię elektryczną
- wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisu: doświadczalnie demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. przeskoczenie iskry); opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje i weryfikuje hipotezy)
- opisuje (jakościowo) i ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego, oblicza natężenie pola między jego okładkami
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące kondensatorów;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące kondensatorów; uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Pole elektryczne”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych (wyszukuje i analizuje materiały źródłowe dotyczące tego działu, posługuje się informacjami pochodzącymi z ich analizy)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Pole elektryczne”, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; ilustruje zjawisko lub problem na schematycznym rysunku; ocenia podane stwierdzenia; interpretuje zależności
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Pole elektryczne”; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania (wykazuje podane zależności), ilustruje je graficznie

Prąd elektryczny

Uczeń:

- opisuje przewodnictwo – przepływ prądu elektrycznego w metalach, elektrolitach i gazach; określa umowny kierunek przepływu prądu
- posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego wraz z jednostką (stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika)
- odróżnia dryf elektronów od ich ruchu chaotycznego i od rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące prądu elektrycznego, uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania
- posługuje się podstawowymi pojęciami związanymi z obwodem elektrycznym; odróżnia źródło napięcia od odbiornika energii elektrycznej;
- rozpoznaje wybrane symbole graficzne stosowane w obwodach elektrycznych (rysuje i opisuje – czyta schematy obwodów elektrycznych, posługując się tymi symbolami)
- posługuje się woltomierzem, amperomierzem (i miernikiem uniwersalnym; określa niepewność pomiaru miernikiem analogowym i miernikiem cyfrowym, posługując się klasą przyrządu pomiarowego)
- mierzy napięcie między biegunami żarówki i natężenie płynącego przez nią prądu, zapisuje wynik wraz z jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące obwodów elektrycznych; wykonuje obliczenia, uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące obwodów elektrycznych
- opisuje i odróżnia połączenia szeregowe i równoległe w obwodach elektrycznych, przedstawia je na schematycznych rysunkach
- doświadczalnie demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa; bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo; przedstawia i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)
- interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw lub odbiorników połączonych szeregowo oraz jej związek z zasadą zachowania energii (uzasadnia to z definicji napięcia) i stosuje tę zasadę do obliczeń
- omawia zastosowania połączeń szeregowych i równoległych, wskazuje ich przykłady
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądu; analizuje, rysuje i opisuje schematy obwodów elektrycznych; uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych (projektuje układy elektryczne i rysuje ich schematy)
- posługuje się pojęciem oporu elektrycznego wraz z jednostką; rozróżnia opornik i potencjometr (omawia ich zastosowania)
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada zależność między natężeniem prądu i napięciem dla opornika, buduje potencjometr i sprawdza jego działanie; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, sporządza wykres badanej zależności (uwzględniając niepewności pomiarów), dopasowuje prostą i interpretuje jej nachylenie; formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)
- analizuje i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową oporników (zgodną z prawem Ohma), ustala zakresy wartości I i U
- stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma); posługuje się tym prawem
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Ohma; rysuje wykresy zależności $I(U)$ dla oporników; analizuje schematy obwodów elektrycznych; uzasadnia odpowiedzi;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Ohma; analizuje

otrzymany wynik

- rozróżnia podstawowe sposoby łączenia oporników (analizuje i rysuje schematy układów oporników)
- posługuje się pojęciem oporu zastępczego (omawia sposób jego wyznaczania dla układu połączeń oporników)
- wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub/i równolegle
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania
- analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika; posługuje się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką (stosuje do obliczeń wzór na opór przewodnika)
- doświadczalnie bada charakterystykę prądowo-napięciową żarówki; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczeń, uwzględnia niepewności pomiarów, sporządza wykres zależności $I(U)$, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje doświadczenie)
- rozróżnia i opisuje przewodniki, półprzewodniki i izolatory; omawia (opisuje i wyjaśnia) wpływ temperatury na opór elektryczny metali i półprzewodników (wyjaśnia, dlaczego żarówka nie spełnia prawa Ohma)
- analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma); porównuje wykresy dla przewodnika i półprzewodnika
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów i rodzaju przewodnika oraz od temperatury; formułuje i uzasadnia odpowiedzi;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów i rodzaju przewodnika oraz od temperatury; uzasadnia odpowiedzi
- posługuje się pojęciami pracy prądu elektrycznego i mocy prądu elektrycznego wraz z ich jednostkami; stosuje do obliczeń związku między tymi wielkościami; przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie
- wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada zależność jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wniosek
- opisuje i stosuje do obliczeń związki mocy wydzielonej na oporniku – ciepła Joule’a Lenza – z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem (wyjaśnia, kiedy wykorzystujemy dany wzór)
- wykorzystuje do obliczeń dane znamionowe urządzeń elektrycznych oraz pojęcie sprawności
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: buduje proste ogniwo i bada jego właściwości, bada zależność $U(I)$ (oraz wyznacza SEM i opór wewnętrzny źródła napięcia); przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń (sporządza i interpretuje wykres zależności $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarów, określa współczynnik kierunkowy), formułuje wnioski (planuje i modyfikuje doświadczenie)
- podaje przykłady źródeł napięcia; opisuje budowę ogniwa
- posługuje się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródła; podaje (i interpretuje) prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do (wyjaśniania zjawisk) i obliczeń
- rysuje wykres zależności $U(I)$ uwzględniający SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny (interpretuje nachylenie prostej i punkty przecięcia z osiami; analizuje zależność $I(U)$); stosuje do obliczeń wzór na siłę elektromotoryczną
- rozwiązuje typowe (proste) zadania i problemy dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania
- opisuje obwody elektryczne, w których występują oczka; zaznacza na ich schematach kierunki przepływu prądu

- analizuje dodawanie i odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii (podaje drugie prawo Kirchhoffa), interpretuje je jako przykład zasady zachowania energii; stosuje je do wyjaśniania zjawisk i obliczeń
- na wybranym przykładzie opisuje zastosowanie praw Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące obwodów elektrycznych, w których także wykorzystano prawa Kirchhoffa;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące obwodów elektrycznych, także z wykorzystaniem praw Kirchhoffa
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Prąd stały”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu „Prąd stały”
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Prąd stały”, w szczególności: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, rysuje i interpretuje wykresy; rysuje i opisuje schematy obwodów elektrycznych; uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Prąd stały”; sporządza i interpretuje wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia odpowiedzi, stwierdzenia i rozwiązania (wykazuje podane zależności), ilustruje je graficznie (projektuje i analizuje układy elektryczne)

Pole magnetyczne

Uczeń:

- opisuje oddziaływanie między biegunami magnesów stałych; posługuje się pojęciem biegunów magnetycznych Ziemi (rozdziela ferromagnetyki, paramagnetyki i diamagnetyki; opisuje jakościowo podstawowe właściwości i zastosowania ferromagnetyków)
- posługuje się pojęciem domen magnetycznych (opisuje zmiany układu domen pod wpływem namagnesowania ferromagnetyku)
- doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych; przedstawia wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- posługuje się pojęciem pola magnetycznego, wymienia jego źródła; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, rozpoznaje bieguny magnesu i wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą igły magnetycznej lub kompasu
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące pola magnetycznego magnesów stałych; uzasadnia odpowiedzi
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem: prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; buduje elektromagnes i obrazuje jego działanie; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), określa ich zwrot
- opisuje budowę i działanie elektromagnesu; wymienia (i omawia) przykłady zastosowania elektromagnesów
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
- rozwiązuje nietypowe zadania i problemy dotyczące pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków; uzasadnia odpowiedzi
- posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką; opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej, określa jego kierunek i zwrot
- analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną; podaje, interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na siłę Lorentza; określa kierunek i zwrot siły Lorentza
- omawia przykłady pól magnetycznych w przyrodzie i technice oraz naturę siły magnetycznej, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych
- analizuje oddziaływanie pola magnetycznego i pola elektrycznego na cząstkę naładowaną

- poruszającą się w selektorze prędkości, korzystając z opisu tego urządzenia
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza; uzasadnia odpowiedzi
- analizuje siłę Lorentza działającą na cząstkę naładowaną poruszającą się w jednorodnym polu magnetycznym oraz tor cząstki w zależności od kierunku jej ruchu względem linii pola: wzdłuż linii, prostopadłe do nich (i pod dowolnym do nich kątem)
- wyznacza promień okręgu, po którym porusza się cząstka naładowana w polu magnetycznym, i okres jej obiegu, interpretuje otrzymane wzory (i stosuje je do obliczeń)
- opisuje, że pole magnetyczne Ziemi stanowi osłonę przed wiatrem słonecznym (wyjaśnia mechanizm powstawania zorzy polarnej)
- wskazuje przykłady wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną (omawia cyklotron); posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)
- analizuje i opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem; wyjaśnia, że siła elektrodynamiczna i siła Lorentza to określenia siły magnetycznej w szczególnych sytuacjach
- interpretuje (i wyprowadza) wzór na siłę elektrodynamiczną; oblicza wartość siły elektrodynamicznej i wyznacza jej kierunek oraz zwrot
- wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych (oraz inne przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące siły elektrodynamicznej
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące siły elektrodynamicznej
- opisuje zależność indukcji pola magnetycznego wokół prostego przewodu od natężenia prądu, odległości od niego i rodzaju ośrodka; posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej
- uzasadnia, interpretuje i stosuje do obliczeń związków wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, pętli i długiej zwojnicy
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)
- wyznacza i opisuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Pole magnetyczne”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu „Pole magnetyczne”
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Pole magnetyczne”, w szczególności: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu Pole magnetyczne; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia (wykazuje lub udowadnia podane zależności)

Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny

Uczeń:

- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstrowa zjawisko indukcji

elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy; bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)

- opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej, odróżnia to zjawisko od indukcji magnetycznej i wskazuje przykłady jego zastosowania; posługuje się pojęciami prądu indukcyjnego i siły elektromotorycznej indukcji (SEM)
- omawia eksperyment Faradaya (oraz inne niż omówione wcześniej sposoby wytwarzania prądu elektrycznego przez zmiany pola magnetycznego)
- podaje regułę Lenza wyjaśnia, że wynika ona z zasady zachowania energii i stosuje się ją do określania kierunku przepływu prądu indukcyjnego; omawia budowę oraz zasadę działania mikrofonu i głośnika
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej; uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej; uzasadnia odpowiedzi
- posługuje się pojęciem strumienia pola magnetycznego wraz z jego jednostką (interpretuje wzór na strumień pola magnetycznego przez powierzchnię), oblicza strumień, gdy pole jest jednorodne
- analizuje ruch pręta po szynach w polu magnetycznym, a na tej podstawie wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji
- podaje (interpretuje i stosuje do wyjaśniania zjawisk) prawo indukcji Faradaya; wyjaśnia, kiedy zmienia się strumień pola magnetycznego
- oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia pola magnetycznego
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Faradaya
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Faradaya
- wyjaśnia, jak powstaje napięcie przemienne na przykładzie ramki obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym; opisuje jakościowo przemiany energii podczas działania prądnicy
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: porównuje napięcie maksymalne i skuteczne; opisuje i analizuje wyniki pomiaru, odczytu i obserwacji, formułuje wnioski
- opisuje cechy prądu przemiennego; (opisuje i analizuje zależność napięcia od czasu); posługuje się pojęciami napięcia i natężenia skutecznego; rozróżnia wartości napięcia i natężenia: chwilowe, maksymalne i skuteczne
- stosuje wzory na napięcie i natężenie skuteczne do obliczania napięcia i natężenia skutecznego dla przebiegu sinusoidalnego (uzasadnia zależność między napięciem skutecznym a napięciem maksymalnym na podstawie zależności mocy prądu od czasu)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące prądu przemiennego; stosuje do obliczeń prawo Ohma, związek mocy wydzielonej na oporniku z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem; wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych; wykonuje obliczenia, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące prądu przemiennego; analizuje wynik rozwiązania, uzasadnia podane stwierdzenia i/lub zależności
- opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada działanie bezpiecznika; omawia wyniki obserwacji, formułuje wniosek
- opisuje funkcję izolacji i bezpieczników przeciążeniowych; rozpoznaje symbol graficzny bezpiecznika); wyjaśnia funkcję wyłączników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego
- opisuje warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej; wyjaśnia, jak udzielić pierwszej pomocy osobie po porażeniu elektrycznym
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej; uzasadnia odpowiedzi
- rysuje siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym; na podstawie tego rysunku omawia zasadę działania silnika elektrycznego, posługując się pojęciem momentu sił
- opisuje budowę i zasadę działania prądnicy; opisuje przemiany energii podczas jej działania (wymienia przykłady zastosowania prądnic)
- porównuje silnik i prądnicę; wyjaśnia, jakie zjawisko fizyczne stanowi podstawę działania prądnicy, a jakie – silnika

- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy; uzasadnia odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy;
- opisuje zjawisko indukcji wzajemnej;
- opisuje budowę i zasadę działania transformatora, przedstawia jego uproszczony model, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczb zwojów; podaje (i opisuje) zastosowania transformatorów
- stosuje równanie transformatora do wyjaśniania zjawisk i obliczeń (uzasadnia to równanie; omawia przesyłanie energii elektrycznej)
- oblicza SEM samoindukcji
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, dotyczącymi zjawisk indukcji wzajemnej
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące transformatora
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące transformatora; uzasadnia odpowiedzi
- doświadczalnie demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; bada działanie diod; opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej zastosowanie (w prostownikach) oraz jako źródła światła – diody LED
- wyjaśnia funkcję prostownika, wskazuje przykłady jego zastosowań (rozpoznaje graficzny symbol diody na schematach obwodów)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące diod
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące diod
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny”, w szczególności: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; rysuje i interpretuje wykresy; uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny”; ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia (wykazuje lub udowadnia podane zależności)