

WYMAGANIE EDUKACYJNE NA POSZCZEGÓLNE OCENY

FIZYKA KLASA III POZIOM ROZSZERZONY

NA OCENĘ DOPUSZCZAJĄCĄ UCZEŃ:

- informuje, czym planeta różni się od gwiazdy
- wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej
- wymienia rodzaje ciał niebieskich w Układzie Słonecznym: Słońce, planety, planety karłowate, księżyce, planetoidy, komety
- wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał
- podaje i interpretuje związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem
- interpretuje wzór na pracę wykonaną przez siły zewnętrzne podczas przemieszczania się ciała, na które działa siła grawitacji
- posługuje się pojęciem *drugiej prędkości kosmicznej* zwanej prędkością ucieczki
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
 - związane z opisem budowy Układu Słonecznego
 - dotyczące Księżyca
 - korzystając z prawa powszechnego ciążenia
 - związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity
 - z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera
 - związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
 - związane z siłami pływowymi;
- opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków elektrycznych i wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości; posługuje się pojęciem *ładunku elektrycznego* jako wielokrotności ładunku elementarnego, wraz z jego jednostką
- opisuje sposoby elektryzowania ciał przez: potarcie, dotyk i indukcję
- odróżnia przewodniki od izolatorów
- posługuje się pojęciem *pola elektrycznego* do opisu oddziaływania elektrycznego; rozróżnia źródło pola i ładunek próbny
- ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; rozróżnia pole centralne i pole jednorodne
- opisuje pole elektryczne wokół dwóch ładunków punktowych
- porównuje pole na zewnątrz jednorodnie naładowanego ciała sferycznie symetrycznego z polem wytwarzanym przez taki sam ładunek punktowy zgromadzony wewnątrz niego
- porównuje elektryczną energię potencjalną z energią potencjalną grawitacji w przypadku pola jednorodnego i pola centralnego
- wyjaśnia działanie piorunochronu
- opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię elektryczną
- opisuje jakościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - demonstruje oddziaływanie ciał naelektryzowanych i elektryzowanie ciał
 - bada oddziaływanie ciała naelektryzowanego z ciałem elektrycznie obojętnym;
 - opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania
 - z wykorzystaniem prawa Coulomba
 - dotyczące pola elektrycznego
 - związane z opisem pola elektrycznego pochodzącego z wielu źródeł
 - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym
 - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
 - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym

- dotyczące kondensatorów,
- opisuje przewodnictwo – przepływ prądu elektrycznego w metalach, elektrolitach i gazach; określa umowny kierunek przepływu prądu
- posługuje się pojęciem *natężenia prądu elektrycznego* wraz z jego jednostką
- posługuje się podstawowymi pojęciami związanymi z obwodem elektrycznym; odróżnia źródło napięcia od odbiornika energii elektrycznej; omawia hydrauliczny odpowiednik obwodu elektrycznego
- rozpoznaje wybrane symbole graficzne stosowane w obwodach elektrycznych
- posługuje się woltomierzem i amperomierzem
- opisuje i rozróżnia połączenia szeregowo i równoległe w obwodach elektrycznych, przedstawia je na schematycznych rysunkach
- omawia zastosowania połączeń szeregowych i równoległych i podaje ich przykłady
- posługuje się pojęciem *oporu elektrycznego* wraz z jego jednostką; rozróżnia opornik i potencjometr
- rozróżnia podstawowe sposoby łączenia oporników
- posługuje się pojęciem *oporu zastępczego*
- rozróżnia przewodniki, półprzewodniki i izolatory
- posługuje się pojęciami *pracy prądu elektrycznego* i *mocy prądu elektrycznego* wraz z ich jednostkami; stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami; przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie
- wskazuje przykłady źródeł napięcia; opisuje budowę ogniwa
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: sprawdza przepływ prądu przez elektrolit; opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu
 - dotyczące obwodów elektrycznych
 - dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów
 - z wykorzystaniem prawa Ohma
 - z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe oraz prawa Ohma
 - dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury
 - dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
 - dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia,
- opisuje oddziaływanie między biegunami magnesów stałych; posługuje się pojęciem *biegunów magnetycznych Ziemi*
- 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
- opisuje budowę i działanie elektromagnesu; wymienia przykłady zastosowania elektromagnesów
- wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - magnesuje stalowy spinacz oraz stalowy gwóźdź i bada ich właściwości, doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych
 - obserwuje ruch jonów w polu magnetycznym;
 - przedstawia i/lub opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:
 - ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych
 - ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
 - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
 - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
 - siły elektrodynamicznej
 - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem,
- informuje, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej; podaje przykłady jego zastosowania

- odróżnia prąd przemienny od prądu stałego
- opisuje funkcję izolacji i bezpieczników przeciążeniowych; rozpoznaje symbol graficzny bezpiecznika
- opisuje warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej; informuje, jak udzielić pierwszej pomocy osobie po porażeniu elektrycznym
- wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych
- podaje przykłady zastosowania prądnic
- rozpoznaje graficzny symbol diody na schematach obwodów
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya
 - dotyczące prądu przemiennego
 - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej
 - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy
 - dotyczące transformatora
 - dotyczące diod,

DITYCZY WSZYSTKICH DZIAŁÓW:

Wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych

NA OCENĘ DOSTATECZNĄ UCZEŃ:

- opisuje rzeczywisty ruch planet wokół Słońca
- wyjaśnia ruch planet wokół Słońca, opierając się na działaniu siły grawitacji pełniącej funkcję siły dośrodkowej
- podaje najważniejsze fakty z historii wiedzy astronomicznej
- opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; wyjaśnia ruch planet wokół Słońca i księżyców wokół planet
- posługuje się pojęciami *jednostki astronomicznej* i *roku świetlnego*; stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- opisuje i wyjaśnia powstawanie faz Księżyca, doświadczalnie demonstruje mechanizm tego zjawiska na modelu
- opisuje i wyjaśnia mechanizm zaćmień Księżyca i Słońca, wykorzystując prostoliniowe rozchodzenie się światła
- wyjaśnia, za pomocą opisu ruchu obrotowego i obiegowego Księżyca, dlaczego z Ziemi jest widoczna tylko jedna strona Księżyca
- opisuje powierzchnię Księżyca
- posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego
- wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; stosuje go do obliczeń
- 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 wpływ siły grawitacji pochodzącej od planet na ruch ich księżyców
- opisuje ruch ciała pod wpływem siły grawitacji; podaje treść pierwszego prawa Keplera i stosuje je do wyjaśniania zjawisk
- podaje treść drugiego prawa Keplera
- podaje treść trzeciego prawa Keplera, stosuje to prawo do obliczeń dla orbit kołowych i eliptycznych
- oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie parametrów opisujących ruch jego satelity
- interpretuje wzór na energię potencjalną grawitacji oraz wykazuje, że energia potencjalna grawitacji jest zawsze ujemna
- oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji
- oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich
- opisuje przypyły i odpływy morskie, wymienia ich przyczyny
- interpretuje wzór na siłę pływową, oblicza wartość sił pływowych

- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
 - związane z opisem budowy Układu Słonecznego
 - dotyczące Księżyca
 - z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia
 - związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity
 - z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera
 - związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
 - związane z siłami pływowymi,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu *Grawitacja i elementy astronomii*, w szczególności obserwacji astronomicznych
- analizuje tekst *Rok na Czerwonej Planecie*; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów
- dokonuje syntezy wiedzy z tego działu; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- posługuje się zasadą zachowania ładunku elektrycznego i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk
- wyjaśnia mechanizm elektryzowania na podstawie wiadomości o mikroskopowej budowie materii
- podaje i interpretuje prawo Coulomba, posługuje się pojęciem *stałej elektrycznej* wraz z jej jednostką; oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków elektrycznych, stosując prawo Coulomba; stosuje to prawo do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki folii aluminiowej
- 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
- posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką, określa kierunek i zwrot tego wektora i oblicza jego wartość; oblicza wartość natężenia pola wytworzonego przez pojedynczy ładunek w odległości r od niego
- zaznacza wektor natężenia pola; opisuje pole centralne i pole jednorodne; interpretuje zagęszczenie linii jako miarę natężenia pola
- analizuje i wyznacza natężenie pola wytwarzanego przez układ dwóch ładunków punktowych; oblicza jego wartość
- opisuje i ilustruje graficznie pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków
- posługuje się pojęciem *energii potencjalnej ładunku* w polu elektrycznym
- opisuje i oblicza zmianę energii potencjalnej ładunku podczas jego przemieszczania się w polu centralnym i polu jednorodnym
- posługuje się pojęciami *potencjału pola* i *napięcia elektrycznego* wraz z ich jednostkami; oblicza potencjał w polu jednorodnym i polu centralnym
- interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na natężenie pola jednorodnego; wykazuje równość jednostek 1 V/m i 1 N/C
- opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya) oraz duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika
- analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku ruchu zgodnie 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
- porównuje ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji – rzutem pionowym i rzutem poziomym; opisuje podobieństwa i różnice
- opisuje ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego; oblicza natężenie pola między jego okładkami
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika
 - bada: rozkład ładunku w naładowanym przewodniku, działanie metalowego ostrza, układ linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola
 - demonstrowa przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoc iskry)

przedstawia na schematycznych rysunkach i opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski

- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania
 - z wykorzystaniem prawa Coulomba
 - dotyczące pola elektrycznego
 - związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł
 - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym
 - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
 - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym
 - dotyczące kondensatorów,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu *Pole elektryczne*
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Pole elektryczne*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez poprzeczny przekrój przewodnika
- wyjaśnia wyniki obserwacji przepływu prądu przez elektrolit
- rysuje i opisuje (czyta) schematy obwodów elektrycznych, posługując się symbolami graficznymi stosowanymi w obwodach elektrycznych
- posługuje się miernikiem uniwersalnym; określa niepewność pomiaru zarówno za pomocą miernika analogowego, jak i cyfrowego, posługując się klasą przyrządu pomiarowego
- mierzy napięcie między biegunami żarówki i natężenie płynącego przez nią prądu, zapisuje wynik wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności
- interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk
- opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniów lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii, stosuje ją do obliczeń
- stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia w przypadku przewodników (prawo Ohma); posługuje się tym prawem
- omawia sposób wyznaczenia oporu zastępczego w przypadku różnych układów połączeń oporników
- wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle
- stosuje do obliczeń wzór na opór przewodnika
- opisuje przewodniki, półprzewodniki i izolatory; omawia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników
- opisuje i stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule’a Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem
- wykorzystuje do obliczeń dane znamionowe urządzeń elektrycznych oraz pojęcie *sprawności*
- posługuje się pojęciami *oporu wewnętrznego* i *siły elektromotorycznej* jako cechami źródła; podaje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do obliczeń
- rysuje wykres zależności $U(I)$, uwzględniający SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny; stosuje do obliczeń wzór na siłę elektromotoryczną $\epsilon = U + I \cdot r$
- opisuje obwody elektryczne, w których występują oczka; zaznacza na ich schematach kierunki przepływu prądu
- podaje drugie prawo Kirchhoffa
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa; bada dodawanie napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo
 - bada zależność między natężeniem prądu i napięciem dla opornika, buduje potencjometr i sprawdza jego działanie
 - bada zależność jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia
 - buduje proste ogniwo i bada jego właściwości, bada zależność $U(I)$;
- przedstawia i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności; sporządza wykres badanej zależności, dopasowuje prostą i interpretuje jej nachylenie; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu

- dotyczące obwodów elektrycznych
- dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów
- z wykorzystaniem prawa Ohma
- z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma
- dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury
- dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
- dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia
- dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu *Prąd stały*
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Prąd stały*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- rozróżnia ferromagnetyki, paramagnetyki i diamagnetyki; opisuje jakościowo podstawowe właściwości i zastosowania ferromagnetyków; posługuje się pojęciem *domen magnetycznych*
- analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji dotyczącej doświadczalnej ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych; modyfikuje przebieg doświadczenia
- uzasadnia, że z polem magnetycznym jest związana energia potencjalna
- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), określa ich zwrot
- omawia przykłady zastosowania elektromagnesów
- posługuje się pojęciem *wektora indukcji magnetycznej* wraz z jego jednostką (1 T); 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
- 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 i prostopadle do nich
- stosuje do obliczeń wzory: na promień okręgu, po którym porusza się cząstka naładowana w polu magnetycznym, i na okres jej obiegu
- informuje, że pole magnetyczne Ziemi stanowi osłonę przed wiatrem słonecznym
- podaje przykłady wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną
- analizuje i opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem; wyjaśnia, że siła elektrodynamiczna i siła Lorentza to określenie siły magnetycznej w szczególnych sytuacjach
- interpretuje wzór na siłę elektrodynamiczną, oblicza wartość tej siły, wyznacza jej kierunek i zwrot
- 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 związki wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, pętli i długiej zwojnicy
- opisuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem: prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; buduje elektromagnes i obrazuje jego działanie
 - wykazuje, że wewnątrz magnesu występuje pole magnetyczne
 - bada oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem, obserwuje obraz włókna żarówki po zbliżeniu magnesu
 - bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd;
 - analizuje, opisuje lub wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące:
 - ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych
 - ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
 - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza

- ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
- siły elektrodynamicznej
- indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu *Pole magnetyczne*, w szczególności: pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych, pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków, wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Pole magnetyczne*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- 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
- podaje regułę Lenza
- posługuje się pojęciem *strumienia pola magnetycznego* wraz z jego jednostką, oblicza strumień, gdy pole jest jednorodne
- podaje prawo indukcji Faradaya; informuje, kiedy zmienia się strumień pola magnetycznego
- oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia pola magnetycznego
- wyjaśnia, jak powstaje napięcie przemienne, na przykładzie ramki obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym; opisuje jakościowo przemiany energii podczas działania prądnicy
- opisuje cechy prądu przemiennego; posługuje się pojęciami *napięcia skutecznego* 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 w przypadku ich przebiegu sinusoidalnego
- opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego
- wyjaśnia funkcję wyłączników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego
- opisuje budowę i zasadę działania prądnicy oraz przemiany energii podczas jej działania
- porównuje silnik z prądnicą; wyjaśnia, jakie zjawisko fizyczne stanowi podstawę działania prądnicy, a jakie – silnika
- opisuje zjawisko indukcji wzajemnej; opisuje budowę i zasadę działania transformatora, przedstawia jego uproszczony model, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczby zwojów; podaje zastosowania transformatorów
- stosuje równanie transformatora do wyjaśniania zjawisk i obliczeń
- opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej zastosowanie jako źródła światła – diody LED
- wyjaśnia funkcję prostownika, wskazuje przykłady jego zastosowań
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego
 - demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; bada działanie diody przedstawia, opisuje i analizuje wyniki pomiarów i/lub obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya
 - dotyczące prądu przemiennego
 - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej
 - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy
 - dotyczące transformatora
 - dotyczące diod,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu *Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny*, w szczególności zjawisk indukcji wzajemnej
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

DOTYCZY WSZYSTKICH DZIAŁÓW:

Posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, posługuje się kalkulatorem, rysuje i interpretuje wykresy, stosuje do obliczeń poznane zależności i prawa, uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania

NA OCENĘ DOBRĄ UCZEŃ:

- opisuje ruch planet na sferze niebieskiej i pozorny obrót sfery niebieskiej
- przedstawia rozwój poglądów od teorii Ptolemeusza do teorii Newtona
- opisuje planety pozasłoneczne i poszukiwania życia pozaziemskiego
- omawia budowę poszczególnych rodzajów planet Układu Słonecznego
- wymienia konsekwencje braku atmosfery Księżyca
- wykazuje, że zależność $g(R)$ jest proporcjonalnością prostą; omawia wybrane metody wyznaczania stałej grawitacji
- wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na przyspieszenie grawitacyjne i ciężar ciała na Ziemi
- posługuje się pojęciem *poła grawitacyjnego* do opisu oddziaływania grawitacyjnego
- podaje przykłady torów ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji innych niż elipsa
- interpretuje drugie prawo Keplera jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu
- interpretuje trzecie prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciążenia
- uzasadnia trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych i eliptycznych; wyprowadza wzór wyrażający związek między masą ciała niebieskiego a parametrami, które opisują ruch jego satelity
- ilustruje na wykresie zależność energii potencjalnej grawitacji ciała od odległości od jej źródła
- analizuje zmiany energii potencjalnej i kinetycznej w ruchu planety po orbicie eliptycznej, stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu orbitalnego
- wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną
- wyjaśnia mechanizm powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i Słońca
- przeprowadza wybrane obserwacje astronomiczne, korzystając z ich opisów
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
 - związane z opisem budowy Układu Słonecznego
 - dotyczące Księżyca
 - wykorzystując prawo powszechnego ciążenia
 - związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity
 - z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera
 - związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
 - związane z siłami pływowymi
 - oraz uzasadnia odpowiedzi, podane stwierdzenia i zależności
- samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu *Grawitacja i elementy astronomii*, w szczególności dotyczące:
 - gwiazd i planet
 - budowy Układu Słonecznego
 - sił pływowych;
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów
- opisuje na przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrycznych
- opisuje polaryzację cząsteczki izolatora (dielektryka) i na tej podstawie wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki papieru
- wykazuje, że zmiany pola elektrycznego rozchodzą się z prędkością światła
- wyjaśnia wyniki obserwacji układu linii pola elektrycznego wokół przewodnika
- analizuje natężenie pola wytwarzanego przez kilka ładunków, wyznacza wektor natężenia pola we wskazanych punktach
- analizuje pracę podczas przemieszczania ładunku w polu elektrycznym jako zmianę jego energii potencjalnej

- 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 od źródła pola
- wyprowadza wzór na natężenie pola jednorodnego
- wyjaśnia wyniki obserwacji: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola
- wykazuje, że natężenie pola przy powierzchni naładowanej metalowej kuli jest odwrotnie proporcjonalne do jej promienia
- wyjaśnia mechanizm powstawania burz; opisuje zjawisko ekranowania zewnętrznego pola elektrycznego przez swobodne ładunki w przewodniku
- analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku, gdy cząstka ma prędkość początkową skierowaną pod kątem do linii pola; porównuje ten ruch z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji (z rzutem ukośnym)
- wyjaśnia wyniki obserwacji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoc iskry)
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji):
 - demonstracji oddziaływania ciał naelektryzowanych i elektryzowania ciał
 - badania: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola
 - demonstracji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoc iskry)
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania oraz pola elektrycznego
 - z wykorzystaniem prawa Coulomba
 - związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł
 - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym
 - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
 - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym
 - dotyczące kondensatorów
 oraz ilustruje zjawisko lub problem graficznie; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania
- poszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego działu, w szczególności dotyczące:
 - oddziaływań elektrycznych
 - praktycznego wykorzystania rozkładu ładunków w przewodnikach (np. generator Van de Graaffa) oraz ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym (np. akceleratory);
 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Generator Kelvina*, w szczególności wykonuje i demonstruje model generatora Kelvina
- odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego i rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku
- uzasadnia z definicji napięcia zasadę dodawania napięć w układzie ogniów lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii
- omawia zastosowania oporników i potencjometrów
- analizuje i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową oporników (zgodną z prawem Ohma), ustala zakresy wartości I i U
- analizuje i rysuje schematy układów oporników
- wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo i równolegle
- analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem *oporu właściwego materiału* i jego jednostką
- opisuje i wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników; wyjaśnia, dlaczego żarówka nie spełnia prawa Ohma
- analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma); porównuje wykresy $\rho(T)$ dla przewodnika, półprzewodnika i nadprzewodnika

- wyjaśnia wyniki obserwacji doświadczalnego badania zależności jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia
- wyjaśnia, kiedy wykorzystujemy związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a Lenza) z natężeniem prądu i oporem, a kiedy – z napięciem i oporem
- doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny źródła napięcia, sporządza i interpretuje wykres zależności $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarów, określa współczynnik kierunkowy
- interpretuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do wyjaśniania zjawisk
- interpretuje nachylenie zależności $U(I)$, uwzględniającej SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny, i punkty przecięcia prostej z osiami; analizuje zależność $I(U)$
- analizuje, czy wykonać dodawanie, czy odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii; interpretuje drugie prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania energii i stosuje je do wyjaśniania zjawisk i obliczeń
- na wybranym przykładzie opisuje zastosowanie praw Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji):
 - demonstracji pierwszego prawa Kirchhoffa; badania dodawania napięć w układzie ogniwo połączonych szeregowo
 - badania zależności między natężeniem prądu a napięciem dla opornika, zbudowania potencjometru i sprawdzania jego działania
 oraz sporządza wykres badanej zależności, uwzględniając niepewności pomiarów
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu
 - dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów
 - z wykorzystaniem prawa Ohma oraz wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle
 - dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury
 - dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
 - dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia
 - dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa
 - sporządza i interpretuje wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia odpowiedzi, stwierdzenia i rozwiązania; ilustruje graficznie podane zależności; analizuje otrzymany wynik
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą przewodnictwa elektrycznego oraz wykorzystania zależności oporu od wymiarów przewodnika, oporu właściwego i temperatury
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu *Prąd stały*; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
- opisuje zmiany układu domen pod wpływem namagnesowania ferromagnetyku
- 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
- analizuje tor cząstki poruszającej się w jednorodnym polu magnetycznym w dowolnym kierunku względem linii pola
- wyznacza promień okręgu, który stanowi tor, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym, i okres jej obiegu; interpretuje otrzymane wzory
- omawia zasadę działania cyklotronu
- wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną
- wskazuje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej (inne niż silniki elektryczne)
- analizuje i wyznacza siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych;
- ^Domawia zależność siły magnetycznej i siły elektrycznej od układu odniesienia

- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) oraz wyjaśnia wyniki obserwacji:
 - ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem: prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; zobrazowania działania skonstruowanego elektromagnesu
 - badania oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik z prądem, badania zmian obrazu włókna świecącej żarówki po zbliżeniu magnesu
 - badania oddziaływania przewodników, w których płynie prąd
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące:
 - ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych
 - pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
 - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
 - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
 - siły elektrodynamicznej
 - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem
 - oraz: ilustruje lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu *Pole magnetyczne*, w szczególności dotyczące:
 - pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych
 - pola magnetycznego wytwarzanego przez ładunki w ruchu
 - wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się naładowaną cząstkę;
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Kierunek linii ziemskiego pola magnetycznego*, w szczególności buduje kompas inklinacyjny
- opisuje inne niż omówiono sposoby wytwarzania prądu elektrycznego – przez zmiany pola magnetycznego
- wyjaśnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii i stosuje ją do określania kierunku przepływu prądu indukcyjnego; omawia budowę oraz zasadę działania mikrofonu i głośnika
- interpretuje wzór na strumień pola magnetycznego przez powierzchnię; wyjaśnia sposób obliczenia strumienia, gdy pole nie jest jednorodne
- analizuje ruch pręta po szynach w polu magnetycznym, a na tej podstawie wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji
- interpretuje i stosuje prawo indukcji Faradaya do wyjaśniania zjawisk
- opisuje i analizuje zależność napięcia od czasu dla prądu przemiennego
- 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*
- ^Dopisuje budowę i działanie najczęściej stosowanych silników elektrycznych, wymienia ich zastosowania
- uzasadnia równanie transformatora
- opisuje zastosowania transformatorów; omawia przesyłanie energii elektrycznej
- ^Dopisuje jakościowo zjawisko samoindukcji, podaje przykłady jego znaczenia w urządzeniach elektrycznych; oblicza SEM samoindukcji
- przedstawia zastosowanie diody w prostownikach
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
 - bada działanie głośników
 - porównuje napięcie maksymalne i skuteczne; opisuje i analizuje wyniki pomiaru, odczytu i obserwacji, formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki pomiarów i/lub obserwacji oraz/lub planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji):
 - demonstracji zjawiska indukcji elektromagnetycznej i jego związku ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; badania kierunku przepływu prądu indukcyjnego
 - demonstracji roli diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; badania działania diod

- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego
 - dotyczące prądu przemiennego
 - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej
 - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy
 - dotyczące transformatora
 - dotyczące diod
 - oraz: ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia i/lub zależności, analizuje wynik rozwiązania, analizuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody
- analizuje tekst *Dynamo we wnętrzu Ziemi*, wyodrębnia z niego informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów; prezentuje wyniki doświadczeń domowych
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe dotyczące treści działu *Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny*, w szczególności:
 - zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz prądów wirowych
 - zjawisk indukcji wzajemnej;
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów

NA OCENĘ BARDZO DOBRĄ UCZEŃ:

- wykazuje, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu
 - rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści działu *Grawitacja i elementy astronomii*, w szczególności:
 - związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
 - związane z opisem budowy Układu Słonecznego
 - dotyczące Księżyca
 - z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia
 - związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity
 - z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera
 - związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
 - związane z siłami pływowymi
 - oraz wykazuje podane zależności, ilustruje je graficznie
 - planuje i modyfikuje przebieg przedstawionych obserwacji astronomicznych; prezentuje wyniki własnych obserwacji astronomicznych
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Grawitacja i elementy astronomii*; formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy:
 - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania
 - wykorzystując prawo Coulomba
 - dotyczące pola elektrycznego
 - związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł
 - związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym
 - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
 - dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym
 - dotyczące kondensatorów
 - oraz wykazuje i/lub ilustruje graficznie podane zależności; formułuje i weryfikuje hipotezy
 - planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Pole elektryczne*; formułuje i weryfikuje hipotezy
 - planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń, w szczególności badania charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki i grafitu
 - rozwiązuje złożone zadania lub problemy:

- dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu
- dotyczące obwodów elektrycznych
- dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów
- z wykorzystaniem prawa Ohma
- z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma
- dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury
- dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
- dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia
- dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa
- oraz: projektuje i analizuje układy elektryczne, rysuje ich schematy; wykazuje poprawność podanych zależności
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Prąd stały*; formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
 - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
 - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
 - siły elektrodynamicznej
 - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem
 - oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Pole magnetyczne*; formułuje i weryfikuje hipotezy
- omawia bramki logiczne
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego
 - dotyczące prądu przemiennego
 - dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej
 - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy
 - dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji
 - dotyczące diod i tranzystorów
 - oraz: wykazuje lub udowadnia podane zależności, projektuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody
- projektuje i wykonuje doświadczenia, np. buduje i demonstrowa działający model silnika elektrycznego, buduje układy elektroniczne złożone z diod; formułuje i weryfikuje hipotezy
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny*; formułuje i weryfikuje hipotezy

NA OCENĘ CELUJĄCĄ UCZEŃ:

- wyprowadza wzór na siłę pływową
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści działu *Grawitacja i elementy astronomii*, w szczególności:
 - związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi
 - związane z opisem budowy Układu Słonecznego
 - dotyczące Księżyca
 - z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia
 - związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity
 - z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera
 - związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii
 - związane z siłami pływowymi
- rozwiązuje nietypowe, zadania lub problemy:
 - dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania

- wykorzystując prawo Coulomba
- dotyczące pola elektrycznego
- związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł
- związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym
- związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
- dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym
- dotyczące kondensatorów
- rozwiązuje nietypowe, zadania lub problemy:
 - dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu
 - dotyczące obwodów elektrycznych
 - dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów
 - z wykorzystaniem prawa Ohma
 - z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma
 - dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury
 - dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego
 - dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia
 - dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące:
 - wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
 - ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
 - siły elektrodynamicznej
 - indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 - z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego
 - dotyczące prądu przemiennego
 - dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy
 - dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji
 - dotyczące diod i tranzystorów