**Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z fizyki w klasie 3 LO- poziom rozszerzony**

# Zasady ogólne

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający – łatwe; na stopień dostateczny – umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
3. W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne).

# Wymagania ogólne – uczeń:

* wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,
* rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,
* planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

* + sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
	+ kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
	+ posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
	+ samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,
	+ uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
	+ współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

# Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

(wymagania na kolejne oceny się **kumulują** - obejmują również wymagania na oceny niższe)

| Ocena |
| --- |
| **dopuszczająca** | dostateczna | dobra | bardzo dobra | celująca |
| 11. Grawitacja i elementy astronomii |
| **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;

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki oraz wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **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 przypływy 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,

w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i astronomicznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem naukowym, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; interpretuje zależności* 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
 | **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; Domawia wybrane metody wyznaczania stałej grawitacji
* 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 | **Uczeń:*** wykazuje, że drugie prawo Keplera jest konsekwencję 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
 | **Uczeń:*** Dwyprowadza 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
 |
| **12. Pole elektryczne** |
| **Uczeń:*** opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków elektrycznych i wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości; posługuje się pojęciem *ładunku elektrycznego* jako wielokrotnością 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,

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** 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
* **demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok 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,

w szczególności: ilustruje zjawisko lub problem na schematycznym rysunku; posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia odpowiedzi, ocenia podane stwierdzenia; interpretuje zależności* 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
 | **Uczeń:*** 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 obserwacjiukładu 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
* wyjaśnia wyniki obserwacji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok 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, przeskok 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
 | **Uczeń:*** 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
 | **Uczeń:*** 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
 |
| **13. 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 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 szeregowe 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 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,

w szczególności: 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  | **Uczeń:*** 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 miedzy 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 ogniw lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii, stosuje ją 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 $ϵ=U+I∙r$
* 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 ogniw 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,

w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; analizuje, rysuje i opisuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje wykresy zależności *I*(*U*) dla oporników; analizuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje i interpretuje wykresy wskazanych zależności; uzasadnia odpowiedzi* 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
 | **Uczeń:*** odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego i rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku
* uzasadnia z definicji napięcia zasadę dodawania napięć w układzie ogniw 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 $ρ(T)$ dla przewodnika, półprzewodnika
* 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 ogniw 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

oraz: 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
 | **Uczeń:*** 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
 | **Uczeń:*** 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
 |
| **14. Pole magnetyczne** |
| **Uczeń:*** 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 magnetycznegomagnesów 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 polawokół przewodnika z prądem,

w szczególności: 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; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** 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
* 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 związek 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 magnetycznegomagnesów 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 polawokół przewodnika z prądem,

w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi* 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
 | **Uczeń:*** 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 cyklotron
* wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną
* wskazuje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej (inne niż silniki elektryczne)
* analizuje i wyznacza siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych;
* 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 magnetycznegomagnesów stałych
* pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
* wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
* ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
* siły elektrodynamicznej
* indukcji magnetycznej polawokół 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
 | **Uczeń:*** rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
* wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
* ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
* siły elektrodynamicznej
* indukcji magnetycznej polawokół 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
 | **Uczeń:*** rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące:
* wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza
* ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym
* siły elektrodynamicznej
* indukcji magnetycznej polawokół przewodnika z prądem
 |
| **15. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny** |
| **Uczeń:*** informuje, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej; podaje przykłady jego zastosowania
* odróżnia prąd przemienny od prądu stałego
* opisuje funkcję izolacji 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 silnika elektrycznego i prądnicy
	+ dotyczące transformatora
	+ dotyczące diod,

w szczególności: 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  | **Uczeń:*** 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 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 silnika elektrycznego i prądnicy
* dotyczące transformatora
* dotyczące diod,

w szczególności: 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 prawo Ohma, związek mocy wydzielonej na oporniku z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem, wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych, analizuje schematy obwodów zawierających diody i określa, które diody przewodzą, uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania* 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
 | **Uczeń:*** 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; Domawia 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:

– 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 działanie 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 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 | **Uczeń:*** 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 silnika elektrycznego i prądnicy
* dotyczące transformatora dotyczące diod i Dtranzystorów

oraz: wykazuje lub udowadnia podane zależności, projektuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody * projektuje i wykonuje doświadczenia, np. buduje i demonstruje 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
 | **Uczeń:*** 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
* dotyczące diod
 |
| Ocena |
| **dopuszczająca** | dostateczna | dobra | bardzo dobra | celująca |
| **16. Fale elektromagnetyczne**  |
| **Uczeń:*** wskazuje zmianę pola elektrycznego

lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej* wymienia rodzaje fale elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania
* opisuje światło białe jako mieszaninę barw
* stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal
* rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:
	+ powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych
	+ dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
	+ związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali

przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych
* stosuje zależność między długością, prędkością

i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych* posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką
* opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma
* omawia schemat nadawania, rozchodzenia się

i odbierania fal radiowych* opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach
* opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych

z poszczególnych zakresów* opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektro-magnetycznych

na przykładzie światła* opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki
* opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji

od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do obliczeń* opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do obliczeń
* przeprowadza doświadczenia na podstawie

ich opisów: * obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej
* obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, **obserwuje zjawisko interferencji fal**
* obserwuje obraz interferencyjny uzyskany

za pomocą siatki dyfrakcyjnej* rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące:
* powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych
* dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
* związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki

i długością faliw tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje wynik analizie, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub ilustruje je na schematycznych rysunkach * posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących zwłaszcza: fal elektromagnetycznych
* wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania prostych zadań lub problemów
* dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fale elektromagnetyczne*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
 | **Uczeń:*** posługuje się wielkościami związanymi

z mocą światła* opisuje praktyczne znaczenie zjawiska dyfrakcji fal elektromagnetycznych
* stosuje wzory opisujące wzmocnienie

i wygaszenie fali do wyjaśniania zjawisk* stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do wyjaśniania zjawisk oraz udowadnia ten związek
* wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania

lub problemy dotyczące:* powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych
* dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
* interferencji światła

oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia* wyszukuje i analizuje materiały źródłowe,

w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu *Fale elektromagnetyczne* , zwłaszcza dotyczące:* własności i zastosowań fal elektromagnetycznych
* dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych

posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów* prezentuje wyniki własnych obserwacji

i doświadczeń domowych | **Uczeń:*** rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
* fal elektromagnetycznych
* dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
* interferencji światła

oraz uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia, wykazuje lub udowadnia podane związki oraz zależności * projektuje i przeprowadza obserwacje oraz doświadczenia, formułuje i weryfikuje hipotezy
* planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany

z treściami działu *Fale elektromagnetyczne i optyka* | **Uczeń:*** rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące:
* fal elektromagnetycznych
* dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
* interferencji światła
 |