WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI DLA KLASY III TECHNIKUM NR 3

Nr programu: ZSE-T-FIZ-Roz-2019-P

Nazwa programu: Program nauczania fizyki dla technikum zakres rozszerzony, Nowa Era

Podręcznik: „Zrozumieć fizykę 3” Marcin Braun, Agnieszka Seweryn-Byczuk, Krzysztof Byczuk, Elżbieta Wójtowicz

| Ocena |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | Stopień dostateczny | Stopień dobry | Stopień bardzo dobry |
|  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
* 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; Romawia wybrane metody wyznaczania stałej grawitacji
* Rwyjaśnia, jakie czynniki wpływają na przyspieszenie grawitacyjne i ciężar ciała na Ziemi
* Rposługuje się pojęciem *pola grawitacyjnego* do opisu oddziaływania grawitacyjnego
* Rpodaje 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; 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
* Rwyprowadza wzór na siłę pływową
* rozwiązuje nietypowe, 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
 |
|  **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; podaje przykłady zastosowania kondensatorów
* 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
* posługuje się pojęciem *pojemności kondensatora* i jej jednostką (1 F); posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów, stosuje ją do obliczeń
* oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze
* opisuje wpływ dielektryków na pojemność kondensatora; oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną
* 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)**; bada od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego;

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:*** Rwyjaśnia, co to są kwarki i czym się charakteryzują, wskazuje przykłady cząstek zbudowanych z kwarków
* 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
* Ranalizuje 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)
* omawia przykłady zastosowania kondensatorów
* wyjaśnia wyniki obserwacji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego
* uzasadnia i interpretuje wzory na energię kondensatora
* wyjaśnia, odwołując się do polaryzacji dielektryków w polu zewnętrznym, wpływ dielektryków na pojemność kondensatora
* 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)**; bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego
* 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 nietypowe, 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
 |
|  **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:*** wyjaśnia, na czym polegają procesy jonizacji w gazach, informuje, że na to zjawisko wpływają: promieniowanie, wysoka temperatury i duże natężenie pola elektrycznego
* 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 i Rnadprzewodnika
* 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 nietypowe, 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
 |
|  **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
* 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 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; posługuje się definicją ampera w układzie SI – wyjaśnia, że obecnie jest ona oparta na wartości ładunku elementarnego
* Romawia 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 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 nietypowe, 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:*** omawia bramki logiczne
* rozwiązuje nietypowe, 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 i tranzystory* projektuje i wykonuje doświadczenia, np. buduje i demonstruje działający model silnika elektrycznego, buduje układy elektroniczne złożone z diod i tranzystorów; formułuje i weryfikuje hipotezy
* planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny*; formułuje i weryfikuje hipotezy
 |

| **Ocena** |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | **Stopień dostateczny** | **Stopień dobry** | **Stopień bardzo dobry** |
|  **Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych** |
| **Uczeń:*** posługuje się pojęciem *ciśnienia* wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem
* posługuje się pojęciem *gęstości* wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością
* posługuje się pojęciami *ciśnienia hydrostatycznego* i *ciśnienia atmosferycznego*
* posługuje się pojęciem *siły wyporu* oraz prawem Archimedesa dla cieczy i gazów
* posługuje się pojęciami: *energia kinetyczna*, *temperatura*, *energia wewnętrzna*, *zero bezwzględne*
* posługuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi
* rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; wyjaśnia, kiedy ciała znajdują się w stanie równowagi termodynamicznej
* posługuje się pojęciem *ciepła właściwego* wraz z jego jednostką
* rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję
* analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury
* posługuje się pojęciami: *ciepło* *właściwe*, *ciepło przemiany fazowej*, *bilans cieplny*; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania
* wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* i *ciepła przemiany fazowej* w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
	+ związane z przenoszeniem ciśnienia
	+ obserwuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych
	+ demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy
	+ **demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej**
	+ bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza)
	+ **demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych**;

formułuje wnioski* rozwiązuje proste zadania lub problemy:
	+ związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi
	+ związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym
	+ związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesa
	+ wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą
	+ związane z pojęciami *ciepła właściwego* oraz *wartości energetycznej paliw i żywności*
	+ związane z przemianami fazowymi
	+ związane z bilansem cieplnym
	+ związane z rozszerzalnością cieplną
	+ związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie,

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 pojęcie *ciśnienia* do wyjaśniania zjawisk, wyjaśnia zjawiska za pomocą prawa Pascala
* podaje przykłady praktycznych zastosowań prawa Pascala
* stosuje w obliczeniach związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością
* podaje prawo naczyń połączonych i analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych
* stosuje pojęcia *ciśnienia hydrostatycznego* i *ciśnienia atmosferycznego* do wyjaśniania zjawisk
* stosuje w obliczeniach prawo Archimedesa
* analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, opisuje warunki pływania ciał
* przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, posługuje się założeniami tej teorii
* wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami
* opisuje zjawisko dyfuzji oraz ruchy Browna
* wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* w analizie bilansu cieplnego
* opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie
* posługuje się pojęciem *wartości energetycznej paliw i żywności* wraz z jednostką; stosuje to pojęcie w obliczeniach
* opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres *T*(*Q*) dla wody w trzech stanach skupienia
* posługuje się pojęciami *ciepła parowania* i *ciepła topnienia* wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego
* odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia
* wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej* w analizie bilansu cieplnego
* opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
* omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi
* wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody
* podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
* bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia
* **bada proces wyrównywania temperatury ciał**, wyznacza ciepło właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy *T*(*t*)
* **bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym**;

przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi
* związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym
* związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesa
* wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą
* związane z pojęciami *ciepła właściwego* i *wartości energetycznej paliw i żywności*
* związane z przemianami fazowymi
* związane z bilansem cieplnym
* związane z rozszerzalnością cieplną
* związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie,

w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności:
* ciśnienia
* siły wyporu
* przemian fazowych
* dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
 | **Uczeń:*** opisuje zasadę działania wybranych urządzeń hydraulicznych
* doświadczalnie wyznacza ciśnienie atmosferyczne
* wyprowadza wzór na ciśnienie hydrostatyczne; opisuje i wyjaśnia paradoks hydrostatyczny
* wyjaśnia, od czego i jak zależy ciśnienie atmosferyczne; porównuje zmiany ciśnienia w słupie cieczy i słupie powietrza, wyjaśnia różnicę
* uzasadnia (wyprowadza) wzór na siłę wyporu
* Rwyjaśnia, od czego zależy stabilność łodzi
* opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach
* posługuje się pojęciem *fluktuacji*, wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina
* doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, Rdemonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego
* opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia
* Ropisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności
* Rwyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów)
* opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi, porównuje obieg powietrza wynikający z konwekcji, gdyby Ziemia się nie obracała, i na obracającej się Ziemi, uwzględniając siłę Coriolisa; opisuje wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji):
* związanych z przenoszeniem ciśnienia
* dotyczących **badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym**
* dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz **demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych**
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
* związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi
* związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym
* związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesa
* wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą
* związane z pojęciami *ciepła właściwego* i *wartości energetycznej paliw i żywności*
* związane z przemianami fazowymi
* związane z bilansem cieplnym
* związane z rozszerzalnością cieplną
* związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie
* realizuje i prezentuje projekt *Fontanna Herona* opisany w podręczniku
* samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych*, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
 | **Uczeń:*** rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy:
* związane z pojęciem *ciśnienia* oraz urządzeniami hydraulicznymi
* związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym
* związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesa
* z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą
* związane z pojęciem *ciepła właściwego* oraz pojęciem *wartości energetycznej paliw i żywności*
* związane z przemianami fazowymi
* związane z bilansem cieplnym
* związane z rozszerzalnością cieplną
* związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie
* projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy
* realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału *Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych*
 |
|  **Termodynamika** |
| **Uczeń:*** podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: *mol*, *stała Avogadra*, *przemiany gazu*
* opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego
* podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii
* posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego
* informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie (*V*, *p*)
* podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych
* podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych
* określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne , podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości
* wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek
* rozwiązuje proste zadania lub problemy:
	+ dotyczące przemian gazu
	+ dotyczące przemian gazu doskonałego
	+ związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej
	+ związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych
	+ związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych
	+ dotyczące pomp cieplnych,

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych  | **Uczeń:*** rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości
* stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów
* identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej
* podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem *stałej gazowej*, podaje jej wartość wraz z jednostką
* stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu i wyjaśniania zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach
* stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych przypadkach znaki ciepła i pracy (*Q* i *W*), zgodnie z przyjętą konwencją posługuje się pojęciem *ciepła molowego gazu* wraz z jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości, uzasadnia, że dla danego gazu *Cp* > *CV*
* oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej
* oblicza pracę jako pole pod wykresem *p*(*V*) przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero
* oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki
* analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych
* wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny
* posługuje się pojęciem *sprawności silnika cieplnego*, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii
* wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa cieplna działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy cieplnej
* opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych
* Rpodaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; Roblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego
* podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych
* interpretuje drugą zasadę termodynamiki
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną, przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio *p*(*V*) i *V*(*T*), formułuje wnioski
* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* dotyczące przemian gazu
* dotyczące przemian gazu doskonałego
* związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej
* związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych
* związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych
* dotyczące pomp cieplnych
* Rdotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie (*V*, *p*), a na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu
* związane z drugą zasadą termodynamiki,

w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych
* analizuje tekst *Fizyka nie tylko na lekcjach*, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań
* dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
 | **Uczeń:*** porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie
* wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona)
* porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych przykładach i wykresach zależności *p*(*V*)
* analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie (*V*, *p*), przedstawia te przemiany na wykresach zależności *p*(*V*), *p*(*T*) i *V*(*T*)
* wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek między *CV* a stałą *R* dla gazów jedno- i dwuatomowych
* uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność $W=p∆V$
* wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabatycznej metodą graficzną
* interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian
* wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury ograniczonej przez wykresy przemian *p*(*V*); analizuje przedstawione cykle termodynamiczne
* wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu
* Rposługuje się pojęciem *współczynnika efektywności pompy cieplnej*
* Ranalizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski
* Ropisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla
* uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych
* wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu
* planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
* dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona
* dotyczące przemian gazu doskonałego
* związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej
* związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych
* związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych
* dotyczące pomp cieplnych
* Rdotyczące silników spalinowych
* związane z drugą zasadą termodynamiki

oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności* samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
 | **Uczeń:*** wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę
* rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej
* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy:
* dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona
* dotyczące przemian gazu doskonałego
* związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej
* związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz Rwyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej
* związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych
* dotyczące pomp cieplnych
* Rdotyczące silników spalinowych
* związane z drugą zasadą termodynamiki

oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności* realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału *Termodynamika*
 |

**Kryteria oceniania z fizyki są zgodne ze statutem szkoły.**

**Ocena końcowa jest oceną wystawianą przez nauczyciela.**