

FIZYKA

ZAKRES ROZSZERZONY

Program nauczania dla szkół ponadpodstawowych (liceum i technikum)

Autor:

Ewa Wołyniec

Gdynia 2019

Spis treści

[1. Wstęp 3](#_Toc10189936)

[2. Cele kształcenia i wychowania 3](#_Toc10189937)

[3. Treści edukacyjne 5](#_Toc10189938)

[4. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania 65](#_Toc10189939)

[5. Opis założonych osiągnięć ucznia 73](#_Toc10189940)

[6. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia 119](#_Toc10189941)

1. Wstęp

Program nauczania fizyki dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum w zakresie rozszerzonym zawiera treści zgodne z Podstawą programową kształcenia ogólnego dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum (Rozporządzenie Ministra Edukacji narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceów, techników oraz branżowej szkoły II stopnia).

Podstawa programowa kładzie ogromny nacisk na związek nauczanych treści przedmiotów przyrodniczych z otaczającym światem i z życiem codziennym. Duże znaczenie ma kształtowanie umiejętności odnajdywania, zauważania i opisywania codziennie spotykanych zjawisk i wykorzystania tej umiejętności. Z tego powodu edukacja musi się opierać w dużej mierze na doświadczeniach praktycznych pozwalających na bezpośrednie powiązanie praw fizycznych z techniką, medycyną oraz innymi dziedzinami życia.

Program jest przygotowany dla nauczycieli uczących fizyki w zakresie rozszerzonym. Został napisany z myślą o uczniach zainteresowanych zagadnieniami matematyczno-przyrodniczymi. Jednym z podstawowych założeń programu jest przygotowanie uczniów do kontynuowania nauki w tych dziedzinach. W zakresie rozszerzonym umiejętność ilościowego opisu zjawisk oraz wykonywania odpowiednich obliczeń jest równie ważna, jak ich analiza jakościowa. Wymaga to od nauczyciela odpowiedniego przygotowania merytorycznego.

Podstawa programowa oparta jest na modelu spiralnym – uczniowie na kolejnych etapach edukacji powtarzają, systematyzują, pogłębiają oraz utrwalają wiedzę zdobytą wcześniej. W zgodzie z tym modelem program zakłada systematyczne powtarzanie i poszerzanie wiedzy oraz doskonalenie umiejętności.

Rozkład treści nauczania zakłada 300 godzin zajęć dydaktycznych. Plan dydaktyczny zawarty w programie ma charakter propozycji. Może on ulęgać modyfikacji w zależności od potrzeb.

2. Cele kształcenia i wychowania

Zgodnie z podstawą programową celem kształcenia ogólnego w liceum ogólnokształcącym i technikum jest:

1. traktowanie uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy kształtowania umiejętności;

2. doskonalenie umiejętności myślowo-językowych, takich jak: czytanie ze zrozumieniem, pisanie twórcze, formułowanie pytań i problemów, posługiwanie się kryteriami, uzasadnianie, wyjaśnianie, klasyfikowanie, wnioskowanie, definiowanie, posługiwanie się przykładami itp.;

3. rozwijanie osobistych zainteresowań ucznia i integrowanie wiedzy przedmiotowej z różnych dyscyplin;

4. zdobywanie umiejętności formułowania samodzielnych i przemyślanych sądów, uzasadniania własnych i cudzych sądów w procesie dialogu we wspólnocie dociekającej;

5. łączenie zdolności krytycznego i logicznego myślenia z umiejętnościami wyobrażeniowo-twórczymi;

6. rozwijanie wrażliwości społecznej, moralnej i estetycznej;

7. rozwijanie narzędzi myślowych umożliwiających uczniom obcowanie z kulturą i jej rozumienie;

8. rozwijanie u uczniów szacunku dla wiedzy, wyrabianie pasji poznawania świata i zachęcanie do praktycznego zastosowania zdobytych wiadomości.

Jedną z najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego z przedmiotów ścisłych i przyrodniczych na poziomie rozszerzonym jest myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa. Inną bardzo ważną umiejętnością podkreślaną w podstawie programowej jest umiejętność odnajdywania i analizowania informacji. Dostępność informacji we współczesnym świecie stawia przed człowiekiem wykształconym w danej dziedzinie wyzwanie odpowiedniej analizy i selekcji treści, a także formułowania myśli w sposób merytorycznie poprawny. Kształcenie tych zdolności jest zadaniem szkoły.

Zgodnie z wyżej założeniami, program ma pomagać w realizowaniu określonych celów edukacyjnych i wychowawczych.

Cele edukacyjne:

Uczeń:

1. Jest świadomy praw rządzących mikro- i makroświatem. Zna te prawa.

2. Potrafi wykorzystywać poznane prawa i pojęcia fizyczne do opisu zjawisk.

3. Potrafi wykorzystywać poznane prawa fizyczne w życiu codziennym, technice oraz w czasie nauki innych dyscyplin naukowych.

4. Jest świadomy wzajemnych związków dyscyplin przyrodniczych, w szczególności znaczenia matematyki w rozumieniu i odkrywaniu praw fizycznych.

5. Umie obserwować i opisywać zjawiska życia codziennego pod kątem odkrywania praw przyrody.

6. Potrafi rzetelnie przeprowadzić eksperyment naukowy i analizować pozyskane wyniki pod kątem ich przydatności i zgodności z przewidywaniami.

7. Wysnuwa hipotezy na podstawie wyników eksperymentu naukowego.

8. Jest świadomy moralnych i filozoficznych aspektów odkryć w fizyce i astronomii.

9. Wykazuje krytyczną postawę w odbiorze informacji naukowej.

10. Potrafi poprawnie posługiwać się terminologią naukową.

11. Ma podstawy wiedzy pod dalsze kształcenie w dyscyplinach matematyczno-przyrodniczych.

Cele wychowawcze:

Uczeń:

1. Przyjmuje postawę współuczestnictwa w odkrywaniu praw rządzących otaczającym nas światem.

2. Jest przekonany o wartości fizyki dla rozwoju ludzkości oraz darzy szacunkiem jej twórców.

3. Rozwija ciekawość naukową: jest zainteresowany światem i zjawiskami w nim zachodzącymi.

4. Jest świadomy wartości pracy indywidualnej i zespołowej.

Spis szczegółowych celów kształcenia i umiejętności, jakie uczeń nabędzie w trakcie nauki w szkole ponadpodstawowej, zawarty jest w rozdziale 5 niniejszego programu.

3. Treści edukacyjne

Program nauczania uwzględnia założenia podstawy programowej w zakresie rozszerzonym.

Treści nauczania podzielono na cztery części, a te na działy tematyczne, w obrębie których wyodrębniono programowe będące jednocześnie tematami lekcji. Pokrywają się one z podrozdziałami podręcznika. Proponowany podział i tematy należy traktować jako wzorzec, który może podlegać modyfikacjom w zależności od potrzeb.

W opracowaniu ujęto również propozycje działań dydaktycznych. Wykorzystanie ich zależy od nauczyciela oraz możliwości pracowni.

3.1. Proponowany rozkład godzin

Przy podziale godzin przyjęto 300 godzin nauki w ciągu całego etapu edukacji, przy czym części I, II i IV obejmują po 60 godzin, natomiast część III – 120 godzin nauki. Rozkład godzin w każdym dziale uwzględnia czas na podsumowanie i sprawdzenie wiadomości. W części III i IV przewidziano również dodatkowe godziny na przygotowania do egzaminu dojrzałości.

Rozkład godzin należy traktować jako propozycję, która powinna podlegać modyfikacjom w zależności od indywidualnych potrzeb grupy uczniów.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | DZIAŁ | LICZBA GODZIN |
| CZĘŚĆ I | Wiadomości wstępne | 11 |
| Kinematyka | 16 |
| Dynamika 1 | 15 |
| Dynamika 2 | 18 |
| CZĘŚĆ II | Mechanika bryły sztywnej | 10 |
| Grawitacja i elementy astronomii | 13 |
| Drgania | 11 |
| Termodynamika 1 | 14 |
| Termodynamika 2 | 12 |
| CZĘŚĆ III | Elektrostatyka | 21 |
| Prąd elektryczny | 28 |
| Magnetyzm | 25 |
| Fale i optyka | 28 |
| Dodatkowe zadania i testy maturalne | 18 |
| CZĘŚĆ IV | Fizyka atomowa | 18 |
| Elementy fizyki relatywistycznej | 8 |
| Fizyka jądrowa | 26 |
| Dodatkowe zadania i testy maturalne | 8 |
|  | ŁĄCZNA LICZBA GODZIN | 300 |

3.2. Realizacja materiału

3.2.1. Część I

3.2.1.1. Wiadomości wstępne

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE – temat lekcji(odniesienie do podstawy programowej) | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | PROPONOWANE DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Podstawowe pojęcia i przedmiot badań fizyki(I.17–20) | * podstawowe pojęcia języka fizyki: ciało, substancja, wielkość fizyczna, zjawisko fizyczne
* podstawowe pojęcia filozofii nauki: definicja, teoria, hipoteza, prawo, zasada, model
* metoda naukowa Galileusza
 | * przypomnienie podstawowych pojęć naukowych
* poznanie podstawowej metody naukowej
* rozwijanie umiejętności obserwowania i opisywania zjawisk oraz wielkości fizycznych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia z tekstem
 |
| Wielkości fizyczne i ich jednostki(I.1–2) | * wielkości fizyczne podstawowe i pochodne
* jednostki podstawowe układu SI
* jednostki pochodne
* jednostki główne, wielo- i podwielokrotne; zapis wykładniczy
 | * przypomnienie podstawowych pojęć opisujących wielkości fizyczne
* poznanie podstawowych jednostek fizycznych układu SI oraz jednostek pochodnych
* rozwijanie umiejętności poprawnego posługiwania się jednostkami fizycznymi
* ćwiczenie umiejętności poprawnego zapisywania wielkości fizycznych
 | * wykład
* praca z tekstem
* praca z kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Działania na wektorach(I.5) | * pojęcie wektora i skalara
* wartość, kierunek i zwrot wektora
* dodawanie i odejmowanie wektorów o tym samym kierunku
* dodawanie i odejmowanie wektorów o różnych kierunkach – metoda równoległoboku oraz metoda trójkąta
* rozkładanie wektora na składowe
* iloczyn wektora przez liczbę
 | * przypomnienie pojęć: wektor i skalar
* usystematyzowanie wiadomości o wektorach i ich cechach
* rozwijanie umiejętności wykonywania podstawowych działań na wektorach
 | * wykład
* ćwiczenia graficzne – działania na wektorach
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Pomiary fizyczne(I.3–4, I.–12, I.14, I.16) | * pojęcia: doświadczenie i pomiar
* przyrządy pomiarowe i pojęcia z nimi związane: zakres, działka, rozdzielczość
* pojęcia: dokładność pomiaru, niepewność pomiarowa, niepewność bezwzględna i niepewność względna
* pomiary bezpośrednie i pośrednie
* szacowanie wyniku pomiaru i obliczeń
* zaokrąglanie wyników pomiarów i obliczeń
* zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń
 | * przypomnienie pojęć: doświadczenie i pomiar
* ćwiczenie umiejętności korzystania z przyrządów pomiarowych
* poznanie pojęć: dokładność pomiaru i niepewność pomiarowa
* rozwijanie umiejętności obliczania niepewności prostych pomiarowych
* poznanie pojęć: niepewność bezwzględna i niepewność względna
* ćwiczenie umiejętności prawidłowego zapisu wyników pomiarów
* rozwijanie umiejętności zaokrąglania wyników pomiarów i obliczeń
* przypomnienie zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń
 | * dyskusja
* praca z tekstem
* praca w grupach – ćwiczenia w odczytywaniu i zapisywaniu pomiarów z przyrządów pomiarowych
* praca w grupach – szacowanie wyników i porównywanie szacunków z wynikiem obliczeniowym
 |
| Rachunek niepewności pomiarowych(I.3–4, I.10, I.11–16) | * źródła niepewności pomiarowych
* metody wyznaczania niepewności pomiarowych
* pojęcie niepewności systematycznej
* niepewność pomiaru pośredniego (metoda najmniej korzystnego przypadku)
* zasady poprawnego wykonywania pomiarów
 | * rozwijanie umiejętności analizy danych pomiarowych oraz prawidłowego zapisywania wyników doświadczeń
* przypomnienie zasad poprawnego wykonywania pomiarów
* uświadomienie znaczenia eksperymentu w fizyce
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – zbieranie pomiarów bezpośrednich i obliczanie ich niepewności (pomiar długości)
* doświadczenie – zbieranie pomiarów pośrednich i obliczanie ich niepewności (pomiar objętości)
* zadania problemowe
 |
| Graficzna analiza danych(I.6–9) | * wykres i jego elementy
* wykresy ilustrujące zależności miedzy wielkościami fizycznymi
* graficzne przedstawianie wyników pomiarów
* proporcjonalność prosta
 | * rozwijanie umiejętności rozpoznawania i odczytywania informacji zawartych w wykresach zależności fizycznych
* kształtowanie umiejętności prawidłowego przedstawiania zależności fizycznych i wyników pomiarów na wykresach
* ćwiczenie umiejętności rozpoznawania wielkości wprost proporcjonalnych
* rozwijanie umiejętności oceny parametrów proporcjonalności prostej na podstawie dostępnych danych
 | * ćwiczenia w odczytywaniu informacji zawartych na wykresach
* praca w grupach – ćwiczenia w sporządzaniu wykresów
* ćwiczenia obliczeniowe – dopasowywanie prostej do danych podanych za pomocą wykresu i tabeli
* dyskusja
* praca z tekstem
 |

3.2.1.2. Kinematyka

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Pojęcie ruchu(II.1–3, I.2–4) | * pojęcie ruchu
* układ odniesienia, względność ruchu
* pojęcia: tor, droga, przemieszczenie
* podział ruchu ze względu na tor
* pojęcia: szybkość oraz prędkość chwilowa i prędkość średnia
* podział ruchu ze względu na szybkość
* pojęcie przyspieszenia
* ruch na płaszczyźnie i w przestrzeni
 | * przypomnienie podstawowych pojęć kinematyki
* usystematyzowanie wiadomości o rodzajach ruchu
* kształtowanie świadomości względności ruchu
* rozwijanie umiejętności korzystania z pojęć i wielkości związanych z ruchem
* ćwiczenie umiejętności obliczania parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia graficzne – oznaczanie wektorów przemieszczenia i prędkości
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* dyskusja
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajny(II.2–7, I.2–9) | * pojęcie ruchu prostoliniowego jednostajnego
* prędkość i szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* droga w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* wykresy zależności prędkości od czasu i drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
 | * przypomnienie pojęć związanych z ruchem prostoliniowym jednostajnym
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu prostoliniowego jednostajnego
 | * wykład
* doświadczenie – badanie ruchu prostoliniowego jednostajnego
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie wykresów, odczytywanie parametrów ruchu z wykresów
* zadania problemowe
 |
| Ruch względem różnych układów odniesienia(II.1–3, I.2–9) | * wybór układu odniesienia do opisu ruchu
* zmiana układów odniesienia w opisach ruchu
* prędkość wypadkowa
 | * kształtowanie świadomości względności ruchu
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu względem różnych układów odniesienia
 | * wykład
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony(II.1 –7, I.2–15) | * pojęcie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* przyspieszenie w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* prędkość chwilowa i średnia w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* wykres zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* droga w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* wykres zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* wykres zależności przyspieszenia od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
 | * przypomnienie pojęć związanych z ruchem prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
 | * wykład
* doświadczenie – badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* dyskusja
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony(II.1 –7, I.2–9) | * pojęcie opóźnienia
* szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* wykres zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* droga w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* wykres zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* wykres zależności opóźnienia od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* ruch niejednostajnie zmienny
 | * poznanie zjawiska ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie i analizowanie wykresów
* doświadczenie – badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego
* zadania problemowe
 |
| Spadek swobodny i rzut pionowy(II.1 –7, I.2–15) | * pojęcie spadku swobodnego
* przyspieszenie ziemskie
* spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego z zerową szybkością początkową
* prędkość końcowa i czas spadku swobodnego
* pojęcie rzutu pionowego w górę
* rzutu pionowy w górę jako przykład złożenia ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego oraz prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* przyspieszenie w rzucie pionowym w górę
* pojęcie rzutu pionowego w dół
* rzut pionowy w dół jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego z niezerową szybkością początkową
 | * poznanie pojęć spadku swobodnego i rzutu pionowego
* ćwiczenie umiejętności opisywania spadku swobodnego i rzutu pionowego w dół jako ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* rozwijanie umiejętności opisywania rzutu pionowego w górę jako złożenia dwóch ruchów prostoliniowych jednostajnie opóźnionego i przyspieszonego
 | * wykład
* doświadczenie – badanie spadku swobodnego (wyznaczanie czasu spadku swobodnego ciał o różnych masach)
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Rzut poziomy jako przykład ruchu złożonego(II.1 –7, I.2–15) | * pojęcie ruchu złożonego
* przedstawienie graficzne ruchu złożonego
* pojęcie rzutu poziomego
* rzut poziomy jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu jednostajnie przyspieszonego w kierunku pionowym
* prędkość w rzucie poziomym
* zależność położenia od czasu w rzucie poziomym
* tor ruchu w rzucie poziomym
* zasięg i czas ruchu w rzucie poziomym
 | * poznanie pojęcia ruchu złożonego
* rozwijanie umiejętności matematycznego i graficznego opisu ruchu złożonego
* poznanie pojęcia rzutu poziomego
* ćwiczenie umiejętności opisywania rzutu poziomego jako złożenia dwóch ruchów prostoliniowych: jednostajnego i jednostajnie przyspieszonego
 | * wykład
* praca w grupach –ćwiczenia obliczeniowe (wyznaczanie równania toru w rzucie poziomym)
* ćwiczenia graficzne
* doświadczenie – badanie czasu ruchu w rzucie poziomym i spadku swobodnym
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Ruch jednostajny po okręgu(II.8–9, I.2–4) | * ruch po okręgu jako przykład ruchu krzywoliniowego oraz ruchu okresowego
* ruch jednostajny po okręgu
* pojęcia związane z ruchem jednostajnym po okręgu: częstotliwość, okres, promień wodzący i droga w ruchu jednostajnym po okręgu
* kąt skierowany
* łukowa miara kąta, radian
* prędkość i szybkość kątowa w ruchu jednostajnym po okręgu
* zależność pomiędzy wartościami kątowymi a wartościami liniowymi w ruchu jednostajnym po okręgu
* przyspieszenie dośrodkowe
 | * rozwijanie umiejętności opisywania ruchu po okręgu jako przykładu ruchu krzywoliniowego oraz ruchu okresowego
* poznanie pojęcia ruchu jednostajnego po okręgu
* poznanie wielkości fizycznych służących do opisu ruchu jednostajnego po okręgu
* ćwiczenie umiejętności opisywania ruchu jednostajnego po okręgu i obliczania jego parametrów
 | * wykład
* praca z tekstem
* pokaz – prezentacja kierunku wektora prędkości w ruchu jednostajnym po okręgu
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Ruch niejednostajny po okręgu(II.9, II.11, I.2–4) | * ruch jednostajnie zmienny po okręgu
* przyspieszenie kątowe w ruchu niejednostajnym po okręgu
* przyspieszenie liniowe styczne w niejednostajnym ruchu po okręgu
* zależność pomiędzy wartościami kątowymi a wartościami liniowymi w ruchu niejednostajnym po okręgu
 | * poznanie pojęcia ruchu niejednostajnego po okręgu
* poznanie wielkości fizycznych służących do opisu ruchu niejednostajnego po okręgu
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu niejednostajnego po okręgu i obliczania jego parametrów
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenie obliczeniowe
* zadania problemowe
 |

3.2.1.3. Dynamika 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Pojęcie siły(II.12, I.2–5 ) | * oddziaływania, skutki oddziaływań
* pojęcie siły
* siła jako wielkość wektorowa, składanie sił, siła wypadkowa
* równowaga sił
* rozkładanie sił
 | * przypomnienie podstawowych pojęć i wielkości fizycznych w dynamice
* rozwijanie umiejętności posługiwania się wektorem siły
* rozwijanie umiejętności wyznaczania siły wypadkowej
* zrozumienie zjawiska równowagi sił
* rozwijanie umiejętności rozkładania sił na składowe w zadanych kierunkach
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – oznaczanie wektorów sił, wyznaczanie siły wypadkowej
* ćwiczenia graficzne – rozkładanie sił
* zadania problemowe
 |
| Bezwładność. Pierwsza zasada dynamiki(II.13, I.2–4) | * pojęcie bezwładności, masa jako miara bezwładności
* zasada bezwładności Galileusza
* pierwsza zasada dynamiki
 | * poznanie pojęcia bezwładności
* zrozumienie znaczenia bezwładności oraz masy jako miary bezwładności
* poznanie i zrozumienie pierwszej zasady dynamiki
* rozwijanie umiejętności stosowania pierwszej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
 | * doświadczenie – badanie zjawiska bezwładności
* dyskusja
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Druga zasada dynamiki(II.13, I.2–4, I.10–15) | * druga zasada dynamiki
* definicja jednostki siły
 | * poznanie i zrozumienie drugiej zasady dynamiki
* rozwijanie umiejętności stosowania drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
* poznanie definicji 1 N
 | * wykład
* doświadczenie – badanie zależności pomiędzy silą, masą i przyspieszeniem
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Pęd i popęd(II.14, III.1, I.2–4) | * pojęcie pędu
* środek masy
* całkowity pęd układu ciał
* ogólna postać drugiej zasady dynamiki
* popęd siły
 | * poznanie pojęć: pęd, środek masy, popęd siły
* rozwijanie umiejętności wyznaczania środka masy
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania różnych sformułowań drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* praca w grupach – wyznaczanie położenia środka masy
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Zasada zachowania pędu(II.14–15, I.2–4, I.10–15) | * siła wewnętrzna i siła zewnętrzna
* zasada zachowania pędu
* wnioski płynące z zasady zachowania pędu
 | * poznanie pojęć: siła wewnętrzna i siła zewnętrzna
* poznanie i zrozumienie zasady zachowania pędu
* rozwijanie umiejętności stosowania zasady zachowania pędu w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie zasady zachowania pędu
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Trzecia zasada dynamiki(II.13, I.2–4, I.10–15) | * trzecia zasada dynamiki
* wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki
 | * poznanie i zrozumienie trzeciej zasady dynamiki
* kształtowanie umiejętności dostrzegania działania praw fizyki w życiu codziennym
* rozwijanie umiejętności zastosowania zasad dynamiki w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska akcji i reakcji
* zadania problemowe
 |
| Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siła bezwładności(II.18–19, II.26.a I.2–4, I.10–15) | * uogólniona postać pierwszej zasady dynamiki
* zasada względności Galileusza
* pojęcie układów inercjalnych i nieinercjalnych
* siły w inercjalnych i nieinercjalnych układach odniesienia, siła bezwładności
* siły rzeczywiste i pozorne
 | * kształtowanie świadomości znaczenia układu odniesienia
* rozwijanie umiejętności rozpoznawania i opisywania nieinercjalnych układów odniesienia
* kształtowanie świadomości znaczenia siły bezwładności
* rozwijanie umiejętności uwzględniania siły bezwładności w zadaniach problemowych
 | * praca z tekstem
* dyskusja
* doświadczenie – badanie siły bezwładności, badanie działania sił w układach nieinercjalnych
* zadania problemowe
 |
| Siły w ruchu po okręgu(II.10, II.18, II.26.c, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie siły dośrodkowej
* zjawisko siły bezwładności odśrodkowej
 | * poznanie siły dośrodkowej i siły bezwładności odśrodkowej
* rozwijanie umiejętności oznaczania i obliczania wartości sił w ruchu po okręgu
 | * wykład
* doświadczenie – badanie kierunku i zwrotu siły dośrodkowej w ruchu po okręgu
* praca w grupach –graficzne przedstawianie sił w ruchu po okręgu
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Siły oporu. Tarcie(II.17, II.26.d, I.2–4, I.10–15) | * pojęcia: siły oporu, opór ośrodka i lepkość
* czynniki mające wpływ na wartość siły oporu
* zjawisko tarcia
* siła nacisku
* tarcie statyczne i kinetyczne
* tarcie poślizgowe i tarcie toczne
* wielkości mające wpływ na wartość siły tarcia
* współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego
* rola siły tarcia
 | * kształtowanie świadomości znaczenia sił oporu
* poznanie pojęć: opór ośrodka i lepkość
* poznanie zjawiska tarcia
* poznanie rodzajów sił tarcia
* rozwijanie umiejętności uwzględniania sił tarcia w opisie ruchu
* kształtowanie umiejętności dostrzegania działania i znaczenia praw fizyki w życiu codziennym
 | * wykład
* doświadczenie – badanie siły tarcia statycznego i kinetycznego
* doświadczenie – badanie zależności między siłą tarcia a siłą nacisku i rodzajem powierzchni
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z tekstem
 |

3.2.1.4. Dynamika 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Praca (II.20, II.22, I.2–4) | * pojęcie pracy
* jednostka pracy
* iloczyn skalarny wektorów
* wykres zależności siły od przesunięcia
 | * poznanie pojęcia pracy i jej jednostki
* poznanie pojęcia iloczynu skalarnego wektorów
* kształtowanie świadomości zależności wartości pracy od kąta między wektorami siły i przesunięcia
* rozwijanie umiejętności posługiwania się pojęciem pracy w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca w grupach – obliczanie wartości wykonanej pracy na podstawie pomiaru siły i przemieszczenia
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Moc i sprawność(II.20–22, I.2–4) | * pojęcie mocy
* jednostka mocy
* wykres zależności mocy od czasu
* sprawność
 | * poznanie pojęcia mocy i jej jednostki
* rozwijanie umiejętności obliczania mocy w sytuacjach problemowych
* rozwijanie umiejętności obliczania pracy na podstawie wykresu zależności mocy od czasu
* poznanie pojęcia sprawności
* rozwijanie umiejętności obliczania sprawności urządzeń
 | * wykład
* zadania problemowe
* dyskusja
 |
| Energia kinetyczna(II.20, I.2–4) | * pojęcie energii
* pojęcie energii kinetycznej
* zależność między energią kinetyczną i wykonaną pracą
 | * przypomnienie pojęcia energii
* poznanie pojęcia energii kinetycznej i jej związku z wykonaną pracą
* rozwijanie umiejętności posługiwania się pojęciem energii kinetycznej w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Energia potencjalna(II.20, I.2–4) | * pojęcie energii potencjalnej
* energia potencjalna w polu grawitacyjnym
* energia potencjalna sprężystości
* Prawo Hooke’a
 | * poznanie pojęcia energii potencjalnej
* poznanie pojęć: energia potencjalna grawitacji i energia potencjalna sprężystości
* poznanie i zrozumienie prawa Hooke’a
* rozwijanie umiejętności posługiwania się pojęciem energii potencjalnej
 | * wykład
* praca w parach – obliczanie wartości energii potencjalnej przedmiotów względem wybranego poziomu odniesienia
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Zasada zachowania energii(II.20, I.2–4) | * pojęcie całkowitej energii mechanicznej
* zasada zachowania energii mechanicznej
 | * kształtowanie rozumienie pojęcia całkowitej energii mechanicznej układu
* poznanie i zrozumienie zasady zachowania energii
* kształtowanie świadomości powszechności zasady zachowania energii
* rozwijanie umiejętności stosowania zasady zachowania energii w sytuacjach problemowych
 | * praca w grupach – doświadczalne sprawdzanie obowiązywania zasady zachowania energii w sytuacjach typowych
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Zagadnienie równi(II.23, I.2–5, I.10–15) | * pojęcie równi pochyłej
* siły działające na ciało na równi pochyłej
* tarcie na równi pochyłej
 | * poznanie pojęcia równi pochyłej
* rozwijanie umiejętności oznaczania sił działających na ciało na równi pochyłej
* kształtowanie świadomości znaczenia współczynnika tarcia na równi pochyłej
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenie graficzne – oznaczanie sił działających na ciało na równi pochyłej
* doświadczenie – badanie współczynnika tarcia na równi pochyłej
* dyskusja
* zadania problemowe
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonanego doświadczenia
 |
| Zderzenia sprężyste i niesprężyste(II.16, II.26.b, I.2–4, I.10–15) | * zderzenie centralne i niecentralne
* zderzenie sprężyste i niesprężyste
* zderzenie doskonale niesprężyste
 | * poznanie różnych rodzajów zderzeń
* rozwijanie umiejętności opisywania zderzeń sprężystych i niesprężystych
* ćwiczenie umiejętności opisywania parametrów ruchu podczas zderzeń
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – przedstawianie wektorów prędkości podczas zderzeń
* zadania problemowe
* doświadczenie – badanie zderzeń na torze powietrznym
 |
| Elementy hydrostatyki(II.24, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie ciśnienia hydrostatycznego
* paradoks hydrostatyczny
* prawo Pascala
* prawo naczyń połączonych
 | * przypomnienie pojęcia ciśnienia hydrostatycznego
* poznanie i zrozumienie zjawiska paradoksu hydrostatycznego
* kształtowanie rozumienia znaczenia prawa Pascala
* poznanie i zrozumienie prawa naczyń połączonych
* kształtowanie umiejętności wykorzystania praw hydrostatyki w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie prawa Pascala
* pokaz – naczynia połączone
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Prawo Archimedesa(II.25, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie siły wyporu
* prawo Archimedesa
* warunki pływalności
 | * przypomnienie pojęcia siły wyporu
* zrozumienie prawa Archimedesa
* rozwijanie umiejętności opisywania warunków pływalności
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania prawa Archimedesa w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – badanie pływalności ciał
* doświadczenie – pomiar gęstości ciała metodą hydrostatyczną
* dyskusja
* zadania problemowe
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonanego doświadczenia
 |

3.2.2. Część II

3.2.2.1. Mechanika bryły sztywnej

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE  | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | PROPONOWANE DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Kinematyka bryły sztywnej(III.1–2, I.2–4, I.10–15) | * bryła sztywna
* ruch postępowy bryły sztywnej
* środek masy bryły sztywnej
* środek ciężkości bryły sztywnej
 | * poznanie pojęcia bryły sztywnej
* uświadomienie różnicy pomiędzy pojęciami bryła sztywna i punkt materialny
* poznanie i zrozumienie znaczenia pojęcia środka masy
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu postępowego bryły sztywnej
 | * wykład
* doświadczenie – wyznaczanie środka masy płaskiej deseczki
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Energia kinetyczna w ruchu obrotowym. Moment bezwładności(III.2, III.4–5, I.2–4) | * moment bezwładności bryły sztywnej
* energia kinetyczna ruchu obrotowego
* momenty bezwładności wybranych brył jednorodnych
* twierdzenie Steinera
 | * poznanie pojęć: moment bezwładności i energia kinetyczna ruchu obrotowego
* rozwijanie umiejętności stosowania pojęć momentu bezwładności oraz energii kinetycznej ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Zasady dynamiki dla ruchu obrotowego(III.2–4, I.2–4, I.10–15) | * ruch obrotowy bryły sztywnej
* prędkość kątowa i przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej
* ruch obrotowy jednostajny, jednostajnie przyspieszony i jednostajnie opóźniony
* moment siły w ruchu obrotowym bryły sztywnej
* pierwsza zasada dynamiki dla ruchu obrotowego
* druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego
 | * poznanie zjawiska ruchu obrotowego bryły sztywnej i wielkości go opisujących
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu obrotowego bryły sztywnej
* poznanie pojęcia momentu siły
* poznanie i zrozumienie pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego
* rozwijanie umiejętności stosowania pojęcia momentu siły i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych
* poznanie i zrozumienie drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego
* rozwijanie umiejętności stosowania drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie ruchu obrotowego bryły sztywnej
* ćwiczenia graficzne
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu(III.6–7, III.8.a I.2–4, I.10–15) | * moment pędu punktu materialnego
* moment pędu bryły sztywnej
* zależność miedzy mementem pędu i momentem siły
* zasada zachowania momentu pędu
 | * poznanie pojęcia momentu pędu
* poznanie i zrozumienie zasady zachowania momentu pędu
* rozwijanie umiejętności stosowania pojęcia momentu pędu i zasady zachowania momentu pędu w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* dyskusja
* doświadczenie – badanie zasady zachowania momentu pędu
* zadania problemowe
 |
| Złożenie ruchu postępowego i obrotowego(III.4–5, I.2–5) | * toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego wokół osi symetrii bryły
* prędkość liniowa punktów bryły sztywnej podczas toczenia
* toczenie bez poślizgu jako ruch obrotowy wokół osi obrotu przechodzącej przez punkt styczności bryły i podłoża
 | * rozwijanie umiejętności opisywania ruchu bryły sztywnej jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego
 | * wykład
* ćwiczenia graficzne – oznaczanie wektorów prędkości liniowej
* zadania problemowe
 |
| Statyka bryły sztywnej(III.3–4, I.2–4) | * statyka – dział fizyki zajmujący się badaniem warunków równowagi bryły sztywnej
* pierwszy warunek równowagi bryły sztywnej
* para sił
* drugi warunek równowagi bryły sztywnej
 | * poznanie i zrozumienie warunków równowagi bryły sztywnej
* rozwijanie umiejętności stosowania warunków równowagi bryły sztywnej w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Badanie ruchu obrotowego bryły sztywnej(III.8.b, I.2–4, I.10–15) | * badanie momentu bezwładności bryły sztywnej
* wyznaczanie parametrów ruchu obrotowego bryły sztywnej
 | * rozwijanie umiejętności wyznaczania momentu bezwładności bryły sztywnej
* rozwijanie umiejętności obliczania parametrów ruchu bryły sztywnej i wykorzystania twierdzenia Steinera w sytuacjach problemowych
* rozwijanie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* rozwijanie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * doświadczenie – badanie ruchu obrotowego bryły sztywnej
* doświadczenie – wyznaczanie momentu bezwładności bryły sztywnej
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* praca indywidualna – sporządzenie sprawozdania z doświadczeń
 |

3.2.2.2. Grawitacja i elementy astronomii

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE  | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | PROPONOWANE DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Rozwój poglądów na budowę Układu Słonecznego(IV.3, VI.9, I.17) | * teoria geocentryczna
* teoria heliocentryczna Mikołaja Kopernika
* badania Galileusza i Keplera
 | * poznanie i zrozumienie historycznych teorii na temat budowy Układu Słonecznego
 | * wykład
* praca z tekstem
* pokaz – historyczne teorie na temat budowy Układu Słonecznego
 |
| Prawo powszechnego ciążenia(IV.1–2, I.2–4) | * prawo powszechnego ciążenia
* pojęcie siły grawitacji
* pojęcie przyspieszenia grawitacyjnego
* siła ciężkości jako wypadkowa siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności
* przyspieszenie ziemskie a przyspieszenie grawitacyjne
 | * poznanie i zrozumienie prawa powszechnego ciążenia
* poznanie pojęcia siły grawitacji
* kształtowanie świadomości powszechności występowania siły grawitacji
* rozwijanie umiejętności formułowania i wykorzystania w sytuacjach problemowych prawa powszechnego ciążenia
* kształtowanie świadomości różnicy miedzy siłą grawitacji a silą ciężkości
 | * wykład
* dyskusja
* praca w grupach –wyznaczanie ciężaru przedmiotów w ziemskim polu grawitacyjnym
* zadania problemowe
 |
| Centralne pole grawitacyjne(IV.2, IV.7, I.2–4) | * pojęcie pola grawitacyjnego
* linie sil pola
* pole centralne i jednorodne
* natężenie pola grawitacyjnego
* zasada superpozycji pól
* praca w polu grawitacyjnym
* energia potencjalna w polu grawitacyjnym
* pole zachowawcze
* potencjał pola grawitacyjnego
 | * poznanie pojęcia pola sił, w szczególności pola grawitacyjnego
* poznanie pojęcia natężenia pola grawitacyjnego
* rozwijanie umiejętności posługiwania się polem grawitacyjnym i natężeniem pola w sytuacjach problemowych
* ćwiczenie umiejętności posługiwania się pojęciem energii potencjalnej w centralnym polu grawitacyjnym oraz potencjału pola w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne – kreślenie linii pola jednorodnego i centralnego
* ćwiczenie obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Grawitacja a ruch ciał niebieskich(IV.3–7, I.2–4) | * prawa Keplera
* zjawisko ruchu po orbicie w polu grawitacyjnym
* pojęcie prędkości orbitalnej
* pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej
* satelita i satelita geostacjonarny
 | * kształtowanie świadomości tożsamości pomiędzy siłą grawitacji i siłą dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach
* poznanie i zrozumienie praw Keplera
* rozwijanie umiejętności wyznaczania parametrów ruchu ciał po orbitach pod wpływem siły grawitacji
* poznanie i zrozumienie znaczenia pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej
* poznanie pojęć: satelita i satelita geostacjonarny
* rozwijanie umiejętności wykorzystania praw Keplera oraz zasady zachowania energii w polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* ćwiczenia graficzne – opisywanie orbit planet i księżyców
 |
| Przeciążenie i nieważkość(IV.8, I.2–4, I.10–11) | * stan przeciążenia i niedociążenia
* stan nieważkości
 | * rozwijanie umiejętności oznaczania sił działających na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
* ćwiczenie umiejętności oznaczania sił działających na ciało w układzie odniesienia poruszającym się ze stałym przyspieszeniem
* poznanie i zrozumienie zjawisk przeciążenia, niedociążenia i nieważkości
* rozwijanie umiejętności wykorzystania zjawisk przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie stanu nieważkości
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Metody pomiaru odległości w kosmosie(IV.9, I.2–4) | * jednostki odległości używane w astronomii: jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek
* pomiary odległości Ziemi do Księżyca i Słońca
* metody laserowe i radarowe
* metoda paralaksy geo- i heliocentrycznej
* cefeidy
 | * rozwijanie umiejętności posługiwania się jednostkami długości używanymi w astronomii: jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek
* poznanie i zrozumienie metod pomiaru odległości w Układzie Słonecznym
* poznanie i zrozumienie metod paralaksy geo- i heliocentrycznej
* poznanie i zrozumienie metody wykorzystania cefeid do pomiaru bardzo odległych obiektów we Wszechświecie
 | * wykład
* pokaz – metoda paralaksy
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Układ Słoneczny(IV.9, I.18) | * bodowa Układu Słonecznego
* planety Układu Słonecznego
* obiekty Układu Słonecznego
 | * kształtowanie świadomości wielkości obiektów i odległości w astronomii
* poznanie budowy Układu Słonecznego
 | * praca z tekstem
* pokaz – prezentacja planet Układu Słonecznego
* pokaz – przedstawienie rzędów wielkości i odległości obiektów makro- i mikroświata
* wykład
* dyskusja
* projekt – referat lub prezentacja na temat wybranej planety Układu Słonecznego
 |
| Świat galaktyk(IV.9–10, I.18) | * pojęcie galaktyki
* Droga Mleczna
* Układ Słoneczny w Drodze Mlecznej
* galaktyki we Wszechświecie
 | * poznanie pojęcia galaktyki
* poznanie rodzajów galaktyk
* poznanie budowy Drogi Mlecznej oraz zrozumienie położenia Układu Słonecznego w Galaktyce
 | * praca z tekstem
* wykład
* dyskusja
* praca w grupach – zbieranie informacji na temat kształtowania współczesnych poglądów na budowę Wszechświata
 |
| Ewolucja Wszechświata(IV.10) | * zadania kosmologii
* filozoficzne podstawy kosmologii
* prawo Hubble’a
* promieniowanie reliktowe
* teoria Wielkiego Wybuchu
 | * kształtowanie świadomości zadań kosmologii
* poznanie prawa Hubble’a
* kształtowanie świadomości znaczenia prawa Hubble’a i wartości stałej Hubble’a
* poznanie pojęcia promieniowania reliktowego oraz jego znaczenia dla teorii na temat budowy wszechświata
* rozwijanie umiejętności opisywania modelu Wielkiego Wybuchu
* kształtowanie świadomości wniosków płynących ze zjawiska rozszerzania się Wszechświata
 | * wykład
* pokaz – model rozszerzającego się Wszechświata i ucieczki galaktyk
* dyskusja
 |

3.2.2.3. Drgania

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Sprężystość ciał(V.1, I.2–5) | * zjawisko sprężystości
* zależność siły sprężystości od wydłużenia
* współczynnik sprężystości
 | * poznanie pojęcia siły sprężystości
* poznanie i zrozumienie zależności pomiędzy wartością siły sprężystości i wydłużeniem
* zrozumienie znaczenia współczynnika sprężystości
* rozwijanie umiejętności opisywania siły sprężystości
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – oznaczanie wektora siły sprężystości i wydłużenia
 |
| Ruch harmoniczny(V.2–3, I.2–5) | * pojęcie ruchu drgającego
* pojęcia związane z ruchem drgającym: położenie równowagi, wychylenie, amplituda drgań, okres drgań, częstotliwość, faza początkowa, częstość kołowa,
* pojęcie ruchu harmonicznego
* etapy ruchu harmonicznego
* oscylator harmoniczny
 | * poznanie pojęcia ruchu drgającego i ruchu harmonicznego oraz wielkości go opisujących
* rozwijanie umiejętności opisywania ruchu harmonicznego
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie ruchu harmonicznego
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – oznaczanie wektorów sił
 |
| Analiza matematyczna ruchu harmonicznego(V.2–4, I.2–4, I.20) | * zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym – równanie ruchu harmonicznego
* zależność szybkości od czasu w ruchu harmonicznym
* zależność przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym
* siła w ruchu harmonicznym – siła sprężystości
* okres drgań oscylatora harmonicznego
 | * rozwijanie umiejętności przedstawiania wychylenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym za pomocą zależności matematycznych i wykresów
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie wykresów
* zadania problemowe
 |
| Przemiany energii w ruchu harmonicznym(V.6, I.2–4) | * całkowita energia mechaniczna w ruchu drgającym
* energia kinetyczna i potencjalna sprężystości w ruchu drgającym
 | * rozwijanie umiejętności stosowania pojęcia energii potencjalnej sprężystości
* rozwijanie umiejętności opisu zmian energii mechanicznej w ruchu drgającym
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania opisu przemian energii w ruchu drgającym w zadaniach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Pomiar współczynnika sprężystości sprężyny(V.5, V.8.c, I.2–5, I.10–15) | * wyznaczanie współczynnika sprężystości sprężyny
 | * empiryczne poznanie zależności fizycznych występujących w ruchu ciężarka na sprężynie
* kształtowanie świadomości znaczenia współczynnika sprężystości
* rozwijanie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* ćwiczenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * doświadczenie – wyznaczanie współczynnika sprężystości sprężyny
* dyskusja
* praca z tekstem
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* praca indywidualna – sporządzenie sprawozdania z wykonanego doświadczenia
 |
| Wahadło matematyczne(V.5, V.8a–b, I.2–5, I.10–15) | * model wahadła matematycznego
* ruch wahadła matematycznego dla małych wychyleń jako ruch harmoniczny
* okres drgań wahadła matematycznego – izochronizm
 | * poznanie pojęć: wahadło matematyczne i wahadło fizyczne
* rozwijanie umiejętności opisu ruchu wahadła matematycznego
* rozwijanie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* ćwiczenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* doświadczenie – badanie ruchu wahadła matematycznego
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* praca indywidualna – sporządzenie sprawozdania z wykonanego doświadczenia
 |
| Pomiar przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego(V.5, V.8.e, I.2–5, I.10–15) | * wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego
 | * empiryczne poznanie zależności fizycznych występujących w ruchu wahadła matematycznego
* rozwijanie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* ćwiczenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego
* dyskusja
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* praca indywidualna – sporządzenie sprawozdania z wykonanego doświadczenia
 |
| Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans(V.7, V.8d, I.2–5, I.10–11) | * drgania tłumione
* drgania wymuszone
* pojęcie okresu drgań własnych
* amplituda drgań wymuszonych
* zjawisko rezonansu mechanicznego
 | * poznanie zjawiska drgań tłumionych
* kształtowanie świadomości znaczenia pojęcia okresu drgań własnych
* poznanie zjawisk drgań wymuszonych i rezonansu mechanicznego
* kształtowanie świadomości znaczenia zjawiska rezonansu mechanicznego
* rozwijanie umiejętności opisu zjawiska rezonansu mechanicznego w sytuacjach typowych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie drgań wymuszonych oraz rezonansu mechanicznego
* dyskusja
* projekt – prezentacja na temat znaczenia rezonansu mechanicznego na wybranym przykładzie
* ćwiczenia obliczeniowe
 |

3.2.2.4. Termodynamika 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Rozszerzalność termiczna ciał stałych(VI.1, VI.19.a, I.2–4, I.10–11) | * kinetyczno-molekularna teoria budowy materii
* zjawisko rozszerzalności cieplnej
* rozszerzalność liliowa ciał stałych
* rozszerzalność objętościowa ciał stałych
 | * poznanie ogólnego zarysu kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* zrozumienie zależności miedzy temperaturą a ruchem cząsteczek materii
* poznanie i zrozumienie zależności pomiędzy temperaturą i wymiarami liniowymi ciał stałych
* poznanie i zrozumienie zależności pomiędzy temperaturą i objętością ciał stałych
* kształtowanie świadomości znaczenia rozszerzalności cieplnej ciał stałych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie rozszerzalności cieplnej metali
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Rozszerzalność termiczna cieczy i gazów(VI.1, I.2–4) | * zjawisko rozszerzalności cieplnej cieczy
* rozszerzalność cieplna wody
* zależność pomiędzy temperaturą a objętością gazu
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska rozszerzalności cieplnej cieczy
* poznanie zależności między temperaturą a objętością cieczy
* kształtowanie świadomości znaczenia zjawiska rozszerzalności cieplnej cieczy
* zrozumienie zależności objętości i gęstości wody od temperatury
* kształtowanie świadomości znaczenia rozszerzalności cielnej wody
* zrozumienie zależności pomiędzy temperaturą a objętością gazu
* kształtowanie świadomości znaczenia rozszerzalności cieplnej gazów
 | * wykład
* doświadczenie – badanie rozszerzalności cieplnej cieczy i gazów
* dyskusja
* praca w parach – zbieranie informacji na temat znaczenie rozszerzalności cieplnej cieczy i gazów
 |
| Energia wewnętrzna i ciepło(VI.2–3, I.2–4) | * pojęcie energii wewnętrznej
* pojęcie ciepła
 | * poznanie i zrozumienie pojęć: ciepło i energia wewnętrzna
* rozwijanie umiejętności wykorzystania pojęć energii wewnętrznej i przewodnictwa cieplnego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Metody transportu ciepła(VI.2, I.10–11) | * przekazywanie energii w formie pracy
* przekazywanie energii w formie ciepła
* zasada równoważności pracy i ciepła
* przewodnictwo cieplne
* konwekcja i promieniowanie cieplne
 | * kształtowanie rozumienia różnic pomiędzy pojęciami energii, ciepła i pracy
* ćwiczenie umiejętności opisywania zjawisk za pomocą pojęć energii, ciepła i pracy
* zrozumienie zjawisk przewodnictwa cieplnego, konwekcji i promieniowania cieplnego
 | * doświadczenie – badanie zjawisk konwekcji i promieniowania cieplnego
* dyskusja
* praca z tekstem
 |
| Pierwsza zasada termodynamiki(VI.3, I.2–4) | * pierwsza zasada termodynamiki
 | * poznanie i zrozumienie pierwszej zasady termodynamiki
* kształtowanie świadomości znaczenia pierwszej zasady termodynamiki jako zasady zachowania energii
* ćwiczenie umiejętności posługiwania się pojęciem pracy i ciepła w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Ciepło właściwe(VI.5, I.2–4, I.10–11) | * pojęcie ciepła właściwego
* zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą
 | * rozwijanie umiejętności wykorzystania pojęcia ciepła właściwego
* kształtowanie rozumienia znaczenia wartości ciepła właściwego
* rozwijanie umiejętności wykorzystania zależności pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w zadaniach problemowych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie zależności pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Przemiany fazowe(VI.5–6, VI.19.c, I.2–4, I.10–11) | * pojęcie stanu skupienia i przemiany fazowej
* topnienie i krzepniecie, temperatura topnienia, ciepło topnienia
* parowanie i skraplanie, ciepło parowania, temperatura krytyczna
* wrzenie, temperatura wrzenia
* sublimacja i resublimacja
* wykres fazowy
* równowaga termodynamiczna układu trójfazowego
 | * poznanie zjawisk i wielkości fizycznych związanych ze zamianami stanów skupienia
* kształtowanie świadomości znaczenia wartości ciepła przemiany fazowej
* rozwijanie umiejętności korzystania z ciepła przemiany fazowej w sytuacjach problemowych
* poznanie i zrozumienie wykresu fazowego i pojęcia równowagi termodynamicznej układu trójfazowego
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – badanie zależności pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą podczas przemiany fazowej
 |
| Bilans cieplny(VI.5, I.2–4) | * bilans cieplny
* wykres zależności dostarczonego ciepła od temperatury
 | * poznanie i zrozumienie zasady bilansu cieplnego
* ćwiczenie umiejętności stosowania zasady bilansu cieplnego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie wykresów
* zadania problemowe
 |
| Pomiar ciepła właściwego metalu(VI.5, VI.19.b) | * równanie bilansu cieplnego
* wyznaczanie ciepła właściwego metalu
 | * rozwijanie umiejętności zapisywania równania bilansu cieplnego w sytuacjach problemowych
* ćwiczenie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* rozwijanie umiejętności opisu wyników pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * doświadczenie – wyznaczanie ciepła właściwego metalu
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* praca indywidualna – sporządzenie sprawozdania z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Wartość energetyczna paliw i żywności(VI.7, I.18) | * pojęcie wartości energetycznej
* jednostki wartości energetycznej
* pomiar wartości energetycznej
* wartość energetyczna paliw
* wartość energetyczna żywności
 | * poznanie pojęcia wartości energetycznej i jej jednostek
* poznanie sposobów pomiaru wartości energetycznej paliw i żywności
* poznanie wartości energetycznej wybranych paliw i żywności
* kształtowanie świadomości znaczenia wartości energetycznej paliw i żywności
 | * wykład
* praca z tekstem – tabele wartości energetycznych wybranych paliw i żywności
* dyskusja
* projekt – porównanie kosztów ogrzewania na podstawie informacji na temat wartości energetycznej różnych paliw
 |
| Woda i jej właściwości(VI.8, I.10–11) | * budowa cząsteczkowa wody
* własności wody: ciepło właściwe, ciepła przemian fazowych, rozszerzalność cieplna
* pojęcie napięcia powierzchniowego
* znaczenie wody w przyrodzie i technice
 | * powtórzenie wiadomości na temat budowy cząsteczkowej wody oraz właściwości fizycznych wody
* kształtowanie świadomości znaczenia własności fizycznych wody
* poznanie pojęcia napięcia powierzchniowego
* kształtowanie świadomości znaczenia napięcia powierzchniowego wody, roli wody w przyrodzie, znaczenia własności wody dla życia na Ziemi oraz znaczenia wody w przemyśle i technice
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie własności wody
* doświadczenie – badanie zjawiska napięcia powierzchniowego wody
* praca z tekstem
 |

3.2.2.5. Termodynamika 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Założenia kinetyczno-molekularnej teorii gazu(VI.10, VI.18, I.2–4) | * kinetyczno-molekularna teoria budowy materii
* pojęcia ciśnienia, gęstości, masy molowej
* ruchy Browna
* prawo Avogadra
* podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego
 | * rozszerzenie wiadomości o kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* przypomnienie pojęć: ciśnienie, gęstość, masa molowa
* ćwiczenie umiejętności obliczania wartości ciśnienia, gęstości, masy molowej
* kształtowanie świadomości znaczenia energii kinetycznej cząsteczek z punktu widzenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska dyfuzji
* zadania problemowe
 |
| Pojęcie temperatury(VI.11, I.2–4, I.10–11) | * pojęcie temperatury
* temperatura bezwzględna gazu
 | * rozumienie pojęcia temperatury
* poznanie i zrozumienie zależności pomiędzy temperaturą a energią wewnętrzną
 | * wykład
* doświadczenie – badanie wyrównania temperatury gazów poddanych dyfuzji
* dyskusja
* praca z kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Gaz doskonały(VI.VI.10–11, VI.13, I.2–4) | * model gazu doskonałego
* średnia prędkość kwantowa ruchu cząsteczek, średnia energia kinetyczna cząsteczek
* parametry stanu gazu
* równanie gazu doskonałego, równanie Clapeyrona
* średnia energia ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego
 | * poznanie i zrozumienie założeń modelu gazu doskonałego
* poznanie i zrozumienie równania gazu doskonałego
* ćwiczenie umiejętności stosowania równania gazu doskonałego w sytuacjach problemowych
* kształtowanie świadomości znaczenia energii kinetycznej cząsteczek z punktu widzenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
 | * wykład
* dyskusja
* pokaz – model gazu doskonałego
* zadania problemowe
 |
| Przemiany gazowe(VI.9, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie przemiany gazowej
* izochoryczna przemiana gazu doskonałego; prawo Charlesa
* izobaryczna przemiana gazu doskonałego; prawo Gay-Lussaca
* izotermiczna przemiana gazu doskonałego; prawo Boyle’a-Mariotte’a
* adiabatyczna przemiana gazu doskonałego; równanie Poissona
* ogólne przemiany gazu doskonałego
 | * poznanie pojęcia przemiany gazowej
* poznanie zjawiska przemiany izochorycznej
* rozwijanie umiejętności opisywania parametrów gazu w przemianie izochorycznej
* poznanie zjawiska przemiany izobarycznej
* rozwijanie umiejętności opisywania parametrów gazu w przemianie izobarycznej
* poznanie zjawiska przemiany izotermicznej
* rozwijanie umiejętności opisywania parametrów gazu w przemianie izotermicznej
* poznanie zjawiska przemiany adiabatycznej
* rozwijanie umiejętności opisywania parametrów gazu w przemianie adiabatycznej
* ćwiczenie umiejętności rozpoznawania przemian gazowych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie przemian gazowych
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie wykresów
* zadania problemowe
 |
| Praca i energia w przemianach gazowych(VI.9, I.2–4) | * pierwsza zasada termodynamiki w przemianach gazowych
 | * rozwijanie umiejętności opisu przepływu ciepła, wykonanej pracy i zmiany energii wewnętrznej gazu doskonałego w czasie przemian gazowych
* kształtowanie świadomości znaczenia pierwszej zasady termodynamiki
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne – odczytywanie danych z wykresów
* zadania problemowe
 |
| Ciepło molowe(VI.14, I.2–4) | * pojęcie ciepła molowego
* ciepło molowe przy stałej objętości
* ciepło molowe przy stałym ciśnieniu
 | * poznanie pojęcia ciepła molowego
* kształtowanie umiejętności wykorzystania ciepła molowego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Silniki cieplne(VI.15, I.2–4, I.18) | * silnik cieplny (termodynamiczny)
* cykl termodynamiczny
* cykl Carnota, silnik Carnota
* praca użyteczna w cyklu termodynamicznym – silnik spalinowy
 | * poznanie pojęcia silnika cieplnego
* poznanie i zrozumienie zasady działania silnika Carnota (cyklu Carnota)
* poznanie i zrozumienie drugiej zasady termodynamiki
* poznanie zasady działania silnika spalinowego
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne – sporządzanie wykresów
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca w grupach – przygotowanie prezentacji na temat zasady działania silnika spalinowego
* zadania problemowe
 |
| Druga zasada termodynamiki(VI.16–17, I.2–4) | * druga zasada termodynamiki
* pojęcie entropii
* procesy odwracalne i nieodwracalne
* sprawność silników cieplnych
 | * kształtowanie świadomości znaczenia drugiej zasady termodynamiki
* poznanie pojęć: entropia i odwracalność procesów
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania sprawności silników cieplnych w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Elementy fizyki molekularnej(VI.18, I.2–4, I.18) | * kinetyczno-molekularna teoria budowy materii
* ruchy Browna
* pojęcie fluktuacji
* zjawisko dyfuzji
 | * powtórzenie i rozszerzenie wiadomości o kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* zrozumienie fizycznej natury ruchów Browna
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii do opisu zjawisk
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska dyfuzji
* dyskusja
 |

3.2.3. Część III

3.2.3.1. Elektrostatyka

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Podstawy elektrycznej teorii materii(VII.1, I.2–4, I.10–11) | * pojęcie ładunku elektrycznego i jego jednostka
* pojęcia: ładunek elementarny; elektron, proton, jon
* zjawisko elektryzowania ciał
* zjawisko przepływu ładunku
* sposoby elektryzowania ciał: przez dotyk, pocieranie i indukcję
* zasada zachowania ładunku
 | * usystematyzowanie pojęć elektrycznej teorii materii
* poznanie i zrozumienie zjawiska elektryzowania ciał
* rozwijanie umiejętności opisywania sposobów elektryzowania ciał
* poznanie i zrozumienie znaczenia zasady zachowania ładunku
* rozwijanie umiejętności wykorzystania zasady zachowania ładunku w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie zjawiska elektryzowania się ciał przez dotyk, pocieranie i indukcję
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Prawo Coulomba(VII.2, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie przenikalności elektrycznej
* wzajemne oddziaływanie naelektryzowanych ciał
* prawo Coulomba – siła Coulomba
 | * poznanie pojęcia przenikalności elektrycznej
* rozwijanie świadomości znaczenia wartości przenikalności elektrycznej różnych substancji
* rozwijanie umiejętności opisywania oddziaływania elektrycznego pomiędzy naładowanymi ciałami
* poznanie i zrozumienie prawa Coulomba
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania prawa Coulomba w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – badanie ładunku elektrycznego za pomocą elektroskopu
* praca w grupach – doświadczalne badanie siły Coulomba
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Pole elektryczne(VII.3, VII.13.a, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie pola elektrycznego
* linie sil pola
* pole centralne i jednorodne
* natężenie pola elektrycznego
 | * poznanie pojęcia pola elektrycznego
* poznanie pojęcia wektora natężenia pola elektrycznego
* rozwijanie umiejętności posługiwania się pojęciami pola elektrycznego i natężenia pola w sytuacjach problemowych
* doskonalenie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia, analizy i opisu doświadczenia
* empiryczne poznanie zjawiska pola elektrycznego
 | * wykład
* doświadczenie – badanie linii sił pola elektrycznego
* ćwiczenie graficzne – rysowanie linii pola elektrycznego centralnego i jednorodnego
* dyskusja
* zadania problemowe
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonanego doświadczenia
 |
| Zasada superpozycji(VII.4–5, I.2–5) | * pole elektryczne wytwarzane przez układ ładunków
* zasada superpozycji
 | * rozwijanie umiejętności opisywania pola wytwarzanego przez układ ładunków w sytuacjach problemowych
* ćwiczenie umiejętności opisywania pola elektrycznego na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków
 | * praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne – wyznaczanie wektora natężenia pola elektrycznego układu ładunków
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Praca i energia w polu elektrostatycznym(VII.8–9, I.2–4) | * energia potencjalna w polu elektrostatycznym
* praca w centralnym i jednorodnym polu elektrostatycznym
* pole zachowawcze
* zasada zachowania energii w polu elektrostatycznym
* pojęcie potencjału pola elektrostatycznego
* powierzchnie ekwipotencjalne
* pojęcie napięcia elektrycznego
 | * kształtowanie umiejętności posługiwania się pojęciem energii i pracy w polu elektrycznym
* ćwiczenie umiejętności obliczania wartości energii i pracy w polu elektrycznym
* zrozumienie znaczenia zachowawczości pola
* poznanie pojęcia potencjału pola i powierzchni ekwipotencjalnych
* kształtowanie umiejętności posługiwania się pojęciem potencjału pola w sytuacjach problemowych
* poznanie pojęcia napięcia elektrycznego
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Zachowanie się ładunków w obrębie przewodnika(VII.6, I.10–11) | * pojęcie powierzchniowej gęstości ładunku
* natężenie pola wewnątrz przewodnika
* wpływ pola elektrycznego na ładunek zgromadzony w przewodniku
* klatka Faradaya
* piorunochron, ostrze na powierzchni przewodnika
* generator Van de Graaffa
 | * poznanie pojęcia powierzchniowej gęstości ładunku
* ćwiczenie umiejętności opisywania rozmieszczenia ładunku w przewodniku
* kształtowanie świadomości znaczenia wpływu pola elektrycznego naładunek zgromadzony w przewodniku
* poznanie i zrozumienie zasady działania klatki Faradaya, piorunochronu i generatora Van de Graaffa
 | * wykład
* doświadczenie – badanie zachowania ładunku w przewodniku
* praca z tekstem
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Ruch cząstek naładowanych w polu elektrostatycznym(VII.7, I.2–4) | * ruch ładunku w polu elektrycznym
* lampa oscyloskopowa
 | * rozwijanie umiejętności opisywania ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania prawa Coulomba oraz wielkości opisujących pole do opisu ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym
* poznanie i zrozumienie zasady działania lampy oscyloskopowej
 | * wykład
* praca w grupach – wyznaczanie toru cząstki naładowanej w polu elektrycznym oraz parametrów jej ruchu
* dyskusja
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Pojemność elektryczna(VII.11, I.2–4, I.10–11) | * pojęcie pojemności elektrycznej i jej jednostka
* kondensator
* kondensator płaski
* pojemność elektryczna kondensatora
 | * poznanie pojęć: pojemność elektryczna, kondensator i kondensator płaski
* zrozumienie znaczenia pojemności elektrycznej kondensatora
* ćwiczenie umiejętności obliczania pojemności elektrycznej w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – badanie znaczenia wymiarów geometrycznych kondensatora
* zadania problemowe
 |
| Kondensatory (VII.10–11, VII.13.b I.2–4, I.10–11) | * napięcie pomiędzy okładkami kondensatora
* pole elektryczne pomiędzy okładkami kondensatora
* energia kondensatora
 | * kształcenie umiejętności obliczania napięcia pomiędzy okładkami kondensatora
* rozwijanie umiejętności opisywania pola elektrycznego pomiędzy okładkami kondensatora i obliczania jego parametrów
* ćwiczenie umiejętności obliczania energii kondensatora
* doskonalenie umiejętności poprawnego przeprowadzania, analizy i opisu doświadczenia
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – rysowanie linii pola elektrycznego w kondensatorze
* doświadczenie – badanie przekazu energii podczas rozładowywania kondensatora
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Polaryzacja dielektryków(VII.12, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie dielektryka
* zjawisko polaryzacji dielektryka
* polaryzacja elektronowa i dipolowa
* pojęcie stałej dielektrycznej
* wpływ dielektryka na pojemność kondensatora
 | * poznanie pojęcia dielektryka
* rozwijanie umiejętności opisywania polaryzacji dielektryka w polu elektrostatycznym i jej znaczenia
* kształcenie umiejętności opisu wpływu dielektryka na pojemność kondensatora
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie wpływu dielektryka na pojemność kondensatora
* zadania problemowe
 |

3.2.3.2. Prąd elektryczny

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Przewodnictwo elektryczne ciał stałych, cieczy i gazów(VIII.1, I.10–11) | * pojęcia: przewodnik, półprzewodnik i izolator
* pasmowa teoria przewodnictwa
* nośniki prądu
* przewodnictwo elektryczne w metalach, elektrolitach i gazach
* wpływ temperatury, promieniowania i natężenia zewnętrznego pola elektrycznego na przewodnictwo elektryczne
* zjawisko elektrolizy
* zjawisko jonizacji
 | * poznanie pojęć przewodnika, półprzewodnika i izolatora
* poznanie ogólnego zarysu pasmowej teorii przewodnictwa
* poznanie i zrozumienie mechanizmów przewodnictwa elektrycznego w elektrolitach i gazach
* zrozumienie mechanizmu przepływu prądu w metalach i półprzewodnikach
* zrozumienie wpływu temperatury promieniowania i natężenia zewnętrznego pola elektrycznego na przewodnictwo elektryczne
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie przewodnictwa elektrycznego ciał stałych
* doświadczenie – zjawisko elektrolizy
* praca z tekstem
 |
| Prąd elektryczny i jego przyczyna(VIII.2, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie prądu elektrycznego
* przepływ prądu elektrycznego
* pojęcie i jednostka natężenia prądu elektrycznego
* amperomierz
* pojęcie obwodu elektrycznego
* pojęcie i jednostka napięcia w obwodzie elektrycznym
* woltomierz
 | * utrwalenie pojęcia prądu elektrycznego oraz mechanizmu przepływu prądu
* poznanie pojęć: natężenie prądu, obwód elektryczny
* ćwiczenie umiejętności posługiwania się natężeniem i napięciem prądu w obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – pomiar natężenia prądu elektrycznego i napięcia w obwodzie elektrycznym
 |
| Opór elektryczny(VIII.3, VIII.4, I.2–4, I.10–11) | * pojęcia: opór elektryczny, opór właściwy
* wpływ temperatury na opór metalu i półprzewodnika
 | * poznanie pojęć: opór elektryczny, opór właściwy
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania pojęcia oporu właściwego do obliczania parametrów przewodnika
* kształcenie umiejętności opisywania wpływu temperatury na opór metalu i półprzewodnika
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie wpływu temperatury na opór metalu i półprzewodnika
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Prawo Ohma(VIII.5–6, I.2–4, I.7) | * prawo Ohma
* charakterystyka prądowo-napięciowa
 | * poznanie i zrozumienie prawa Ohma
* rozwijanie umiejętności wykorzystania prawa Ohma w sytuacjach problemowych
* poznanie pojęcia charakterystyki prądowo-napięciowej i ćwiczenie umiejętności kreślenia charakterystyk w zadanych sytuacjach
 | * wykład
* dyskusja
* praca w grupach – analizowanie charakterystyki prądowo-napięciowej
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Badanie charakterystyk prądowo-napięciowych(VIII.4, VIII.6, VIII.16.d, I.2–4, I.7, I.10–15) | * badanie charakterystyk prądowo-napięciowych metalu i półprzewodnika
* zasady budowy obwodu elektrycznego
* zasady prawidłowego podłączania mierników w obwodzie elektrycznym
 | * empiryczna obserwacja charakterystyki prądowo-napięciowej metalu i półprzewodnika
* rozwijanie umiejętności wykorzystania mierników elektrycznych
* ćwiczenie praktycznej umiejętności kreślenia i analizy charakterystyki prądowo-napięciowej
* rozwijanie umiejętności prowadzenia obserwacji i pomiarów
* doskonalenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – badanie charakterystyk prądowo-napięciowych metalu i półprzewodnika
* praca w grupie – opracowanie wyników pomiarów
* dyskusja
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
 |
| Ogniwa elektryczne(VIII.7, I.2–4, I.10–15) | * pojęcie siły elektromotorycznej
* źródła napięcia elektrycznego
* pojęcie ogniwa
* opór wewnętrzny ogniwa
* moc ogniwa
* całkowity opór obwodu elektrycznego
* szeregowe łączenie ogniw
 | * poznanie pojęcia siły elektromotorycznej i ogniwa
* poznanie i zrozumienie znaczenia oporu wewnętrznego ogniwa
* rozwijanie umiejętności wyznaczania siły elektromotorycznej, oporu wewnętrznego i mocy ogniwa oraz układu ogniw połączonych szeregowo
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* praca indywidualna – wykonanie sprawozdania z doświadczenia
 |
| Praca i moc prądu elektrycznego(VIII.2, VIII.8–9, VIII.11, I.2–4, I.7, I.10–15) | * praca prądu elektrycznego
* moc prądu elektrycznego
* zależność między pracą i mocą prądu elektrycznego
* pomiar zużycia energii elektrycznej
* sprawność urządzeń elektrycznych
 | * kształcenie umiejętności posługiwania się pojęciami pracy i mocy prądu elektrycznego
* ćwiczenie umiejętności korzystania z zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych
* kształtowanie świadomości zasad pomiaru zużycia energii elektrycznej
* kształtowanie świadomości znaczenia sprawności urządzeń elektrycznych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
* projekt – pomiar zużycia energii elektrycznej w gospodarstwie domowym
 |
| Obwody elektryczne(VIII.11, I.2–7) | * pojęcie obwodu elektrycznego
* zasady projektowania obwodów elektrycznych
* wybrane elementy obwodów elektrycznych
* schematy elektryczne
* parametry elementów elektrycznych
 | * utrwalenie pojęcia obwodu elektrycznego
* poznanie zasad projektowania obwodów elektrycznych
* ćwiczenie umiejętności rysowania i odczytywania prostych schematów elektrycznych
* doskonalenie umiejętności odczytywania i wykorzystania parametrów elementów elektrycznych
* rozwijanie umiejętności opisywania sieci domowej jako przykładu obwodu elektrycznego
* kształtowanie świadomości funkcji bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – konstruowanie obwodów elektrycznych na podstawie schematu
* doświadczenie – rysowanie schematu danego obwodu elektrycznego
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Pierwsze prawo Kirchhoffa(VIII.10, VIII.16.a, I.2–7) | * oczka i węzły obwodu elektrycznego
* pierwsze prawo Kirchhoffa
 | * ćwiczenie umiejętności analizy schematu obwodu elektrycznego
* rozwijanie umiejętności wykorzystania pierwszego prawa Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego
* doskonalenie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia, analizy i opisu doświadczenia
 | * wykład
* doświadczenie – badanie pierwszego prawa Kirchhoffa
* dyskusja
* zadania problemowe
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonanego doświadczenia
 |
| Drugie prawo Kirchoffa(VIII.12, I.2–7) | * drugie prawo Kirchhoffa
 | * poznanie i zrozumienie drugiego prawa Kirchhoffa
* rozwijanie umiejętności wykorzystania praw Kirchhoffa do analizy obwodów prądu stałego
 | * wykład
* doświadczenie – badanie drugiego prawa Kirchhoffa
* dyskusja
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Opór zastępczy(VIII.13, I.2–7) | * opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle
 | * rozwianie umiejętności wyznaczania oporu zastępczego w obwodach prądu stałego
 | * wykład
* praca z tekstem
* praca w grupach – wyznaczanie zależności opisujących opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Rozwiązywanie obwodów elektrycznych(VIII.10–13, I.2–7) | * rozwiązywanie obwodów elektrycznych
 | * rozwijanie umiejętności wykorzystania prawa Ohma i praw Kirchhoffa w sytuacjach problemowych
 | * praca z tekstem
* zadania problemowe
* ćwiczenia praktyczne – rozwiązywanie i badanie obwodów elektrycznych
 |
| Dioda półprzewodnikowa(VIII.14, VIII.16c, I.10–15) | * pasmowa teoria przewodnictwa
* nośniki prądu w półprzewodnikach
* półprzewodniki domieszkowe
* złącze p-n
* dioda półprzewodnikowa
 | * powtórzenie wiadomości o pasmowej teorii przewodnictwa
* rozszerzenie i utrwalenie pojęcia półprzewodnictwa
* poznanie pojęcia półprzewodnictwa domieszkowego
* poznanie i zrozumienie działania diody półprzewodnikowej
* kształtowanie świadomości znaczenia diody półprzewodnikowej w technice
* doskonalenie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia, analizy i opisu doświadczenia
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie działania diody półprzewodnikowej
* dyskusja
 |
| Tranzystor(VIII.15) | * półprzewodniki domieszkowe
* złącza p-n-p i n-p-n
* tranzystor
 | * utrwalenie informacji o półprzewodnikach domieszkowych
* poznanie i zrozumienie działania tranzystora
* kształtowanie świadomości znaczenia tranzystora w technice
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
 |

3.2.3.3. Magnetyzm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Oddziaływanie magnetyczne(IX.1, IX.15.a, I.10–11) | * pojęcie magnesu
* bieguny magnesu
* pojęcia: dipol magnetyczny, pole magnetyczne
* jednorodne pole magnetyczne
* linie pola magnetycznego wokół magnesu trwałego
* pole magnetyczne Ziemi
 | * poznanie pojęć magnesu, biegunów magnesu i dipoli magnetycznych
* kształtowanie świadomości właściwości magnesów i dipoli magnetycznych
* poznanie pojęcia pola magnetycznego
* poznanie i zrozumienie właściwości jednorodnego pola magnetycznego
* ćwiczenie umiejętności kreślenia linii pola magnetycznego wokół magnesu trwałego
* kształtowanie świadomości znaczenia pola magnetycznego Ziemi
* doskonalenie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia, analizy i opisu doświadczenia
 | * wykład
* doświadczenie – badanie pola magnetycznego magnesu sztabkowego
* praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne – rysowanie linii pola magnetycznego wokół magnesu trwałego
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Pole magnetyczne wokół przewodników z prądem(IX.1, IX.6, IX.15a) | * pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem
* pojęcie zwojnicy
* pole magnetyczne zwojnicy z prądem
 | * poznanie pojęcia zwojnicy
* rozwijanie umiejętności opisywania pola magnetycznego wokół prostoliniowego przewodnika z prądem, przewodnika kołowego oraz zwojnicy
* empiryczne poznanie zjawiska pola magnetycznego i kształtu linii sił pola wokół prostoliniowego przewodnika z prądem, przewodnika kołowego oraz zwojnicy
* doskonalenie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia, analizy i opisu doświadczenia
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* doświadczenie – badanie pola magnetycznego przewodnika prostoliniowego oraz zwojnicy z prądem
* zadania problemowe
 |
| Wektor indukcji magnetycznej(IX.2, IX.5, I.2–5) | * pojęcie natężenia pola magnetycznego
* wektor indukcji magnetycznej
* przenikalność magnetyczna
* prawo Ampera
* prawo Biota-Savarta
 | * poznanie i zrozumienie pojęcia natężenia pola magnetycznego i jego jednostki
* poznanie pojęcia wektora indukcji magnetycznej i jej jednostki
* poznanie pojęcia przenikalności magnetycznej oraz zależności pomiędzy natężeniem i indukcją pola magnetycznego
* rozwijanie umiejętności posługiwania się natężeniem i indukcją pola magnetycznego w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Ruch cząstki w polu magnetycznym(IX.2–3, I.2–5) | * siła Lorentza
* ruch ładunku w jednorodnym polu magnetycznym
* cyklotron
* rola pola magnetycznego Ziemi
* wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem
 | * poznanie i zrozumienie znaczenia siły Lorentza
* rozwijanie umiejętności wyznaczania zwrotu, kierunku i wartości wektora siły Lorentza
* kształcenie umiejętności opisywania ruchu ładunku w jednorodnym polu magnetycznym
* poznanie i zrozumienie zasady działania cyklotronu
* rozwijanie umiejętności wykorzystania pola elektrycznego i magnetycznego do opisu ruchu cząstki w cyklotronie
* kształtowanie świadomości znaczenia istnienia pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym
* rozwijanie umiejętności opisywania siły, z jaką oddziałują na siebie równolegle przewodniki z prądem
 | * wykład
* ćwiczenia graficzne – wyznaczanie kierunku i zwrotu wektora siły Lorentza
* praca w grupach – wyznaczanie toru cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym
* dyskusja
* praca z tekstem
 |
| Działanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem(IX.2, IX.4, I.2–5, I.10–11) | * siła elektrodynamiczna
* moment magnetyczny
* efekt Halla
 | * poznanie pojęcia siły elektrodynamicznej
* rozwijanie umiejętności wyznaczania kierunku, zwrotu i wartości siły elektrodynamicznej
* ćwiczenie umiejętności obliczania momentu magnetycznego
* poznanie i zrozumienie efektu Halla
 | * wykład
* dyskusja
* doświadczenie – badanie działania pola magnetycznego na przewodnik z prądem
* ćwiczenia graficzne – wyznaczanie kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej
* praca z tekstem
 |
| Silnik elektryczny(IX.4, I.2–4, I.10–11) | * silnik elektryczny prądu stałego
 | * poznanie budowy i zrozumienie zasady działania silnika elektrycznego prądu stałego
 | * wykład
* pokaz – budowa i zasada działania silnika prądu stałego
* doświadczenie – badanie pracy silnika prądu stałego
* zadania problemowe
 |
| Właściwości magnetyczne materii(IX.7, I.18) | * ferromagnetyki – pętla histerezy, punkt Curie
* paramagnetyki
* diamagnetyki
* wpływ materiału na pole magnetyczne
 | * poznanie pojęć: ferromagnetyk, diamagnetyk i paramagnetyk
* kształtowanie świadomości znaczenia własności magnetycznych substancji
* rozwijanie umiejętności opisywania własności magnetycznych ferromagnetyków
* kształtowanie świadomości wpływu materiału na pole magnetyczne
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* projekt – zastosowania ferromagnetyków
 |
| Strumień magnetyczny(IX.8, I.2–5) | * pojęcie strumienia indukcji magnetycznej
 | * poznanie pojęcia strumienia indukcji magnetycznej i jego jednostki
* rozwijanie umiejętności obliczania wartości strumienia indukcji magnetycznej w sytuacjach typowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Zjawisko indukcji elektromagnetycznej(IX.9–10, I.2–5, I.10–15) | * pojęcie indukcji elektromagnetycznej
* względny ruch przewodnika i źródła pola magnetycznego
* przewodnik z prądem w zmiennym polu magnetycznym
* prawo Faradaya
* siła elektromotoryczna indukcji
* reguła Lenza
* prądy wirowe (prądy Foucaulta)
 | * poznanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* kształtowanie świadomości znaczenia indukcji elektromagnetycznej
* rozwijanie umiejętności obliczania napięcia na końcach przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością i wskazywania kierunku przepływu prądu
* poznanie pojęcia siły elektromotorycznej indukcji
* poznanie prawa Faradaya
* rozwijanie umiejętności opisywania zjawisk zachodzących podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy z prądem
* poznanie i zrozumienie reguły Lenza
* poznanie i zrozumienie zjawiska powstawania prądów wirowych
 | * wykład
* ćwiczenia graficzne – stosowanie reguły Lenza
* doświadczenie – badanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* dyskusja
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
* zadania problemowe
 |
| Zjawisko samoindukcji(IX.11, I.2–4) | * zjawisko samoindukcji
* siła elektromotoryczna samoindukcji
* indukcyjność
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska samoindukcji
* poznanie pojęcia siły elektromotorycznej samoindukcji
* poznanie pojęcia indukcyjności
* ćwiczenie umiejętności obliczania siły elektromotorycznej samoindukcji
* kształtowanie świadomości znaczenia zjawiska samoindukcji
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Prądnica prądu przemiennego(IX.9, I.18) | * prądnica prądu przemiennego
 | * poznanie budowy i zrozumienie zasady działania prądnicy prądu przemiennego
* rozwijanie umiejętności opisywania siły elektromotorycznej indukcji powstającej podczas pracy prądnicy
 | * wykład
* doświadczenie – badanie działania prądnicy
* dyskusja
* praca z tekstem
 |
| Prąd przemienny(IX.12, I.2–4, I.6–7) | * pojęcie prądu przemiennego
* napięcie i natężenie prądu przemiennego
* napięcie i natężenie skuteczne
* praca i moc prądu przemiennego
* moc skuteczna
 | * poznanie pojęcia prądu przemiennego
* poznanie wielkości charakteryzujących prąd przemienny (okres, częstotliwość, częstość kołowa, amplituda)
* rozwijanie umiejętności opisywania zależności napięcia i natężenia oraz pracy i mocy prądu przemiennego od czasu
* poznanie i zrozumienie znaczenia wartości skutecznych
* ćwiczenie umiejętności obliczania wielkości charakteryzujących prąd przemienny w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* praca w grupach – zapisywanie i analizowanie zależności napięcia i natężenia oraz pracy i mocy prądu przemiennego od czasu
* ćwiczenia graficzne – rysowanie wykresów zależności napięcia i natężenia oraz pracy i mocy prądu przemiennego od czasu
* zadania problemowe
 |
| Zastosowania praktyczne indukcji elektromagnetycznej (IX.13, I.2–4) | * transformator
* pojęcie przekładni transformatora
 | * poznanie budowy i zrozumienie zasady działania transformatora
* rozwijanie umiejętności obliczania natężeń prądu i napięć na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładni transformatora
* kształtowanie świadomości zastosowania transformatora w technice
* kształtowanie świadomości znaczenia i zastosowania zjawiska indukcji magnetycznej w technice
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie działania transformatora
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
 |
| Prawa Maxwella. Fale elektromagnetyczne(IX.14) | * pierwsze prawo Maxwella
* drugie prawo Maxwella
* trzecie prawo Maxwella (prawo Faradaya)
* czwarte prawo Maxwella (uogólnione prawo Ampera)
* fale elektromagnetyczne
* wielkości charakteryzujące fale elektromagnetyczne: długość fali, częstotliwość
* prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych
 | * poznanie i zrozumienie praw Maxwella
* kształtowanie świadomości znaczenia praw Maxwella
* poznanie i zrozumienie zjawiska fal elektromagnetycznych
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
 |

3.2.3.4. Fale i optyka

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Ruch falowy(X.1, I.2–4, I.10–11) | * pojęcia: fale, fale mechaniczne i elektromagnetyczne
* ośrodek sprężysty – sprężystość objętości i sprężystość kształtu
* fala sinusoidalna – impuls falowy, grzbiet i dolina fali
* szybkość i kierunek rozchodzenia się fali
* fale poprzeczne i podłużne
* fale jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne
* dźwięk jako fala mechaniczna
 | * poznanie zjawiska fal
* utrwalenie wiedzy na temat fal mechanicznych i elektromagnetycznych oraz wielkości z nimi związanych
* ćwiczenie umiejętności opisywania fal mechanicznych i elektromagnetycznych
* kształtowanie świadomości znaczenia fal
* kształtowanie rozumienia dźwięku jako fali mechanicznej
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie fal mechanicznych podłużnych i poprzecznych
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Natężenie fali(X.2–3, I.2–4) | * energia fali
* pojęcie średniej gęstości energii fali
* pojęcie natężenia fali
 | * zrozumienie zjawiska przenoszenia energii przez fale
* poznanie pojęcia natężenia fali i jej jednostki
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania natężenia fali w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Odbicie fal(X.6, I.2–4) | * zjawisko odbicia fali
* pojęcia kąta padania i kąta odbicia
* prawo odbicia fali
* zwierciadła
 | * poznanie zjawiska odbicia fali i pojęć z nim związanych
* rozwijanie umiejętności opisywania odbicia fali w sytuacjach problemowych
* kształtowanie umiejętności konstruowania obrazu w zwierciadle
 | * pokaz – odbicie fali
* praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne
* zadania problemowe
 |
| Załamanie fal(X.6–7, I.2–4) | * zawiasko załamania fali
* pojęcie kąta załamania
* pojęcie współczynnika załamania
* prawo Snelliusa
* pojęcie całkowitego wewnętrznego odbicia i kąta granicznego
* światłowód
 | * poznanie zjawiska załamania fali i pojęć z nim związanych
* rozwijanie umiejętności opisywania załamania fali w sytuacjach problemowych
* poznanie i zrozumienie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia i znaczenia kąta granicznego
* kształtowanie świadomości znaczenia zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia i jego zastosowań
 | * doświadczenie – odbicie i załamanie fali
* praca z tekstem
* ćwiczenia graficzne
* zadania problemowe
 |
| Wyznaczanie współczynnika załamania światła(X.6, X.20e, I.2–4, I.10–15) | * wyznaczanie współczynnika załamania światła
 | * empiryczne poznanie zjawiska załamania i całkowitego wewnętrznego odbicia
* rozwijanie świadomości znaczenia współczynnika zalania światła
* doskonalenie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* ćwiczenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska załamania i całkowitego wewnętrznego odbicia
* dyskusja
* praca w grupie – obliczenie współczynnika załamania światła
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
 |
| Widmo światła(X.4–5, I.18) | * widmo fal elektromagnetycznych
* widmo światła białego
* zjawisko rozszczepienia światła
* pojęcie dyspersji
* pojęcia: kąt łamiący i kąt odchylający
* światło monochromatyczne
* laser
 | * rozwijanie umiejętności rozpoznawania rodzaju fal elektromagnetycznych na podstawie długości fali
* poznanie i zrozumienie zjawiska rozszczepienia światła i pojęć z nim związanych
* ćwiczenie umiejętności opisu wiązki laserowej
 | * wykład
* praca indywidualna – poszukiwanie i prezentowanie informacji na temat wybranego rodzaju fal elektromagnetycznych
* dyskusja
* praca z tekstem
 |
| Dyfrakcja(X.8–9, I.2–4) | * zasada Huygensa
* zjawisko dyfrakcji
* pojęcie zdolności rozdzielczej
 | * poznanie i zrozumienie zasady Huygensa
* poznanie i zrozumienie zjawiska dyfrakcji
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania dyfrakcji i zdolności rozdzielczej w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* doświadczenie – badanie zasady Huygensa
* doświadczenie – badanie zjawiska dyfrakcji
* dyskusja
 |
| Interferencja(X.10–12, I.2–4, I.10–11) | * zasada superpozycji
* zjawisko interferencji fal
* fale spójne
* warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali w skutek interferencji
* fala stojąca: węzły i strzałki
* pojęcie siatki dyfrakcyjnej
* pojęcie stałej siatki dyfrakcyjnej
 | * poznanie i zrozumienie zasady superpozycji
* poznanie zjawiska interferencji fali
* rozwijanie umiejętności opisywania zjawisk dyfrakcji i interferencji fal
 | * wykład
* doświadczenie – badanie interferencji fal
* dyskusja
* ćwiczenia graficzne – graficzne przedstawienie interferencji fal
 |
| Pomiar długości fali światła(X.20.b–c, I.2–4, I.10–15) | * dyfrakcja i interferencja fali świetlnej na siatce dyfrakcyjnej
* prążki dyfrakcyjne
* wyznaczanie długości fali za pomocą siatki dyfrakcyjnej
 | * empiryczne poznanie zjawiska dyfrakcji i interferencji światła
* doskonalenie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* rozwijanie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – wyznaczanie długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej
* dyskusja
* praca w grupie – obliczanie długości fali świetlnej
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
 |
| Polaryzacja światła (X.14–15, I.10–11) | * światło spolaryzowane
* zjawisko polaryzacji
* kąt Brewstera
* polaryzatory
 | * poznanie pojęcia światła spolaryzowanego
* poznanie i zrozumienie zjawiska polaryzacji światła
* poznanie i zrozumienie znaczenia kąta Brewstera
* poznanie pojęcia polaryzatora
* rozwijanie umiejętności opisywania różnych metod uzyskiwania światła spolaryzowanego
* kształtowanie świadomości znaczenia polaryzacji światła w technice
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie przejścia światła przez polaryzator oraz układ polaryzatorów
* dyskusja
 |
| Zjawisko Dopplera(X.13, I.2–4, I.18) | * zjawisko Dopplera
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska Dopplera
* rozwijanie umiejętności opisywania fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie
* kształtowanie świadomości powszechności i zastosowań zjawiska Dopplera
 | * wykład
* praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska Dopplera
* dyskusja
* projekt – zbieranie informacji na temat występowania i zastosowań zjawiska Dopplera
 |
| Soczewki(X.17,I.2–4) | * pojęcie soczewki
* rodzaje soczewek
* pojęcie osi soczewki
* pojęcia ogniskowej i zdolności skupiającej soczewki
* równanie soczewki
* pojęcie powiększenia
* oko ludzkie; korekta wad wzroku
 | * poznanie pojęcia soczewki oraz różnych rodzajów soczewek i ich własności
* poznanie pojęć i wielkości opisujących soczewki: oś soczewki, ogniskowa, zdolność skupiająca
* rozwijanie umiejętności korzystania z równania soczewki oraz pojęć związanych z soczewkami w sytuacjach problemowych
* poznanie i zrozumienie zasady powstawania obrazu w oku ludzkim
* rozwijanie umiejętności obliczania zdolności skupiającej okularów korekcyjnych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Konstrukcja obrazów w soczewkach(X.18, I.2–4) | * zasady konstruowania obrazów w soczewkach
* cechy obrazu: prosty/odwrócony, rzeczywisty/pozorny, powiększony/pomniejszony
 | * poznanie i zrozumienie zasad konstruowania obrazów w soczewkach
* rozwijanie umiejętności konstruowania obrazów w soczewkach skupiających i rozpraszających przy różnych położeniach obiektu
* ćwiczenie umiejętności określania cech obrazu w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* ćwiczenia obliczeniowe
* ćwiczenia graficzne – konstruowanie obrazów w soczewkach
* zadania problemowe
 |
| Pomiar ogniskowej soczewki(X.17–18, X.20f, I.2–4, I.10–15) | * pomiar ogniskowej soczewki
 | * empiryczne poznanie własności soczewki
* doskonalenie umiejętności prowadzenia obserwacji i pomiarów
* rozwijanie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – pomiar ogniskowej soczewki
* dyskusja
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
 |
| Przyrządy optyczne(X.9, X.18, I.2–4) | * lupa
* mikroskop
* teleskop
* inne przyrządy optyczne
 | * rozwijanie umiejętności opisu budowy i zasady działania podstawowych przyrządów optycznych
* ćwiczenie umiejętności obliczania parametrów podstawowych przyrządów optycznych
* kształtowanie świadomości znaczenia optyki w życiu codziennym
 | * pokaz – podstawowe przyrządy optyczne
* praca w tekstem
* ćwiczenia graficzne
* zadania problemowe
 |
| Zjawiska optyczne w przyrodzie(X.19, I.2–4) | * rozproszenie światła; zjawisko Tyndalla
* zjawisko mirażu
* inne zjawiska optyczne w przyrodzie
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska rozproszenia światła
* poznanie i zrozumienie zjawiska mirażu
* doskonalenie umiejętności zauważania i opisywania zjawisk optycznych w przyrodzie
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – badanie zjawiska rozpraszania światła
* praca w grupach – referat na temat wybranego zjawiska optycznego w przyrodzie
 |

3.2.4. Część IV

3.2.4.1. Fizyka atomowa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Promieniowanie termiczne(XI.1) | * widmo promieniowania elektromagnetycznego
* widmo ciągłe światła białego, promieniowanie podczerwone i nadfioletowe
* promieniowanie termiczne
* krzywa rozkładu termicznego
* pojęcie ciała doskonale czarnego
 | * przypomnienie informacji na temat widma promieniowania elektromagnetycznego i zakresów długości fali różnych rodzajów promieniowania
* poznanie pojęcia promieniowania termicznego
* kształtowanie rozumienia znaczenia krzywej rozkładu termicznego i zależności promieniowania termicznego od temperatury
* poznanie pojęcia ciała doskonale czarnego
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* pokaz – widmo promieniowania elektromagnetycznego
 |
| Widma atomowe(XI.4–5, I.2–4) | * urządzenia służące do obserwacji i badania widma promieniowania: spektroskop, spektrometr
* linie widmowe, widmo liniowe
* analiza widmowa
* widmo emisyjne i absorpcyjne
* wzór Rydberga
* serie widmowe
 | * poznanie urządzeń służących do obserwacji i badania widma promieniowania
* poznanie zjawiska linii widmowych oraz widma liniowego
* rozwijanie umiejętności podawania przykładów cieczy i ciał stałych jako źródeł widma ciągłego oraz

gazów jako źródeł widma liniowego* poznanie i zrozumienie zjawisk widma emisyjnego i absorpcyjnego
* rozwijanie umiejętności wykorzystanie wzoru Rydberga w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* pokaz – widma emisyjne i absorpcyjne, analiza widmowa
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Obserwacja widm atomowych za pomocą sitki dyfrakcyjnej(XI.10, I.10–15) | * badanie widm atomowych za pomocą siatki dyfrakcyjnej
 | * empiryczne badanie widma atomowego
* doskonalenie umiejętności przeprowadzenia obserwacji i pomiarów
* ćwiczenie umiejętności opisu wyniku pomiarów oraz formułowania wniosków
 | * praca z tekstem
* doświadczenie – badanie widm atomowych za pomocą siatki dyfrakcyjnej
* dyskusja
* praca indywidualna – sprawozdanie z wykonania doświadczenia
 |
| Zjawisko fotoelektryczne i fotochemiczne(XI.7, I.18) | * zjawisko jonizacji
* zjawisko fotoelektryczne
* fotokomórka
* charakterystyka prądowo-napięciowa fotokomórki
* zjawisko fotochemiczne
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska jonizacji oraz zjawiska fotoelektrycznego
* poznanie pojęcia pracy wyjścia fotoelektronów
* rozwijanie umiejętności wykorzystania równania Einsteina-Millikana
* poznanie budowy fotokomórki i zrozumienie zasady jej działania
* rozwijanie umiejętności opisywania charakterystyki prądowo-napięciowej fotokomórki
* poznanie i zrozumienie zjawiska fotochemicznego
* kształtowanie świadomości znaczenia zjawisk jonizacji, fotoelektrycznego i fotochemicznego
 | * wykład
* dyskusja
* praca z tekstem
* projekt – zbieranie i przedstawienie informacji na temat zastosowań zjawisk jonizacji, fotoelektrycznego i fotochemicznego
 |
| Właściwości fotonu(XI.2, XI.6, I.2–4) | * pojęcie fotonu
* energia fotonu, elektronowolt
* pęd fotonu
* emisja i absorbcja fotonu w atomie
* praca wyjścia fotoelektronów, równanie Einsteina-Millikana
 | * poznanie pojęcia fotonu
* ćwiczenie umiejętności obliczania energii fotonu
* rozwijanie umiejętności opisu emisji i absorbcji fotonu w atomie w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Dualizm korpuskularno-falowy(XI.2, XI.9, I.2–4) | * doświadczenie Davissona i Germera
* fale de Broglie’a
* dyfrakcja cząstek
* zasada nieoznaczoności Heisenberga
* eksperyment myślowy Schroedingera
 | * poznanie przebiegu doświadczenia Davissona i Germera oraz płynących z niego wniosków
* poznanie pojęcia fali de Broglie’a
* rozwijanie umiejętności wyznaczania długości fali de Broglie’a
* poznanie zasady nieoznaczoności Heisenberga; rozwijanie umiejętności wyznaczania granicy dokładności pomiarów podlegający zasadzie nieoznaczoności Heisenberga
* kształtowanie świadomości wniosków płynących z zasady nieoznaczoności Heisenberga
* poznanie eksperymentu myślowego Schroedingera (kot Schroedingera)
 | * wykład
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Budowa atomu(XI.4, I.2–4) | * postulaty Bohra
* dozwolone wartości energii elektronu w atomie wodoru
* promienie orbit elektronowych w atomie wodoru
 | * poznanie i zrozumienie postulatów Bohra
* kształtowanie świadomości znaczenia modelu atomu wodoru Bohra
* rozwijanie umiejętności wykorzystania założeń modelu atomu wodoru Bohra w sytuacjach problemowych
 | * wykład
* dyskusja
* zadania problemowe
 |
| Promieniowanie rentgenowskie(XI.2, I.18) | * twarde promieniowanie rentgenowskie
* miękkie promieniowanie rentgenowskie
* mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego
* lampa rentgenowska
* zjawisko Comptona
* wpływ promieniowania rentgenowskiego na organizmy żywe
 | * poznanie własności twardego i miękkiego promieniowania rentgenowskiego
* poznanie i zrozumienie mechanizmów powstawania promieniowania rentgenowskiego
* poznanie i zrozumienie budowy i zasady działania lampy rentgenowskiej
* poznanie zjawiska Comptona i wynikających z niego wniosków
* kształtowanie świadomości znaczenia promieniowania rentgenowskiego w technice i medycynie
* kształtowanie świadomości wpływu promieniowania rentgenowskiego na organizmy żywe
 | * wykład
* praca indywidualna – zbieranie informacji na temat znaczenia promieniowania rentgenowskiego w nauce i technice
* dyskusja
 |
| Elementy krystalografii(XI.8) | * dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego na kryształach
* prawo Bragga
* zastosowania promieniowania rentgenowskiego w technice
 | * rozwijanie umiejętności opisu zjawiska dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na kryształach
* kształtowanie świadomości znaczenia promieniowania rentgenowskiego
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
 |
| Podstawowe przewidywania fizyki kwantowej(temat nadobowiązkowy) | * założenia fizyki kwantowej
* paradoksy fizyki kwantowej
* przewidywania fizyki kwantowej
 | * kształtowanie świadomości znaczenia fizyki kwantowej we współczesnej nauce
 | * wykład
* praca z tekstem
 |

3.2.4.2. Elementy fizyki relatywistycznej

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Podstawy szczególnej teorii względności(XII.1, XII.4, I.18) | * inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia
* prędkość światła
* doświadczenie Michelsona i Morleya
* pojęcia czasoprzestrzeni, zbioru zdarzeń i horyzontu zdarzeń
* diagram Minkowskiego
 | * poznanie najważniejszych pojęć ogólnej teorii względności
* kształtowanie świadomości znaczenia fizyki relatywistycznej
 | * wykład
* praca z tekstem
* dyskusja
* pokaz – względność w różnych układach odniesienia
 |
| Efekty relatywistyczne(XII.1, I.2–4) | * transformacja Galileusza
* transformacja Lorentza
* dylatacja czasu
* pojęcia masy i energii spoczynkowej
 | * rozwijanie umiejętności opisywania efektów relatywistycznych
* kształtowanie świadomości znaczenia efektów relatywistycznych
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Równoważność masy i energii(XII.2–3, I.2–4) | * równoważność masy i energii
 | * rozwijanie umiejętności wykorzystania równoważności masy i energii oraz wyjaśniania jej znaczenia
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |

3.2.4.3. Fizyka jądrowa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| HASŁO PROGRAMOWE | TREŚCI NAUCZANIA | CELE OGÓLNE | DZIAŁANIA DYDAKTYCZNE |
| Odkrycie i właściwości jądra atomowego(XII.5, I.2–4) | * rys historyczny fizyki jądrowej
* pojęcia: cząsteczka/molekuła, atom, pierwiastek, związek chemiczny
* układ okresowy pierwiastków
* pojęcie jądra atomowego
* pojęcia nukleonów: proton i neutron
* liczba atomowa i liczba masowa
* jednostka masy atomowej
* pojęcie izotopu
 | * poznanie historii odkrycia budowy jądra atomowego
* poznanie pojęć: cząsteczka/molekuła, atom, pierwiastek i związek chemiczny
* poznanie pojęcia jądra atomowego i nukleonu
* doskonalenie umiejętności opisywania budowy jadra atomowego
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania liczby atomowej i masowej do oznaczania składu jąder atomowych
* poznanie pojęcia izotopu
* rozwijanie umiejętności podawania przykładów izotopów
 | * wykład
* praca z układem okresowym pierwiastków
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Promieniotwórczość naturalna(XII.9–12, I.18) | * zjawisko promieniotwórczości naturalnej
* stabilność jadra atomowego
* pierwiastki promieniotwórcze
* własności promieniowania jądrowego
* promieniowanie α, β i γ
 | * poznanie i zrozumienie zjawiska promieniotwórczości naturalnej
* poznanie pojęcia stabilności jądra atomowego
* ćwiczenie umiejętności podawania przykładów pierwiastków promieniotwórczych
* doskonalenie umiejętności opisywania własności promieniowania jądrowego
 | * wykład
* praca układem okresowym pierwiastków
* dyskusja
* praca z tekstem
 |
| Rozpady promieniotwórcze(XII.9–12, I.2–4) | * zjawisko rozpadu promieniotwórczego
* rozpad α i rozpad β
* szereg promieniotwórczy
* czas połowicznego rozpadu
* prawo rozpadu promieniotwórczego
 | * poznanie zjawiska rozpadu promieniotwórczego, rozpadów α i β
* rozwijanie umiejętności zapisywania reakcji rozpadów α i β
* kształtowanie umiejętności opisu powstawania promieniowania γ
* poznanie pojęcia szeregu promieniotwórczego
* poznanie pojęcia czasu połowicznego rozpadu
* rozwijanie umiejętności wykorzystania prawa rozpadu promieniotwórczego
 | * wykład
* praca układem okresowym pierwiastków
* dyskusja
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Detektory promieniowania jądrowego(temat ponadprogramowy) | * metody śladowe detekcji promieniowania jądrowego: jądrowa klisza fotograficzna, komora Wilsona, komora pęcherzykowa
* detektory jonizacyjne promieniowania jądrowego: licznik Geigera-Müllera, licznik scyntylacyjny
* cele dokonywania pomiarów promieniowania
 | * poznanie i zrozumienie metody śladowej detekcji promieniowania jądrowego
* poznanie i zrozumienie zasady działania jądrowej kliszy fotograficznej
* poznanie budowy i zrozumienie zasady działania komory Wilsona i komory pęcherzykowej
* poznanie zasady działania jonizacyjnych detektorów promieniowania jonizującego
* poznanie budowy i zrozumienie zasady działania licznika Geigera-Müllera i licznika scyntylacyjnego
* rozwijanie świadomości znaczenia dokonywania pomiarów promieniowania
 | * wykład
* pokaz – demonstracja działania detektorów promieniowania
* zbieranie informacji na temat celów dokonywania pomiarów promieniowania
* dyskusja
 |
| Wpływ promieniowania jądrowego na materię i na organizmy żywe(XII.13, I.18) | * pojęcie zasięgu promieniowania
* wpływ promieniowania α na materię: jonizacja
* wpływ promieniowania β na materię: jonizacja, zjawisko promieniowania hamowania
* wpływ promieniowania γ na materię: zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona, zjawisko tworzenia par elektron – pozyton
* dawka pochłonięta, dawka równoważna, dawka skuteczna
* współczynnik wagowy promieniowania, współczynnik wagowy tkanki
* promieniotwórczość naturalna
* dozymetria
* ochrona przed promieniowaniem
 | * poznanie pojęcia zasięgu promieniowania
* rozwijanie umiejętności opisywania zasięgu promieniowania α, β i γ
* ćwiczenie umiejętności opisywania zjawisk wywołanych przez promieniowanie α, β i γ
* poznanie podstawowych pojęć dozymetrii
* doskonalenie umiejętności wymieniania źródeł promieniowania naturalnego i jego wielkości
* rozwijanie umiejętności wymieniania i opisywania metod ochrony przed promieniowaniem
 | * wykład
* dyskusja
* praca z tekstem
* praca indywidualna –zbieranie informacji na temat promieniowania naturalnego oraz metod ochrony przed promieniowaniem
 |
| Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie(XII.14, I.18) | * zastosowania promieniowania jądrowego w diagnostyce medycznej
* radioterapia
* akceleratory medyczne
 | * kształtowanie świadomości znaczenia promieniotwórczości w medycynie
* rozwijanie umiejętności opisywania zastosowań promieniotwórczości w diagnostyce medycznej
* ćwiczenie umiejętności opisywania metod radioterapii
* poznanie budowy i zastosowań akceleratorów medycznych
* kształtowanie świadomości korzyści i zagrożeń płynących ze stosowania promieniotwórczości w medycynie
 | * wykład
* praca z tekstem
* projekt – referat na temat wybranej metody diagnostyki lub terapii medycznej z zastosowaniem promieniotwórczości
 |
| Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w przemyśle technice(XII.14, I.18) | * zastosowania techniczne promieniowania jądrowego
* defektoskopia
* datowanie radiowęglowe
* zastosowania promieniowania jądrowego w rolnictwie
* zastosowania promieniowania jądrowego w życiu codziennym: ogniwa izotopowe, czujniki tlenku węgla
 | * poznanie technicznych zastosowań promieniowania jądrowego
* ćwiczenie umiejętności opisywania metod defektoskopii za pomocą promieniowania jądrowego
* rozwijanie umiejętności opisywania metod datowania radiowęglowego
* kształcenie umiejętności opisywania zastosowań promieniowania jądrowego w rolnictwie i w życiu codziennym
* rozwijanie umiejętności opisywania ogniwa izotopowego jako niezawodnego źródła zasilania
 | * wykład
* praca indywidualna – zbieranie informacji na temat zastosowań promieniowania jądrowego w wybranej dziadzinie życia
* praca z tekstem
* dyskusja
 |
| Reakcje jądrowe(XII.6–7, I.2–4) | * pojęcie reakcji jądrowej
* zasady zachowania podczas reakcji jądrowych:

– zasada zachowania ładunku– zasada zachowania liczby nukleonów– zasada zachowania energii– zasada zachowania pędu* energia wydzielana podczas reakcji jądrowych
* sztuczne izotopy promieniotwórcze
 | * poznanie pojęcia reakcji jądrowej
* kształcenie umiejętności podawania przykładów technik wywoływania reakcji jądrowych
* ćwiczenie umiejętności wykorzystania zasad zachowania do opisu reakcji jądrowych
* kształtowanie świadomości znaczenia zasad zachowania podczas reakcji jądrowych
* doskonalenie umiejętności wyjaśniania mechanizmu tworzenia sztucznych izotopów promieniotwórczych
 | * wykład
* dyskusja
* praca z układem okresowym pierwiastków
* praca z tekstem
* zadania problemowe
 |
| Energia jądrowa(XII.7–8, I.2–4) | * pojęcie energii wiązania
* pojęcie deficytu masy
 | * poznanie pojęć energii wiązania i deficytu masy
* rozwijanie umiejętności obliczania energii wiązania jądra atomowego oraz energii wydzielanej podczas reakcji jądrowych
 | * wykład
* dyskusja
* praca z układem okresowym pierwiastków
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* zadania problemowe
 |
| Reakcje rozszczepienia(XII.15, I.2–4) | * reakcja rozszczepienia
* pojęcie neutronów wtórnych
* warunki wydzielenia energii podczas reakcji jądrowej
* reakcja łańcuchowa
* współczynnik powielania neutronów
* masa krytyczna
 | * rozwijanie umiejętności opisywania i zapisywania równania reakcji rozszczepienia
* poznanie pojęcia neutronów wtórnych i ich znaczenia w reakcji rozszczepienia
* charakteryzowanie warunków wydzielenia energii podczas reakcji jądrowej
* ćwiczenie umiejętności opisywania przebiegu reakcji łańcuchowej
* rozwijanie świadomości znaczenia współczynnika powielania neutronów i masy krytycznej dla zaistnienia i podtrzymania reakcji łańcuchowej
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z układem okresowym pierwiastków
* zadania problemowe
 |
| Reaktor atomowy(X.15–16, I.18 | * warunki wydzielenia energii podczas reakcji jądrowej
* reaktor jądrowy
* elektrownia jądrowa
 | * poznanie budowy i zasady działania elektrowni jądrowej
* rozwijanie świadomości znaczenia energetyki jądrowej we współczesnym świecie
* rozwijanie świadomości korzyści i zagrożeń płynących z energetyki jądrowej
 | * wykład
* praca w grupach – zbieranie informacji na temat korzyści i zagrożeń energetyki jądrowej
* dyskusja
 |
| Reakcje syntezy termojądrowej(XII.17, I.2–4) | * reakcja syntezy termojądrowej
* cykl protonowo-protonowy
 | * ćwiczenie umiejętności opisywania i zapisywania równia reakcji termojądrowej
* kształtowanie umiejętności opisywania warunków koniecznych do zaistnienia reakcji termojądrowej
* kształtowanie świadomości wielkości energii wydzielanej podczas reakcji termojądrowej
* ćwiczenie umiejętności zapisywania reakcji cyklu protonowo-protonowego
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* praca z układem okresowym pierwiastków
 |
| Ewolucja gwiazd(XII.18, I.18) | * reakcje jądrowe zachodzące w gwiazdach
* ewolucja gwiazd
* diagram Hertzsprunga-Russella
* pojęcia protogwiazdy, gwiazdy ciągu głównego, olbrzyma, karła, supernowej, czarnej dziury
 | * rozwijanie umiejętności opisywania i zapisywania równań reakcji jądrowych zachodzących w gwiazdach
* kształcenie umiejętności opisywania ewolucji gwiazdy w zależności od jej masy
* poznanie miejsca Słońca na schemacie H-R
* rozwijanie umiejętności wskazywania wędrówki gwiazd po diagramie H-R w czasie ewolucji
* poznanie pojęć: protogwiazda, gwiazda ciągu głównego, olbrzym, karzeł, supernowa, czarna dziura
 | * wykład
* pokaz – diagram Hertzsprunga-Russella
* praca z tekstem
* dyskusja
 |
| Cząstki elementarne i antymateria | * pojęcie cząstek elementarnych
* pojęcia: hadron, lepton, bozon i kwark
* pojęcia cząstki i antycząstki
* anihilacja cząstki i antycząstki
 | * poznanie podstawowych pojęć związanych z fizyką cząstek elementarnych
* poznanie i zrozumienie reakcji anihilacji cząstki i antycząstki
* kształtowanie umiejętności opisu reakcji anihilacji cząstki i antycząstki
 | * wykład
* praca z tekstem
* ćwiczenia obliczeniowe
* pokaz – anihilacja elektronu i pozytonu
 |

4. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania

W nauczaniu przedmiotów przyrodniczych niezwykle ważne jest podejście konstruktywistyczne. To uczeń jest podmiotem zdobywającym wiedzę. Nie od dziś wiadomo, że wiedza zdobyta praktycznie, przez doświadczenie, a przede wszystkim samodzielnie, jest znacznie bardziej trwała i cenna niż ta zapamiętana z wykładu.

Nauczanie na poziomie rozszerzonym to praca z uczniami zainteresowanymi fizyką. Nie oznacza to bynajmniej, że nauczyciel może wykładać materiał, nie dbając o zainteresowanie nim uczniów. Zainteresowanie ucznia należy przez cały czas nauki rozwijać. Z tego względu nauczanie fizyki w znacznej mierze powinno się odbywać z uwzględnieniem eksperymentów naukowych. Samodzielna obserwacja zjawisk i formułowanie wniosków z doświadczeń kształtują postawę współuczestnictwa w odkrywaniu praw rządzących światem oraz rozwijają ciekawość. Pamiętać jednak należy, że eksperymentem naukowym może być nie tylko wykonywanie doświadczeń, lecz także samodzielne rozwiązywanie zadań problemowych i formułowanie na ich podstawie hipotez dotyczących praw fizycznych – czyli eksperyment myślowy. Duże znaczenie ma świadomość roli, jaką we współczesnej fizyce odgrywa zarówno praca teoretyczna, jak i doświadczalna.

Istnieją dwie podstawowe metody odkrywania praw naukowych:

● indukcja – uczniowie wykonują eksperyment i na jego podstawie formułują wnioski w postaci praw fizycznych,

● dedukcja – uczniowie stawiają hipotezę i sprawdzają ją eksperymentalnie.

Rola nauczyciela polega na organizowaniu procesu uczenia się i kierowaniu nim. Nauczyciel powinien wspomagać i prowadzić uczniów, a także zbierać i podsumowywać wiedzę. Dlatego też, oprócz metod badawczych i ćwiczeniowych, istotną rolę w nauczaniu fizyki odgrywają wykład, dyskusja oraz praca z tekstem.

W rozkładzie materiału przedstawiono propozycje działań dydaktycznych prowadzących do osiągnięcia celów programu.

4.1. Formy organizacyjne

4.1.1. Doświadczenia

Doświadczenia naukowe powinny być przeprowadzane w niewielkich grupach. Tylko wówczas wszyscy uczniowie mają możliwość brania czynnego udziału w wykonywaniu pomiarów i obserwowaniu zjawisk. Jest to istotne nie tylko ze względów dydaktycznych, lecz także ze względów bezpieczeństwa. Wielkość grup zależy od możliwości szkoły i pracowni, w której odbywają się zajęcia. Praca w grupie lub w parach jest również bardzo dobrą formą wstępnego opracowywania wyników przeprowadzonych doświadczeń. Uczniowie powinni mieć możliwość przedyskutowania otrzymanych wyników i sformułowania wniosków, na przykład korzystając z metody burzy mózgów. Szczegółowe opisanie wyników doświadczeń oraz wniosków z nich wyciągniętych powinno być indywidualnym zadaniem każdego ucznia. Jest to element wspomagający proces utrwalania nowo nabytej wiedzy.

4.1.2. Wykład i pokaz

Wykład jest formą pracy na forum całej klasy. Nie można za wszelką cenę go unikać. Nawet ta forma pracy może być ciekawa. Wykład może przyjąć formę pokazu – demonstracji zjawisk, po której nastąpi dyskusja lub wyjaśnienie. Może być również częścią prezentacji multimedialnej. Bardzo istotną rolę odgrywa wykład stanowiący podsumowanie pracy uczniów.

4.1.3. Praca w grupach i praca indywidualna

Praca w grupach doskonale się sprawdza podczas eksperymentów teoretycznych oraz przy wykonywaniu zadań polegających na zbieraniu informacji przez uczniów. Daje im to możliwość swobodnej wymiany wiadomości i opinii oraz zwiększa zaangażowanie i motywację do pracy.

Istotną formą jest również praca indywidualna. Pozwala ona nauczycielowi rozpoznać możliwości i trudności każdego z uczniów.

4.2. Środki dydaktyczne

Wyposażenie szkoły stanowi ważny czynnik decydujący o możliwościach prawidłowego i bezpiecznego przeprowadzania zajęć doświadczalnych, jednak brak pracowni wyposażonej w zaawansowane sprzęty nie powinien stanowić powodu do rezygnacji z pracy w formie eksperymentu. Wymaga to jedynie od nauczyciela chęci przygotowania odpowiednich doświadczeń za pomocą środków, którymi dysponuje. Możliwość korzystania z tablic multimedialnych, komputera i rzutnika pozwoli nauczycielowi przedstawić symulacje zjawisk niedostępnych eksperymentalnie oraz zobrazować niektóre zjawiska i prawa fizyczne.

Istotnym środkiem dydaktycznym jest podręcznik. Nauczyciel powinien mieć również możliwość wyposażenia każdego ucznia w kartę wybranych wzorów i stałych fizycznych, karty do zapisywania danych pomiarowych i sporządzania wykresów oraz karty z ćwiczeniami i zadaniami problemowymi.

4.3. Indywidualizacja pracy z uczniami ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi

Uczniowie mają różne możliwości i potrzeby edukacyjne. W każdej klasie są osoby uzdolnione oraz osoby z trudnościami w nauce.

Uczniowie uzdolnieni powinni zostać wyposażeni w dodatkowe źródła wiedzy i zadania oraz dostać możliwość organizowania i przeprowadzania eksperymentów samodzielnie. Należy ich również zachęcać do brania udziału w konkursach oraz do samodzielnego wypowiadania się (także w formie pisemnej i referatu ustnego) na szczególnie interesujące tematy naukowe. Doskonałym pomysłem jest zlecenie im przygotowania i przeprowadzenia fragmentu zajęć z całą klasą oraz zachęcanie do pomocy kolegom mającym problemy w nauce.

Uczniowie z trudnościami w nauce wymagają objęcia szczególną opieką przez nauczyciela. Bardzo łatwo tracą oni bowiem zainteresowanie przedmiotem sprawiającym trudności. Dlatego ważne jest ich aktywizowanie i zachęcanie do samodzielnego działania pod czujnym okiem nauczyciela. Wzmacnianie motywacji można osiągnąć, zlecając wykonanie prostszych zadań i eksperymentów, samodzielnie lub w małych grupach. Nauczyciel powinien zauważać i odpowiednio doceniać zaangażowanie i wysiłek każdego ucznia.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uczeń z SPE | Sposoby osiągania celów – warunki zewnętrzne  | Sposoby osiągania celów – warunki edukacyjne | Środki dydaktyczne |
| Uczeń z upośledzeniem umysłowym w stopniu lekkim | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* o ile to możliwe, indywidualna opieka pedagoga podczas zajęć lekcyjnych
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się z uczniem: używanie prostego języka, jasne i obrazowe formułowanie myśli
* ograniczenie instrukcji słownych na rzecz słowno-pokazowych
* nauczanie wykorzystujące bezpośrednie poznanie
* przedstawianie informacji w formie konkretnych przykładów
* dostosowanie tempa nauki do indywidualnych potrzeb ucznia
* ograniczenie wymagań edukacyjnych do poziomu dostępnego uczniowi – wymagania powinny być formułowane indywidualnie i przekazane w jasny i konkretny sposób
* motywowanie ucznia poprzez nagradzanie postępów w nauce
 | * częste stosowanie doświadczeń i obserwacji
* korzystanie z ilustracji i modeli wszędzie tam, gdzie nie jest możliwa realizacja doświadczenia
* stosowanie metod aktywizujących
 |
| Uczeń niewidomy i słabo widzący | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* właściwa akustyka sali lekcyjnej
* umieszczenie ucznia w niedalekiej odległości od tablicy i miejsc wykonywania doświadczeń (z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa)
* wyposażenie ucznia w odpowiednie urządzenia służące do czytania i pisania oraz dostosowane urządzenia liczące
* dostosowanie wielkości czcionki w materiałach drukowanych do możliwości ucznia
* zapewnienie niezmienności układu klasy – stałe rozmieszczenie mebli i przedmiotów
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się do potrzeb i możliwości ucznia: odpowiednia modulacja głosu, ostrożne używanie pojęć związanych z otoczeniem i mających pokrycie wzrokowe
* zwracanie się do ucznia bezpośrednio i po imieniu, wyraźne formułowanie poleceń
* dostosowanie wymagań do możliwości i potrzeb ucznia – jeżeli jest to konieczne, ograniczenie wymagań wykorzystujących wyobraźnię przestrzenną i pamięć wzrokową
* dostosowanie tempa nauki do indywidualnych potrzeb ucznia
* dostosowanie czasu potrzebnego na przeprowadzenie sprawdzianu do indywidualnych możliwości ucznia
 | * zapowiadanie zdarzeń następujących w czasie lekcji
* słowne opisywanie przebiegu doświadczeń oraz toku rozumowania w trakcie prezentowania wiedzy na tablicy
* przewaga ustnych form kontroli osiągnięć ucznia
* wykorzystanie formy pracy w grupie pod kontrolą nauczyciela – tworzenie warunków sprzyjających nawiązywaniu relacji z rówieśnikami
 |
| Uczeń niesłyszący i słabo słyszący. | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* właściwa akustyka sali lekcyjnej
* umieszczenie ucznia w niedalekiej odległości od tablicy i miejsc wykonywania doświadczeń (z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa)
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się do potrzeb i możliwości ucznia: odpowiednia modulacja i natężenie głosu
* zwracanie się do ucznia bezpośrednio i po imieniu, wyraźne formułowanie poleceń, prowokowanie kontaktu wzrokowego
* dostosowanie wymagań do możliwości i potrzeb ucznia – jeżeli jest to konieczne, ograniczenie wymagań wykorzystujących pojęcia abstrakcyjne
* dostosowanie tempa nauki do indywidualnych potrzeb ucznia
 | * zapowiadanie zdarzeń następujących w czasie lekcji
* przewaga pisemnych form kontroli osiągnięć ucznia
* wykorzystanie formy pracy w grupie pod kontrolą nauczyciela – tworzenie warunków sprzyjających nawiązywaniu relacji z rówieśnikami
* metody aktywizujące wspierające rozwój pojęć abstrakcyjnych i słownictwa
 |
| Uczeń z ADHD | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* uporządkowany rytm lekcji
* uporządkowane stanowisko pracy
* ograniczenie bodźców mogących wpłynąć na koncentrację uwagi
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się z uczniem: jasne i obrazowe formułowanie myśli i poleceń, używanie krótkich zdań
* unikanie restrykcyjnych metod wychowawczych
* jasne i konkretne formułowanie wymagań
* konsekwencja
 | * podział zadań na mniejsze, krótkie etapy
* zapisywanie planu działania przed przystąpieniem do rozwiązywania zadania lub wykonania doświadczenia
* metody sprzyjające nawiązywaniu relacji z rówieśnikami
 |
| Uczeń z autyzmem, z zespołem Aspergera | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* uporządkowany rytm lekcji
* ograniczenie bodźców zewnętrznych (wzrokowych, słuchowych, dotykowych)
* zachowanie odpowiedniego dystansu
* o ile to możliwe, indywidualna opieka pedagoga podczas zajęć lekcyjnych
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się z uczniem: używanie prostego języka, jasne i obrazowe formułowanie myśli
* ograniczenie instrukcji słownych na rzecz słowno-pokazowych
* dostosowanie tempa nauki do indywidualnych potrzeb ucznia
* ograniczenie wymagań edukacyjnych do poziomu dostępnego uczniowi – wymagania powinny być formułowane indywidualnie i przekazane w jasny i konkretny sposób
* motywowanie ucznia poprzez nagradzanie postępów w nauce
 | * podział zadań na mniejsze, krótkie etapy
* zapisywanie planu działania przed przystąpieniem do rozwiązywania zadania lub wykonania doświadczenia
* metody sprzyjające nawiązywaniu relacji z rówieśnikami (praca w grupie pod nadzorem nauczyciela), jednak stosowane bardzo ostrożnie, bez przymuszania
* uczeń wszystkie samodzielne zadania powinien wykonywać pod kontrolą nauczyciela
* dostosowanie metod nauczania, środków dydaktycznych oraz form kontroli osiągnięć do indywidualnych zdolności i preferencji ucznia
 |
| Uczeń z niepełnosprawnością ruchową | * zniesienie barier architektonicznych w szkole oraz otoczeniu szkoły
* odpowiednia organizacja sali lekcyjnej pozwalająca na swobodne przemieszczanie się ucznia
 | * wspieranie aktywności ucznia, zachęcanie do samodzielności
* dostosowanie wymagań związanych z realizacją doświadczeń do indywidualnych możliwości ucznia
 | * metody aktywizujące
 |
| Uczeń przewlekle chory  | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* zapewnienie dostępu do leków oraz opieki medycznej
* zapewnienie odpowiedniej opieki oraz możliwości odpoczynku w przypadku wystąpienia ataku choroby
* uwzględnienie specjalnych warunków wymaganych dla ucznia, na przykład w przypadku ucznia chorego na epilepsję ograniczenie intensywnych i powtarzalnych bodźców wzrokowych
 | * wspieranie aktywności ucznia, zachęcanie do samodzielności
* dostosowanie wymagań związanych z realizacją doświadczeń do indywidualnych możliwości ucznia
* uwzględnienie wpływu zażywanych leków na aktywność psychomotoryczną ucznia
 | * metody aktywizujące
* wykluczenie doświadczeń, które mogłyby wpłynąć na stan zdrowia ucznia, na przykład doświadczeń z wykorzystaniem lasera i siatki dyfrakcyjnej w przypadku uczniów chorych na epilepsję
 |
| Uczeń z poważnymi zaburzeniami w komunikowaniu się | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* o ile to możliwe, indywidualna opieka pedagoga podczas zajęć lekcyjnych
 | * używanie indywidualnego sposobu komunikowania się: języka alternatywnego
* dostosowanie tempa nauki oraz wymagań do indywidualnych potrzeb i możliwości ucznia
 | * stosowanie materiałów dydaktycznych wykorzystujących alternatywny język,
* o ile to możliwe, wykorzystanie•

urządzeń technicznych (komunikatorów) oraz komputera zaopatrzonego w specjalistyczne oprogramowanie pozwalające operować językiem alternatywnym zintegrowane z syntezatorem mowy |
| Uczeń ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się, m.in. uczeń z dysleksją, dysgrafią, dysortografią, dyskalkulią | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* stała opieka pedagoga szkolnego
 | * wspieranie aktywności ucznia, zachęcanie do samodzielności
* dostosowanie tempa nauki oraz wymagań do indywidualnych potrzeb i możliwości ucznia
* dostosowanie czasu potrzebnego na przeprowadzenie sprawdzianu do indywidualnych możliwości ucznia
* ocenianie toku myślenia i sposobów rozwiązywania problemów, a nie końcowych rezultatów
 | * metody aktywizujące
* dostosowanie metod nauczania, środków dydaktycznych oraz form kontroli osiągnięć do indywidualnych zdolności i preferencji ucznia
 |
| Uczeń niedostosowany społecznie, zagrożony niedostosowaniem społecznym | * stała współpraca z rodzicami oraz specjalistami, pod których opieką przebywa uczeń
* o ile jest to możliwe, zmniejszenie liczby uczniów w klasie lub podział klasy na mniejsze grupy
* stała opieka pedagoga szkolnego
 | * dostosowanie sposobu komunikowania się z uczniem: używanie języka odpowiadającego poziomowi ucznia, jasne formułowanie myśli
* jasne i konkretne wyznaczenie reguł postępowania i granic obowiązujących podczas zajęć lekcyjnych
* konsekwencja
* indywidualny tok nauczania: dostosowanie tempa, programu oraz wymagań do indywidualnych potrzeb ucznia
 | * praca indywidualna z uczniem
* szczególny nacisk na pracę samodzielną
* praca w małych grupach pod nadzorem nauczyciela
* w razie konieczności rezygnacja z niektórych doświadczeń, które mogą stwarzać niebezpieczeństwo
 |
| Uczeń wybitnie uzdolniony | * stała współpraca z rodzicami
* dostęp do literatury naukowej oraz środków do wykonywania doświadczeń
 | * indywidualny tok nauki uwzględniający preferencje ucznia, rozszerzenie programu nauczania
* stworzenie możliwości uczestniczenia w zajęciach pozalekcyjnych lub indywidualna praca z uczniem
* zachęcanie do uczestnictwa w zawodach, turniejach i olimpiadach
 | * zadania o podwyższonym stopniu trudności
* stwarzanie możliwości samodzielnego planowania i wykonywania doświadczeń (przy zachowania zasad bezpieczeństwa)
* praca samodzielna – gromadzenie i prezentowanie informacji na dany temat, samodzielne rozwiązywanie zadań problemowych
 |

5. Opis założonych osiągnięć ucznia

Założone osiągnięcia ucznia stanowią szczegółowe założenia edukacyjne programu. Są to cele operacyjne skierowane do ucznia. Ich precyzyjne sformułowanie pomoże zmotywować uczniów do aktywnej pracy. Jednocześnie pozwoli im zorientować się w oczekiwaniach nauczyciela.

Zgodnie z treściami nauczania przedstawionymi w rozdziale 3. zakłada się następujące osiągnięcia uczniów w trakcie realizacji poszczególnych tematów programu.

5.1. Część I

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DZIAŁ | HASŁO PROGRAMOWE | OSIĄGNIĘCIA UCZNIA (szczegółowe cele edukacyjne)Uczeń potrafi: |
| Wiadomości wstępne | Podstawowe pojęcia fizyki | * definiować pojęcia: ciało, substancja, wielkość fizyczna, zjawisko fizyczne
* definiować pojęcia: definicja, teoria, hipoteza, prawo, zasada
* wyjaśnić, czym jest zjawisko fizyczne
* wyjaśnić, czym jest prawo fizyczne
* opisywać założenia metody naukowej Galileusza
* dostrzegać zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym
* opisywać obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne
* przedstawiać własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego
 |
| Wielkości fizyczne i ich jednostki | * wyjaśnić różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną
* wymienić jednostki podstawowe układu SI
* wyjaśnić, czym są jednostki pochodne
* podać przykłady jednostek pochodnych
* przedstawiać jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną
* zamieniać jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne
* posługiwać się notacją wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielokrotnych
* posługiwać się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami
 |
| Działania na wektorach | * wyjaśnić różnicę między wielkością wektorową a wielkością skalarną;
* stosować odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych
* wymienić cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia
* dodawać i odejmować wektory o tym samym kierunku
* dodawać i odejmować wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta
* rozkładać wektor na składowe o wskazanych kierunkach
* obliczać wartość wektora będącego sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych oraz kąt między wektorem wynikowym a jego składowymi
* mnożyć wektor przez liczbę
 |
| Pomiary fizyczne | * definiować pojęcia: doświadczenie i pomiar
* korzystać z przyrządów pomiarowych
* określać zakres, działkę, rozdzielczość przyrządów pomiarowych i ich niepewności systematyczne
* definiować pojęcia: dokładność pomiaru, niepewność pomiarowa, niepewność bezwzględna i względna
* definiować i rozróżniać pomiary bezpośrednie i pośrednie
* szacować wynik pomiaru i obliczeń
* zaokrąglać wyniki pomiarów i obliczeń
* stosować zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń
 |
| Rachunek niepewności pomiarowych | * podawać źródła niepewności pomiarowych
* podać sposoby redukcji niepewności pomiarowej
* obliczać niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego
* określać niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych
* zapisywać wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej
* obliczać niepewność względną i bezwzględną pomiaru
* obliczać niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą sumy wielkości mierzonych metodą najmniej korzystnego przypadku
* wykonywać i opisywać pomiary zgodnie z zasadami
 |
| Graficzna analiza danych | * sporządzać wykresy zależności między wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru; w tym celu oznaczyć odpowiednio osie układu współrzędnych
* odczytywać z wykresu wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach (bezpośrednio i jako pole powierzchni pod wykresem)
* na podstawie wykresu określać wzajemne relacje wielkości fizycznych
* rozpoznawać wielkości rosnące i malejące oraz wprost proporcjonalne
* dopasować prostą do danych przedstawionych na wykresie; podawać i wyjaśniać znaczenie parametrów tej prostej
* przedstawiać wyniki pomiaru na wykresie
 |
| Kinematyka ruchu postępowego | Pojęcie ruchu | * definiować pojęcia: układ odniesienia, punkt materialny i wektor położenia
* wyjaśniać, na czym polega względność ruchu
* definiować ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie
* dzielić ruch ze względu na tor
* rozpoznawać drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach
* wyznaczać wektor przemieszczenia
* definiować prędkość średnią i szybkość średnią
* dzielić ruch ze względu na szybkość
* obliczać wartość prędkości i szybkości średniej
* definiować prędkość chwilową, przyrost prędkości oraz przyspieszenie
* obliczać wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajny | * definiować ruch prostoliniowy jednostajny
* wyjaśniać tożsamość prędkości średniej i chwilowej oraz szybkości średniej i chwilowej w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* obliczać prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* obliczać drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* przedstawiać na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* odczytywać wartość prędkości i drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* określać na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym, które ciało porusza się z większą prędkością
* przedstawiać ruch prostoliniowy jednostajny graficznie za pomocą współrzędnych położenia i czasu
* obliczać prędkość na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego
* stosować opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań problemowych
 |
| Ruch jednostajny względem różnych układów odniesienia | * wyjaśnić znaczenie układu odniesienia dla opisu ruchu
* podawać przykłady różnych układów odniesienia dla danych sytuacji ruchu
* obliczać prędkość względną w ruchu jednostajnym względem różnych układów odniesienia: obliczać względną prędkość ciał poruszających się z tym samym i z przeciwnym zwrotem prędkości
* obliczać prędkość wypadkową ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy zgodnych kierunkach ruchu względem układu nieruchomego
* obliczać prędkość wypadkową ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy prostopadłych kierunkach ruchu względem układu nieruchomego
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony | * definiować ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony
* podawać przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* obliczać przyspieszenie w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* obliczać prędkość chwilową w danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* obliczać prędkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* odczytywać wartość prędkości chwilowej i drogi na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* obliczać całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym oraz drogę przebytą w zadanym przedziale czasu
* kreślić zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* określać na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem
* wyznaczać prędkość chwilową w zadanej chwili czasu na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
 |
| Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony | * definiować pojęcie opóźnienia jako przyspieszenia o ujemnej wartości lub jako przyspieszenia o zwrocie przeciwnym do zwrotu prędkości
* podać przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego
* obliczać opóźnienie w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* obliczać prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* odczytywać wartość prędkości chwilowej i drogi na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* obliczać całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym oraz drogę przebytą w zadanym przedziale czasu
* kreślić zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* podawać przykłady ruchu niejednostajnie przyspieszonego
 |
| Spadek swobodny i rzut pionowy | * wyjaśnić pojęcie spadku swobodnego
* wyjaśnić znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podać jego przybliżoną wartość
* opisywać spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową
* wyjaśniać niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała
* obliczać prędkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości
* obliczać wysokość, z jakiej spadało swobodnie ciało, na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej
* obliczać wysokość, na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili
* wyjaśnić pojęcie rzutu pionowego w dół i w górę
* opisywać rzut pionowy w dół jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z niezerową prędkością początkową
* obliczać wartości prędkości, czasu i wysokości w rzucie pionowym w dół
* opisywać rzut pionowy w górę jako złożenie ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego oraz prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* przedstawić graficznie zmianę zwrotu wektora przyspieszenia w rzucie pionowym w górę
* obliczać prędkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym w górę
* obliczać czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę
* sporządzać wykresy zależności przyspieszenia, prędkości i wysokości od czasu w rzucie pionowym i spadku swobodnym
 |
| Rzut poziomy jako przykład ruchu złożonego | * definiować ruch złożony na płaszczyźnie
* opisywać graficznie ruch złożony na płaszczyźnie
* definiować rzut poziomy
* opisywać rzut poziomy jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu jednostajnie przyspieszonego w kierunku pionowym
* opisywać ruch w rzucie poziomym za pomocą współrzędnych w układzie kartezjańskim
* zapisywać równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich
* wyznaczać prędkość w poszczególnych etapach ruchu w rzucie poziomym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym
* definiować zasięg w rzucie poziomym
* wyznaczać zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym
* wyjaśniać, dlaczego czasy ruchu w rzucie poziomym i spadku swobodnym z tej samej wysokości są równe
 |
| Ruch po jednostajny okręgu | * definiować ruch okresowy
* opisywać ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy
* definiować pojęcie promienia wodzącego
* definiować pojęcia częstotliwości i okresu w ruchu okresowym, podawać ich jednostki
* podawać zależności między częstotliwością a okresem w ruchu okresowym
* definiować ruch jednostajny po okręgu
* obliczać drogę w ruchu jednostajnym po okręgu
* definiować kąt skierowany
* definiować prędkość i szybkość liniową w ruchu po okręgu
* definiować prędkość i szybkość kątową
* podawać zależności pomiędzy prędkością i szybkością kątową a linową w ruchu po okręgu
* obliczać szybkość kątową na podstawie danej szybkości liniowej i odwrotnie w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu
* definiować przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po okręgu i wyjaśniać jego znaczenie
* obliczać przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po zadanym okręgu
 |
| Ruch niejednostajny po okręgu | * definiować ruch jednostajnie zmienny po okręgu
* definiować przyspieszenie kątowe oraz liniowe przyspieszenie styczne w ruchu po okręgu
* podawać zależność między przyspieszeniem kątowym a stycznym przyspieszeniem liniowym w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
* obliczać przyspieszenie kątowe na podstawie danego liniowego przyspieszenia stycznego i odwrotnie w ruchu jednostajnie zmiennym po zadanym okręgu
* obliczać wartości chwilowej prędkości kątowej i liniowej w zadanej chwili w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
* obliczać drogę całkowitą oraz drogę przebytą w zadanym okresie czasu w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
* obliczać przyspieszenie całkowite w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
 |
| Dynamika 1 | Pojęcie siły | * definiować pojęcia: masa i siła, podawać ich jednostki w układzie SI
* opisywać siłę jako miarę oddziaływań
* określać siłę jako wielkość wektorową
* wyznaczać siłę wypadkową w zadanych sytuacjach
* opisywać zjawisko równowagi sił, przedstawiać równowagę sił za pomocą wektorów
* podawać przykłady równowagi sił
* rozkładać wektor siły na składowe w zadanych kierunkach
 |
| Bezwładność. Pierwsza zasada dynamiki | * definiować pojęcia bezwładności, wskazywać masę jako miarę bezwładności
* formułować zasadę bezwładności Galileusza
* formułować pierwszą zasadę dynamiki
* podawać przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu codziennym
* przedstawiać graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
* stosować pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała
* podawać przykłady działania bezwładności w życiu codziennym
 |
| Druga zasada dynamiki | * formułować słownie oraz zapisywać za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki
* wykorzystywać drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły
* opisywać jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* stosować drugą zasadę dynamiki w sytuacjach problemowych
 |
| Pęd i popęd | * definiować pojęcie pędu
* definiować całkowity pęd układu ciał
* obliczać pęd pojedynczego ciała oraz całkowity pęd układu ciał
* formułować ogólną postać drugiej zasady dynamiki
* definiować popęd siły
* obliczać wartość zmiany pędu w czasie na podstawie wykresu zmiany siły w czasie i odwrotnie
* wykorzystywać różne sformułowania drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
 |
| Zasada zachowania pędu | * opisywać i wskazywać siły wewnętrzne i zewnętrzne
* formułować zasadę zachowania pędu dla pojedynczego ciała
* formułować zasadę zachowania pędu dla układu ciał
* formułować wnioski płynące z zasady zachowania pędu
* podawać przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym
* wykorzystywać zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał
* wykorzystywać zasadę zachowania pędu w sytuacjach problemowych
 |
| Trzecia zasada dynamiki | * formułować trzecią zasadę dynamiki
* podawać przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym
* formułować wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki
* wykorzystywać zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających oraz obliczania wartości sił i parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 |
| Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siła bezwładności | * formułować uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki
* formułować zasadę względności Galileusza
* definiować inercjalny i nieinercjalny układ odniesienia
* podać przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia
* wskazywać na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia
* definiować siłę bezwładności
* definiować siły rzeczywiste i pozorne
* obliczać wartość siły bezwładności
* podawać przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym
* demonstrować działanie siły bezwładności
* uwzględniać działanie siły bezwładności w sytuacjach problemowych
 |
| Siły w ruchu po okręgu | * definiować siłę dośrodkową
* obliczać wartość siły dośrodkowej dla zadanego ruchu po okręgu
* zapisywać zależności między siłą dośrodkową a prędkością liniową, częstotliwością i okresem
* obliczać wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej
* określać wartość siły bezwładności odśrodkowej
* podawać przykłady siły bezwładności odśrodkowej
* badać doświadczalnie związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu
* obliczać wartości sił działających oraz parametrów ruchu w ruchu po okręgu
 |
| Siły oporu. Tarcie | * definiować siły oporu
* definiować pojęcia: opór ośrodka i lepkość
* wskazywać czynniki mające wpływ na wartość siły oporu
* definiować siłę tarcia
* definiować i wskazywać siłę nacisku
* definiować tarcie statyczne i kinetyczne
* wyjaśniać zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawiać tę zależność na wykresie
* definiować tarcie poślizgowe i tarcie toczne
* podawać przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym
* wyjaśniać znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego
* obliczać wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia
* wymieniać czynniki mające wpływ na wartość siły tarcia
* wymieniać sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia
* uwzględniać siłę tarcia w sytuacjach problemowych
* dostrzegać działanie i rozumieć znaczenie praw fizyki w życiu codziennym
 |
| Dynamika 2 | Praca | * definiować pracę
* obliczać wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej siły
* opisywać jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* podawać warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna
* wyznaczać wartości pracy, siły działającej i przesunięcia
* obliczać siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły
* obliczać wartość pracy jako pole pod wykresem zależności siły od przesunięcia
* wyznaczać wartości pracy, siły działającej i przesunięcia
 |
| Moc i sprawność | * definiować moc
* definiować 1 wat
* opisywać jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* obliczać wartość mocy
* obliczać wartość pracy jako pole pod wykresem zależności mocy od czasu
* definiować sprawność
* obliczać sprawność urządzeń
 |
| Energia kinetyczna | * wyjaśniać pojęcia: energia, energia kinetyczna
* podawać przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną
* obliczać wartość energii kinetycznej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 |
| Energia potencjalna | * definiować energię potencjalną
* definiować energię potencjalną grawitacji, opisywać energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi
* wyjaśniać zależność wielkości energii potencjalnej od układu odniesienia
* definiować energię potencjalną sprężystości
* formułować i wyjaśniać znaczenie prawa Hooke’a
* obliczać wartość zmiany energii potencjalnej jako wielkość wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej
* obliczać wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 |
| Zasada zachowania energii | * definiować całkowitą energię mechaniczną ciała
* obliczać całkowitą energię mechaniczną ciała
* opisywać zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne
* podawać przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy
* formułować zasadę zachowania energii
* podawać przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym
* wykorzystywać zasadę zachowania energii w sytuacjach problemowych
 |
| Zagadnienie równi | * opisywać równię pochyłą
* definiować siłę nacisku oraz siłę sprężystości podłoża
* opisywać siły działające na ciało na równi pochyłej
* przedstawiać graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej
* obliczać parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej
* obliczać kąt nachylenia i wysokość równi pochyłej przy znanych parametrach ruchu ciała znajdującego się na niej
* uwzględniać siły tarcia w analizie ruchu ciała na równi pochyłej
* wykorzystywać zasadę zachowania energii do analizy ruchu ciała na równi pochyłej
 |
| Zderzenia sprężyste i niesprężyste | * definiować zderzenia centralne i niecentralne
* podawać przykłady zderzeń centralnych i niecentralnych w życiu codziennym
* definiować zderzenia sprężyste i niesprężyste
* podawać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych
* wykorzystywać zasadę zachowania pędu do opisu zderzenia doskonale niesprężystego
* wykorzystywać zasadę zachowania pędu oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do opisu zderzenia sprężystego
* obliczać masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń sprężystych i niesprężystych
* przedstawiać graficznie wektory prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym
 |
| Elementy hydrostatyki | * definiować ciśnienie i podawać jego jednostkę w układzie SI
* zapisywać jednostkę ciśnienia za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* obliczać ciśnienie w zadanych sytuacjach
* opisywać paradoks hydrostatyczny
* formułować prawo Pascala
* podawać przykłady, w których można obserwować prawo Pascala w życiu codziennym
* formułować prawo naczyń połączonych
* wykorzystywać pojęcie ciśnienia, prawo Pascala i prawo naczyń połączonych w sytuacjach problemowych
 |
| Prawo Archimedesa | * definiować siłę wyporu
* przedstawiać graficznie siły działające na ciało zanurzone w cieczy
* korzystać z zasad dynamiki do opisu ciała zanurzonego w cieczy
* formułować prawo Archimedesa
* podawać warunki pływalności ciał
 |
| Mechanika bryły sztywnej | Kinematyka bryły sztywnej | * definiować pojęcie bryły sztywnej
* definiować pojęcie ruchu postępowego bryły sztywnej
* podawać przykłady ruchu postępowego bryły sztywnej
* definiować środek masy i środek ciężkości bryły sztywnej
* wyznaczać środek masy brył jednorodnych o regularnych kształtach jako środek geometryczny
* wyznaczać środek masy brył złożonych z kilku sztywno powiązanych części
* wyznaczać doświadczalnie środek masy dowolnych brył
* opisywać ruch postępowy bryły sztywnej jako ruch jej środka masy
 |
| Energia kinetyczna w ruchu obrotowym. Moment bezwładności | * definiować moment bezwładności bryły sztywnej
* definiować energię kinetyczną ruchu obrotowego
* obliczać moment bezwładności najprostszych brył (obręczy, rury cienkościennej) w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy, korzystając ze wzorów
* korzystać z literatury w celu odnalezienia zależności opisujących moment bezwładności podstawowych brył jednorodnych w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy
* stosować twierdzenie Steinera do obliczania momentu bezwładności bryły sztywnej w obrocie wokół osi nieprzechodzącej przez środek masy
* obliczać moment bezwładności brył będących sumą lub różnicą geometryczną podstawowych brył jednorodnych
* obliczać energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej
 |
| Zasady dynamiki dla ruchu obrotowego | * definiować ruch obrotowy bryły sztywnej
* wyznaczać prędkość kątową w ruchu obrotowym bryły sztywnej
* wyznaczać okres oraz częstotliwość w ruchu obrotowym bryły sztywnej
* wyznaczać przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej
* definiować ruch obrotowy jednostajny, jednostajnie przyspieszony i jednostajnie opóźniony
* podawać przykłady brył sztywnych poruszających się ruchem obrotowym jednostajnym, jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym
* definiować moment siły
* obliczać moment siły i wypadkowy moment siły oraz określać znak momentu siły na podstawie zwrotu działającej siły
* formułować zasady dynamiki dla ruchu obrotowego
* wykorzystywać zasady dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych
 |
| Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu | * definiować moment pędu punktu materialnego oraz moment pędu bryły sztywnej
* zapisywać i stosować zależność między momentem pędu a momentem siły
* formułować zasadę zachowania pędu
* podawać przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym
* stosować zasadę zachowania momentu pędu
 |
| Złożenie ruchu postępowego i obrotowego | * opisywać toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego wokół osi symetrii bryły
* opisywać prędkość liniową poszczególnych punktów bryły sztywnej podczas toczenia jako złożenie prędkości liniowej ruchu postępowego i ruchu obrotowego
* opisywać toczenie bez poślizgu jako ruch obrotowy wokół osi obrotu przechodzącej przez punkt styczności bryły i podłoża
* obliczać parametry ruchu podczas toczenia
 |
| Statyka bryły sztywnej | * wyjaśniać, czym się zajmuje statyka
* formułować pierwszy i drugi warunek równowagi bryły sztywnej
* definiować parę sił
* podawać przykłady występowania pary sił, których wypadkowa jest równa zero, ale moment wypadkowy nie jest zerowy
* zapisywać równanie momentów dla bryły sztywnej dla różnych osi obrotu
* wykorzystywać warunki równowagi bryły sztywnej
 |
| Badanie ruchu obrotowego bryły sztywnej | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* wykonać obserwacje i pomiary niezbędne do potwierdzenia zasad dynamiki bryły sztywnej
* zastosować zależność opisującą drugą zasadę dynamiki bryły sztywnej
* zmierzyć odpowiednie wielkości niezbędne do obliczenia momentu bezwładności bryły sztywnej
* zastosować zależność opisującą moment bezwładności bryły sztywnej i twierdzenie Steinera
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać końcowy wynik pomiaru
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Grawitacja i elementy astronomii | Rozwój poglądów na budowę Układu Słonecznego | * omawiać i porównywać teorie geocentryczne i heliocentryczne
* wskazywać błędy i niezgodności historycznych teorii budowy Układu Słonecznego
* omawiać wpływ badań Galileusza i Keplera na poglądy na temat budowy Układu Słonecznego
* odnajdywać w literaturze popularnonaukowej informacje na temat historycznych teorii budowy Wszechświata
 |
| Prawo powszechnego ciążenia | * definiować siłę grawitacji
* formułować prawo powszechnego ciążenia
* wyjaśniać powszechność działania siły grawitacji i podawać przykłady, w których można obserwować jej działanie
* zapisywać i wykorzystywać wzór na siłę grawitacji
* wykorzystywać prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach problemowych
* definiować i oznaczać graficznie siłę ciężkości jako wypadkową siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności
* wyjaśniać zmiany siły ciężkości w zależności od szerokości geograficznej
* obliczać przyspieszenie ziemskie
* porównywać siłę ciężkości z siłą grawitacji oraz przyspieszenie ziemskie z przyspieszeniem grawitacyjnym
* opisywać wpływ wysokości nad poziomem morza oraz kształtu Ziemi na siłę grawitacji
* obliczać przyspieszenie ziemskie na różnych wysokościach nad poziomem morza oraz na różnych szerokościach geograficznych
 |
| Centralne pole grawitacyjne | * definiować pole grawitacyjne, pole jednorodne i pole centralne
* oznaczać linie sił pola grawitacyjnego jednorodnego i centralnego
* definiować natężenie pola
* wyjaśniać tożsamość między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem grawitacyjnym
* formułować zasadę superpozycji pól i stosować ją do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych
* wyjaśniać i opisywać zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi
* definiować zachowawcze pole sił
* wyjaśnić, na czym polega zachowawczość pola grawitacyjnego
* zapisać i stosować wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym oraz wyjaśniać, dlaczego wzór ten nie jest słuszny w polu centralnym
* wyjaśnić pojęcie siły średniej w centralnym polu grawitacyjnym
* przedstawić na wykresie zależność między siłą a odległością od źródła pola grawitacyjnego centralnego i wyznaczyć pracę jako pole pod wykresem (stosując wielkość siły średniej)
* zapisać i stosować wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym
* przedstawiać na wykresie zależność energii potencjalnej w centralnym polu grawitacyjnym od odległości od źródła pola
* obliczać pracę i energię potencjalną w polu grawitacyjnym
* definiować potencjał pola grawitacyjnego
* zapisywać i stosować wzór na potencjał pola grawitacyjnego
* zapisywać i stosować zależność między pracą w polu grawitacyjnym a potencjałem pola
* definiować powierzchnie ekwipotencjalne
* zapisywać zależność między natężeniem jednorodnego pola grawitacyjnego a potencjałem pola
 |
| Grawitacja a ruch ciał niebieskich | * opisywać siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach
* obliczać parametry ruchu ciał po orbitach pod wpływem siły grawitacji
* formułować pierwsze prawo Keplera
* opisywać orbity ciał niebieskich: wskazywać ogniska, peryhelium, aphelium, półoś wielką, mimośród, promień wodzący
* definiować szybkość polową
* formułować drugie prawo Keplera
* wskazywać zmiany prędkości ciał niebieskich krążących po orbitach w zależności od odległości od punktu zaczepienia promienia wodzącego
* formułować i stosować trzecie prawo Keplera
* definiować pierwszą prędkość kosmiczną
* obliczać pierwszą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego
* definiować satelitę i satelitę geostacjonarnego
* obliczać szybkość orbitalną i okres obiegu satelity krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnego
 |
| Przeciążenie i nieważkość | * oznaczać siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
* oznaczać siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszającym się ze stałym przyspieszeniem
* wyjaśniać zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na podstawie zasad dynamiki
* wykorzystywać zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w sytuacjach problemowych
* podawać przykłady występowania zjawisk przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym
 |
| Metody pomiaru odległości w kosmosie | * zamieniać jednostki, w których są wyrażone odległości (jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek, metr)
* opisywać metody pomiaru odległości Ziemi do Księżyca i Słońca
* opisywać metody radarowe i laserowe; wyjaśniać ich ograniczenia
* opisywać metody paralaksy geo - i heliocentrycznej; wyjaśniać ich ograniczenia
* opisywać metody wykorzystania cefeid do pomiaru odległości w kosmosie
* odnajdywać w literaturze informacje na temat innych metod pomiarów odległości w kosmosie
 |
| Układ Słoneczny | * definiować jednostkę astronomiczną i rok świetlny
* posługiwać się jednostką astronomiczną i rokiem świetlnym, zamieniać wielkości podane w jednostkach astronomicznych i latach świetlnych na kilometry i odwrotnie
* opisywać budowę Układu Słonecznego
* wymieniać we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego
* podawać najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego
* opisywać położenie Ziemi w Układzie Słonecznym
* opisywać obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości miedzy nimi
 |
| Świat galaktyk | * definiować galaktykę
* wymieniać rodzaje galaktyk i opisuje ich główne cechy
* opisywać budowę Drogi Mlecznej
* opisywać obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi
* opisywać położenie Układu Słonecznego w Galaktyce
 |
| Ewolucja Wszechświata | * omawiać historię badań mikro- i makroświata
* wyjaśniać zadania kosmologii
* formułować prawa Hubble’a
* wyjaśniać znaczenie prawa Hubble’a i formułować wnioski z niego płynące
* wyjaśniać znaczenie wartości stałej Hubble’a
* formułować wnioski płynące ze zjawiska rozszerzania się Wszechświata
* wyjaśniać, czym jest promieniowanie reliktowe i opisywać jego znaczenie dla teorii na temat budowy Wszechświata
* podawać przybliżony wiek Wszechświata
* opisywać model Wielkiego Wybuchu
 |
| Drgania | Sprężystość ciał | * definiować siłę sprężystości
* definiować wydłużenie jako wielkość wektorową
* opisywać zależność pomiędzy siłą sprężystości i wydłużeniem
* wyjaśniać znaczenie współczynnika sprężystości, podać jego jednostkę
* wykorzystywać siłę sprężystości do obliczania parametrów ruchu ciała w sytuacjach problemowych
 |
| Ruch harmoniczny | * definiować pojęcia opisujące ruch drgający: położenie równowagi, wychylenie, amplituda drgań, okres drgań, częstotliwość, faza początkowa, częstość kołowa
* definiować ruch harmoniczny oraz oscylator harmoniczny
* podawać przykłady oscylatorów harmonicznych w życiu codziennym
* opisywać etapy ruchu harmonicznego z uwzględnieniem sił działających na ciało na poszczególnych etapach ruchu
* opisywać analogie między ruchem harmonicznym a ruchem po okręgu
* obliczać parametry ruchu harmonicznego
 |
| Analiza matematyczna ruchu harmonicznego | * opisywać zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym
* odczytywać amplitudę, częstość kołową i fazę początkową z danego równania ruchu harmonicznego
* zapisywać zależność szybkości od czasu i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym
* przedstawiać na wykresie zależności wychylenia, szybkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym
* obliczać wychylenie, szybkość i przyspieszenie w dowolnej chwili w ruchu harmonicznym
* obliczać maksymalną szybkość i maksymalne przyspieszenie w ruchu harmonicznym
* opisywać zmiany siły w ruchu harmonicznym, zapisywać zależność opisującą siłę sprężystości
* zapisywać zależność okresu od masy i współczynnika sprężystości dla masy na sprężynie
 |
| Przemiany energii w ruchu harmonicznym | * opisywać pracę siły sprężystości
* definiować energię potencjalną sprężystości
* opisywać zmiany energii kinetycznej oraz energii potencjalnej w ruchu harmonicznym
* stosować zasadę zachowania energii do obliczania całkowitej energii w ruchu harmonicznym
* obliczać energię kinetyczną i potencjalną oscylatora harmonicznego w dowolnej chwili czasu
* wykorzystywać zasadę zachowania energii w ruchu drgającym w sytuacjach problemowych
 |
| Pomiar współczynnika sprężystości sprężyny | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* zmierzyć odpowiednie wielkości potrzebne do obliczenia współczynnika sprężystości
* zapisać zależność siły od wychylenia sprężyny i równanie opisujące ruch drgający
* obliczyć współczynnik sprężystości na podstawie wyników pomiarów
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów i sporządzić wykres zależności częstotliwości dźwięku od długości struny z uwzględnieniem prostokątów niepewności
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Wahadło matematyczne | * opisywać model wahadła matematycznego
* oznaczać graficznie siły działające na wahadło matematyczne
* zapisywać i stosować zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości
* wyjaśniać i stosować pojęcie izochronizmu wahadła matematycznego
* opisywać przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego
* wykazywać doświadczalnie niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy i zależność od długości wahadła
 |
| Pomiar przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* zmierzyć odpowiednie wielkości niezbędne do obliczenia wartości przyspieszenia ziemskiego: długość i okres drgań wahadła matematycznego
* zastosować zależność opisującą okres drgań wahadła matematycznego do wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać końcowy wynik pomiaru
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans | * definiować drgania tłumione
* opisywać siłę tłumiąca drgania
* opisywać wpływ wartości siły tłumiącej na drgania
* podawać przykłady drgań słabo tłumionych
* definiować drgania własne oraz drgania wymuszone
* opisywać siłę wymuszającą drgania
* obliczać amplitudę drgań wymuszonych
* obliczać okres własnych w sytuacjach typowych
* definiować rezonans mechaniczny
* wyjaśniać znaczenia okresu drgań własnych oraz zjawiska rezonansu mechanicznego w życiu codziennym
* opisywać warunki zaistnienia zjawiska
* podawać przykłady zjawiska rezonansu, prezentować zjawisko rezonansu mechanicznego
 |
| Termodynamika 1 | Rozszerzalność termiczna ciał stałych | * opisywać podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne)
* wymieniać główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* opisywać zależność temperaturą a ruchem cząsteczek materii
* definiować rozszerzalność cieplną, rozszerzalność liniową i rozszerzalność objętościową
* zapisywać i wyjaśniać zależność pomiędzy temperaturą i wymiarami liniowymi ciał stałych
* zapisywać i wyjaśniać zależność pomiędzy temperaturą i objętością ciał stałych
* wyjaśniać znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych w technice i życiu codziennym
* demonstrować zjawisko rozszerzalności cieplnej ciał stałych
* podawać przykłady zjawiska rozszerzalności cieplnej ciał stałych oraz przykłady jego zastosowania
 |
| Rozszerzalność termiczna cieczy i gazów | * wyjaśniać zależność pomiędzy temperaturą i objętością cieczy i gazów
* podawać przykłady zjawiska rozszerzalności cieplnej cieczy
* podawać przykłady zastosowania zjawiska rozszerzalności cieplnej cieczy
* podawać przykłady zjawiska rozszerzalności cieplnej gazów
* podawać przykłady zastosowań rozszerzalności cieplnej gazów
 |
| Energia wewnętrzna i ciepło | * definiować pojęcie energii wewnętrznej
* opisywać niezależność energii wewnętrznej od energii mechanicznej ciała oraz wprost proporcjonalną zależność od temperatury ciała
* definiować ciepło
* formułować i stosować zależność między ciepłem dostarczonym a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła
 |
| Metody transportu ciepła | * wyjaśniać różnice pomiędzy pojęciami energii, ciepła i pracy
* podawać przykłady przekazywania energii w formie ciepła i w formie pracy
* formułować i wyjaśniać zasadę równoważności ciepła i pracy
* opisywać zjawiska życia codziennego za pomocą pojęć energii, ciepła i pracy
* definiować przewodnictwo cieplne
* podawać przykłady występowania i wykorzystania przewodnictwa cieplnego w życiu codziennym
* definiować konwekcję i promieniowanie cieplne
* podawać przykłady występowania i wykorzystania konwekcji i promieniowania cieplnego w życiu codziennym
 |
| Pierwsza zasada termodynamiki | * formułować pierwszą zasadę termodynamiki
* wyjaśniać znaczenie pierwszej zasady termodynamiki i formułować płynące z niej wnioski
* opisywać pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii
* wykorzystywać pierwszą zasadę termodynamiki oraz pojęcia energii wewnętrznej, pracy i ciepła w sytuacjach problemowych
 |
| Ciepło właściwe | * definiować ciepło właściwe i jego jednostkę
* wykorzystywać ciepło właściwe do opisu zjawisk
* interpretować wartość ciepła właściwego jako skłonność ciała do zmiany temperatury
* wykorzystywać zależności pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w zadaniach problemowych
 |
| Przemiany fazowe | * definiować topnienie i krzepnięcie, temperaturę topnienia, ciepło topnienia
* definiować parowanie i skraplanie, ciepło parowania
* definiować temperaturę krytyczną, opisywać zmianę ciepła parowania wraz ze wzrostem temperatury
* definiować wrzenie i temperaturę wrzenia
* przedstawiać na wykresie zależności temperatury od ciepła pobranego oraz proces zmiany stanów skupienia wody
* formułować zasadę bilansu cieplnego
* sporządzać równanie bilansu cieplnego
* definiować sublimacje i resublimację
* podawać przykłady zmian stanów skupienia i zjawisk z tym związanych w życiu codziennym
 |
| Bilans cieplny | * odróżniać ciepło dostarczone od oddanego przez substancję w zadanych sytuacjach
* formułować zasadę bilansu cieplnego
* sporządzać równanie bilansu cieplnego
* wykorzystywać zasadę bilansu cieplnego w sytuacjach problemowych
 |
| Pomiar ciepła właściwego metalu | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* formułować równanie bilansu cieplnego
* zmierzyć odpowiednie wielkości fizyczne niezbędne do wyznaczenia ciepła metalu
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów bezpośrednich oraz za pomocą równania bilansu cieplnego obliczyć wartość ciepła właściwego badanego metalu
* obliczyć niepewność pomiarową pomiaru pośredniego ciepła właściwego metodą najmniej korzystnego przypadku
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Wartość energetyczna paliw i żywności | * definiować pojęcie wartości energetycznej i wymienić jej jednostki
* wymieniać sposoby pomiaru wartości energetycznej paliw i żywności
* podawać wartości energetyczne wybranych paliw i żywności
* wyjaśniać znaczenie wartości energetycznej
* korzystać z wartości energetycznej paliw i żywności w sytuacjach życia codziennego
 |
| Woda i jej właściwości | * opisywać budowę cząsteczkowej wody
* wymieniać i opisywać właściwości fizyczne wody
* wyjaśniać znaczenie własności fizycznych wody
* definiować pojęcie napięcia powierzchniowego
* wyjaśniać znaczenie napięcia powierzchniowego wody
* demonstrować doświadczalnie wybrane własności fizyczne wody
* wyjaśniać rolę wody w przyrodzie
* opisywać znaczenie własności wody dla życia na Ziemi, a także w przemyśle i technice
 |
| Termodynamika 2 | Założenia kinetyczno-molekularnej teorii gazu | * opisywać podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii: atomy, pierwiastki, związki chemiczne
* wymieniać główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* definiować pojęcia: ciśnienie, ciśnienie atmosferyczne, ciśnienie normalne, gęstość, mol i masa molowa
* opisywać ruchy Browna
* formułować i stosować prawo Avogadra
* zapisywać i stosować podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu
 |
| Pojęcie temperatury | * definiować temperaturę bezwzględną gazu
* stosować skalę Kelwina, zamieniać stopnie Celsjusza na kelwiny i odwrotnie
* wyjaśniać znaczenie temperatury zera bezwzględnego i podać jej wartość
* wyjaśniać zależność pomiędzy temperaturą a energią wewnętrzną
 |
| Gaz doskonały | * wymieniać założenia modelu gazu doskonałego
* podać przykłady gazów, które zachowują się w sposób bliski gazowi doskonałemu
* wymieniać parametry stanu gazu
* zapisywać i stosować równanie gazu doskonałego
* zapisywać i stosować równanie Clapeyrona
* wyjaśniać znaczenie stałej gazowej, odnajdywać jej wartość w karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych
* zapisywać wzór na średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego
 |
| Przemiany gazowe | * definiować przemianę gazową
* definiować przemianę izochoryczną; formułować i stosować prawo Charlesa
* wskazywać izochory na wykresie zależności ciśnienia od temperatury
* definiować przemianę izobaryczną; formułować i stosować prawo Gay-Lussaca
* wskazywać izobary na wykresie zależności objętości od temperatury
* definiować przemianę izotermiczną; formułować i stosować prawo Boyle’a-Mariotte’a
* wskazywać izotermy na wykresie zależności ciśnienia od objętości
* definiować przemianę adiabatyczną
* zapisywać i stosować równanie Poissona, definiować wykładnik adiabaty
* sporządzać wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianach gazowych
* porównywać zmiany parametrów gazu przy różnych przemianach
* rozpoznać szczególne przemiany gazowe na wykresach wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości
 |
| Praca i energia w przemianach gazowych | * opisywać zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w szczególnych przemianach gazowych
* stosować pierwszą zasadę termodynamiki w przemianach gazowych w sytuacjach problemowych
 |
| Ciepło molowe | * definiować pojęcie ciepła molowego, ciepło molowe przy stałej objętości i ciepło molowe przy stałym ciśnieniu
* wyjaśniać zależność między ciepłem molowym gazu przy stałej objętości (*cV*) i przy stałym ciśnieniu (*cp*)
* wykorzystywać pojęcie ciepła molowego w sytuacjach problemowych
 |
| Silniki cieplne | * opisać silnik cieplny
* definiować cykl termodynamiczny
* wyjaśnić zasadę pracy silnika Carnota: opisać cykl Carnota, oznaczyć na wykresie zależności ciśnienia od objętości i pracę użyteczną wykonaną podczas cyklu Carnota
* definiować sprawność
* opisywać zasadę działania silnika spalinowego
 |
| Druga zasada termodynamiki | * podawać różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki
* wyjaśniać pojęcie entropii
* formułować wnioski z drugiej zasady termodynamiki
* definiować pojęcia procesu odwracalnego i nieodwracalnego
* obliczać sprawność silników cieplnych
* wykorzystywać sprawność silników cieplnych w sytuacjach problemowych
 |
| Elementy fizyki molekularnej | * opisywać założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii i formułować płynące z niej wnioski
* opisywać ruchy Browna, korzystając z kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* wyjaśniać pojęcie fluktuacji
* opisywać zjawisko dyfuzji, korzystając z kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
 |
| Elektrostatyka | Podstawy elektrycznej teorii materii | * definiować pojęcie ładunku i podawać jego jednostkę w układzie SI
* przedstawiać jednostkę ładunku za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* definiować ładunek elementarny, opisywać elektron i proton jako cząstki obdarzone ładunkiem elementarnym
* definiować pojęcie jonu
* opisywać zjawisko elektryzowania ciał
* wymienić, opisywać oraz podawać przykłady różnych sposobów elektryzowania ciał
* formułować zasadę zachowania ładunku
* wyjaśniać znaczenie zasady zachowania ładunku w sytuacjach praktycznych
* wykorzystywać zasadę zachowania ładunku w sytuacjach problemowych
 |
| Prawo Coulomba | * definiować przenikalność elektryczną
* wyjaśniać znaczenie wartości przenikalności elektrycznej różnych substancji
* opisywać metody zastosowania substancji o różnej przenikalności elektrycznej
* opisywać oddziaływanie elektryczne pomiędzy ciałami naładowanymi jednoimiennie i różnoimiennie
* formułować prawo Coulomba
* zapisywać zależność opisującą prawo Coulomba
* wykorzystywać prawo Coulomba w sytuacjach problemowych
 |
| Pole elektryczne | * definiować pojęcia: pola elektryczne, pole centralne i pole jednorodne
* rysować linie pola elektrycznego
* definiować natężenie pola elektrycznego, podawać jego jednostkę w układzie SI
* opisywać natężenie pola elektrycznego jako wielkość wektorową
* wykorzystywać pojęcie pola elektrycznego i obliczać natężenie pola w sytuacjach problemowych
* demonstrować linie pola elektrycznego wokół przewodnika
 |
| Zasada superpozycji | * opisywać pole elektryczne układu ładunków
* wyznaczać wektor natężenia pola elektrycznego układu ładunków w sytuacjach problemowych
* obliczać wartość natężenia pola elektrycznego układu ładunków w sytuacjach problemowych
* opisywać pole elektryczne na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków
* stosować zasadę superpozycji pól w sytuacjach problemowych
 |
| Praca w polu elektrostatycznym | * posługiwać się pojęciami energii potencjalnej i pracy w polu elektrycznym
* zapisywać zależności pozwalające obliczyć energię potencjalną i pracę w polu elektrycznym
* obliczać wartości energii potencjalnej i pracy w polu elektrycznym w sytuacjach problemowych
* wyjaśniać znaczenie zachowawczości pola elektrycznego
* definiować potencjał pola i powierzchnie ekwipotencjalne
* wskazywać powierzchnie ekwipotencjalne
* posługiwać się pojęciem potencjału pola w sytuacjach problemowych
* definiować napięcie elektryczne
 |
| Zachowanie ładunków w przewodniku | * definiować powierzchniową gęstość ładunku
* wyjaśniać znaczenie powierzchniowej gęstości ładunku
* opisywać rozmieszczenie ładunku w przewodniku
* wykorzystywać pojęcie powierzchniowej gęstości ładunku w sytuacjach problemowych
* opisywać wpływ pola elektrycznego na ładunek zgromadzony w przewodniku
* wyjaśniać znaczenie wpływu pola elektrycznego na ładunek zgromadzony w przewodniku
* opisywać gromadzenie się ładunku na ostrzu przewodnika
* wyjaśniać zasadę działania klatki Faradaya, piorunochronu i generatora Van de Graaffa
 |
| Ruch cząstek naładowanych w polu elektrostatycznym | * opisywać ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym
* wyznaczać tor ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym
* wykorzystywać prawo Coulomba oraz wielkości opisujące pole do wyznaczania parametrów ruchu cząstki naładowanej w polu elektrycznym
* wyjaśniać zasadę działania lampy oscyloskopowej
* opisywać metody zastosowania lampy oscyloskopowej
 |
| Pojemność elektryczna  | * definiować pojemność elektryczną, podawać jej jednostkę w układzie SI
* wyjaśniać znaczenie wartości pojemności elektrycznej
* definiować kondensator i kondensator płaski
* opisywać zjawiska zachodzące w kondensatorze
* wyjaśniać znaczenie pojemności elektrycznej kondensatora
* obliczać pojemność elektryczną w sytuacjach problemowych
 |
| Kondensatory | * obliczać napięcie pomiędzy okładkami kondensatora
* opisywać pole elektryczne w kondensatorze
* rysować linie pola elektrycznego w kondensatorze
* obliczać natężenie pola elektrycznego w kondensatorze
* opisywać wpływ dielektryka włożonego pomiędzy okładki kondensatora na pole elektryczne w kondensatorze
* obliczać energię kondensatora i pracę potrzebna do naładowania kondensatora
* demonstrować przekaz energii podczas rozładowywania kondensatora
 |
| Polaryzacja dielektryków | * definiować dielektryk
* opisywać zjawisko polaryzacji dielektryka w zewnętrznym polu elektrycznym
* opisywać polaryzację elektronową i dipolową dielektryków
* definiować pojęcie stałej dielektrycznej
* wyjaśniać znaczenie wielkości stałej dielektrycznej
* opisywać wpływ dielektryka na pojemność kondensatora
* wykorzystywać pojęcie stałej dielektrycznej w sytuacjach problemowych
 |
| Prąd stały | Przewodnictwo elektryczne ciał stałych, cieczy i gazów | * definiować pojęcia: przewodnik, półprzewodnik i izolator
* omawiać ogólne zasady pasmowej teorii przewodnictwa
* definiować pojęcie nośnika prądu
* opisywać mechanizm przepływu prądu w metalach i półprzewodnikach
* wskazywać przykłady metali, półprzewodników i elektrolitów
* opisywać przewodnictwo elektryczne elektrolitów
* opisywać zjawisko elektrolizy
* opisywać przewodnictwo elektryczne w gazach
* opisywać zjawisko jonizacji
* wyjaśniać wpływ temperatury, zewnętrznego pola elektrycznego i promieniowania na przewodnictwo elektryczne substancji
 |
| Prąd elektryczny i jego przyczyna | * definiować prąd elektryczny
* wyjaśniać mechanizm przepływu prądu
* definiować natężenie prądu elektrycznego i podawać jego jednostkę w układzie SI
* obliczać natężenie prądu elektrycznego
* definiować pojęcie obwodu elektrycznego
* definiować napięcie w obwodzie elektrycznym i podawać jego jednostkę
* posługiwać się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym
* korzystać z woltomierza i amperomierza do pomiaru natężenia prądu i napięcia w obwodzie elektrycznym
* prawidłowo włączać mierniki w obwód elektryczny
* korzystać z natężenia prądu i napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych
 |
| Opór elektryczny | * definiować opór elektryczny
* wyjaśniać znaczenie oporu elektrycznego
* definiować opór właściwy
* wykorzystywać zależność pomiędzy oporem właściwym i parametrami przewodnika
* opisywać i wyjaśniać zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika i półprzewodnika
* wykorzystywać zależność pomiędzy temperaturą a oporem przewodnika w sytuacjach problemowych
 |
| Prawo Ohma | * formułować prawo Ohma
* wykorzystywać prawo Ohma w sytuacjach problemowych
* definiować charakterystykę prądowo-napięciową
* kreślić i analizować charakterystyki prądowo-napięciowej w zadanych sytuacjach
 |
| Badanie charakterystyk prądowo-napięciowych  | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* poprawnie podłączyć amperomierz i woltomierz w obwodzie
* zmierzyć wartości napięcia i natężenia prądu dla rożnych wartości oporu opornika
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów i sporządzić charakterystykę prądowo-napięciową
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Ogniwa elektryczne | * definiować siłę elektromotoryczną
* definiować ogniwo
* podawać przykłady źródeł napięcia
* definiować opór wewnętrzny ogniwa
* wyjaśniać znaczenie oporu wewnętrznego ogniwa
* wyznaczać siłę elektromotoryczną, opór wewnętrzny i moc ogniwa w sytuacjach problemowych
* wyjaśniać zasady łączenia ogniw
* wyjaśniać zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo jako zasadę zachowania energii
* obliczać parametry zastępcze układu ogniw połączonych szeregowo
* demonstrować doświadczalnie zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo
 |
| Praca i moc prądu elektrycznego | * definiować pojęcie pracy i mocy prądu elektrycznego i podawać ich jednostki w układzie SI
* obliczać pracę i moc prądu elektrycznego
* wykorzystywać zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych
* opisywać metody pomiaru energii elektrycznej
* zamieniać kilowatogodziny na dżule i odwrotnie
* obliczać zużycie energii elektrycznej urządzeń domowych na podstawie parametrów przedstawionych na tabliczce znamionowej
* obliczać sprawność urządzeń elektrycznych
* wyjaśniać znaczenie sprawności uradzeń elektrycznych w praktyce
 |
| Obwody elektryczne | * definiować obwód elektryczny
* wymienić i stosować zasady projektowania obwodów elektrycznych
* wymieniać podstawowe elementy obwodów elektrycznych i stosować ich symbole
* rozpoznawać podstawowe elementy obwodów elektrycznych
* prawidłowo włączać mierniki w obwód elektryczny
* rysować schemat zadanego obwodu elektrycznego i odczytywać proste schematów elektrycznych
* odczytywać i wykorzystywać parametry elementów elektrycznych
* stosować prawo Ohma do opisu obwodów elektrycznych
* opisywać sieć domową jako przykładu obwodu elektrycznego
* opisywać działanie i rolę bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego
* stosować zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym
 |
| Pierwsze prawo Kirchhoffa | * wskazywać węzły i oczka obwodu elektrycznego
* formułować pierwsze prawo Kirchhoffa
* wykorzystywać pierwsze prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych
 |
| Drugie prawo Kirchhoffa | * formułować drugie prawo Kirchhoffa
* wykorzystywać drugie prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych
* analizować obwody prądu stałego w sytuacjach problemowych
 |
| Opór zastępczy | * rozpoznawać różne sposoby łączenia oporników w obwodzie elektrycznym: szeregowe i równoległe
* wyznaczać opór zastępczy w obwodach prądu stałego w sytuacjach problemowych
 |
| Rozwiązywanie obwodów elektrycznych | * obliczać wartości natężenia prądu, napięcia, oporu, pracy i mocy prądu w zadanym obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych
* wykorzystywać prawo Ohma i prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych
* prawidłowo używać mierników elektrycznych
* przewidywać parametry obwodów i porównywać przewidywania z pomiarami
 |
| Dioda | * opisywać założenia pasmowej teorii przewodnictwa
* opisywać zjawisko półprzewodnictwa
* opisywać zjawisko półprzewodnictwa domieszkowego
* opisywać przepływ nośników prądu w półprzewodnikach
* opisywać złącze p-n
* wyjaśniać zasadę działania diody półprzewodnikowej
* opisywać diodę półprzewodnikową jako element przewodzący w jednym kierunku
* wyjaśnić znaczenie diody półprzewodnikowej jako elementu prostowniczego
* opisywać diodę półprzewodnikową jako źródło światła
* wymieniać i demonstrować zastosowania diody półprzewodnikowej
 |
| Tranzystor | * opisywać zjawisko półprzewodnictwa domieszkowego
* opisywać złącza p-n-p i n-p-n
* opisywać i wyjaśniać działanie tranzystora
* opisywać tranzystor jako element wzmacniający sygnały elektryczne
* opisywać znaczenie tranzystora w technice
 |
| Magnetyzm | Oddziaływania magnetyczne | * definiować magnes
* definiować bieguny magnesu i dipol magnetyczny
* opisywać właściwości magnesów i dipoli magnetycznych oraz ich znaczenie
* podawać przykłady magnesów i ich zastosowania
* definiować pole magnetyczne
* opisywać właściwości pola magnetycznego
* opisywać właściwości jednorodnego pola magnetycznego
* kreślić linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesu trwałego, prostoliniowego i kołowego przewodnika z prądem
* opisywać pole magnetyczne Ziemi, kreślić linie pola, oznaczać bieguny magnetyczne
 |
| Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem  | * opisywać pole magnetyczne wokół prostoliniowego przewodnika z prądem i przewodnika kołowego
* definiować zwojnicę
* opisywać pole magnetyczne zwojnicy
* doświadczalnie badać linie pola magnetycznego wokół prostoliniowego przewodnika z prądem, przewodnika kołowego oraz zwojnicy
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Wektor indukcji magnetycznej | * definiować natężenie pola magnetycznego
* definiować wektor indukcji magnetycznej
* definiować przenikalność magnetyczną
* opisywać zależność pomiędzy natężeniem i indukcją pola magnetycznego
* wyznaczać zwrot, kierunek i wartość wektora indukcji magnetycznej w sytuacjach problemowych
* posługiwać się natężeniem i indukcją pola magnetycznego w sytuacjach problemowych
* formułować prawo Ampera i prawo Biota-Savarta
* wyjaśniać znaczenie prawa Ampera i prawa Biota-Savarta
 |
| Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym | * definiować siłę Lorentza
* zapisywać zależność określającą wartość siły Lorentza
* wyjaśniać znaczenie siły Lorentza
* wyznaczać zwrot, kierunek i wartość wektora siły Lorentza w sytuacjach problemowych
* wykorzystując siłę Lorentza, opisywać tor ruchu cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym
* obliczać parametry ruchu ładunku w jednorodnym polu magnetycznym
* obliczać indukcję pola oraz siłę Lorentza działającej na ładunek poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym
* wyjaśniać zasadę działania cyklotronu
* wykorzystywać pole elektryczne i magnetyczne do opisu ruchu cząstki naładowanej w cyklotronie
* opisywać siłę, z jaką oddziałują na siebie równolegle przewodniki z prądem
* opisywać pole magnetyczne Ziemi
* wyjaśniać znaczenie pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym
* wyjaśniać mechanizm powstawania zorzy polarnej
 |
| Siła elektrodynamiczna | * opisywać oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem
* definiować siłę elektrodynamiczną
* wyznaczać kierunek, zwrot i wartość siły elektrodynamicznej
* wyjaśniać znaczenie siły elektrodynamicznej
* obliczać moment magnetyczny
* opisywać efekt Halla
 |
| Silnik elektryczny | * opisywać budowę silnika elektrycznego prądu stałego
* wyjaśniać zasadę działania silnika elektrycznego prądu stałego
* badać empirycznie parametry silnika elektrycznego prądu stałego
* wykorzystywać pojęcie siły elektrodynamicznej w sytuacjach problemowych
 |
| Właściwości magnetyczne materii | * definiować ferromagnetyki, diamagnetyki i paramagnetyki
* podawać przykłady ferromagnetyków, diamagnetyków i paramagnetyków
* wyjaśniać znaczenie własności magnetycznych substancji
* opisywać własności magnetyczne ferromagnetyków: rysować i omawiać pętlę histerezy oraz wyjaśniać znaczenie punktu Curie
* opisywać wpływ materiału na pole magnetyczne
 |
| Strumień magnetyczny | * definiować strumień magnetyczny
* wyjaśniać znaczenie strumienia indukcji magnetycznej
* obliczać wartość strumienia indukcji magnetycznej w stacjach typowych
 |
| Zjawisko indukcji elektromagnetycznej | * opisywać zjawisko indukcji elektromagnetycznej
* wyjaśniać znaczenie zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* podawać przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* opisywać zjawisko indukcji magnetycznej na podstawie przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością
* obliczać napięcie na końcach przewodnika poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym ze stałą prędkością
* definiować siłę elektromotoryczną indukcji
* formułować prawo Faradaya
* wyjaśniać znaczenie prawa Faradaya
* opisywać zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy, przez którą płynie prąd elektryczny
* formułować regułę Lenza
* wyznaczać kierunek przepływu prądu indukcyjnego na podstawie reguły Lenza
* opisywać zjawisko powstawania prądów wirowych
* wyjaśniać znaczenie zjawiska powstawania prądów wirowych i opisywać przykładowe sposoby przeciwdziałania
 |
| Zjawisko samoindukcji | * opisywać zjawisko samoindukcji
* wyjaśniać znaczenie zjawiska samoindukcji
* definiować siłę elektromotoryczną samoindukcji
* definiować indukcyjność
* obliczać siłę elektromotoryczną samoindukcji
* opisywać znaczenie zjawiska samoindukcji
 |
| Prądnica prądu przemiennego | * opisywać budowę i zasadę działania prądnicy prądu przemiennego
* opisywać siłę elektromotoryczną indukcji powstającej podczas pracy prądnicy
* opisywać przemiany energii podczas pracy prądnicy prądu przemiennego
* rozwiązywać zadania dotyczące prądnicy prądu przemiennego
* opisywać zastosowanie prądnicy prądu przemiennego
 |
| Prąd przemienny | * definiować prąd przemienny
* opisywać wielkości charakteryzujące prąd przemienny: okres, częstotliwość, częstość kołową, amplitudę
* opisywać zależności napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu
* definiować napięcie i natężenie skuteczne
* wyjaśniać znaczenie wartości napięcia i natężenia skutecznego
* opisywać zależności pracy i mocy prądu przemiennego od czasu
* definiować moc skuteczną
* wyjaśniać znaczenie mocy skutecznej
* wyjaśniać sposób opisu urządzeń prądu przemiennego zamieszczony na tabliczkach znamionowych
* obliczać wielkości charakteryzujące prąd przemienny w sytuacjach problemowych
* wykorzystywać pojęcia napięcia, natężenia i mocy skutecznej w sytuacjach problemowych
 |
| Zastosowania praktyczne indukcji elektromagnetycznej | * opisywać budowę i zasadę działania transformatora
* obliczać natężenie prądu i napięcie na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach problemowych
* obliczać moc na uzwojeniach transformatora
* opisywać zastosowania transformatora w technice
 |
| Prawa Maxwella. Fale elektromagnetyczne | * formułować prawa Maxwella
* formułować wnioski płynące z praw Maxwella
* wyjaśniać znaczenie praw Maxwella
* wyjaśniać zjawisko fal elektromagnetycznych
* opisywać istotę fal elektromagnetycznych jako złożenia wzajemnie prostopadłych pól elektrycznego i magnetycznego
* zapisywać zależność natężenia pola elektrycznego i indukcji pola magnetycznego tworzących falę elektromagnetyczną od położenia i czasu
 |
| Fale i optyka | Ruch falowy | * definiować pojęcie fal
* definiować fale mechaniczne i elektromagnetyczne
* definiować ośrodek sprężysty
* wyjaśniać pojęcia sprężystości objętości i kształtu
* wyjaśniać znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali
* opisywać falę sinusoidalną: wskazywać dolinę i grzbiet fali, wyjaśniać znaczenie impulsu falowego
* definiować szybkość i kierunek rozchodzenia się fali
* definiować i wskazywać linie jednakowej fazy i powierzchnię falową
* definiować i wskazywać czoło fali oraz promienie fali
* definiować długość fali
* wyjaśniać różnice między szybkością rozchodzenia się fali a szybkością ruchu punktów ośrodka
* opisywać podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne
* podawać przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym
* opisywać dźwięk jako falę mechaniczną
 |
| Natężenie fali | * opisywać energię ruchu drgającego cząsteczek ośrodka
* opisywać przenoszenie energii przez falę
* definiować średnią gęstość energii fali
* definiować pojęcie natężenia fali i podawać jego jednostkę
* opisywać zależność natężenia fali od amplitudy
* posługiwać się natężeniem fali w sytuacjach problemowych
 |
| Odbicie fali | * opisywać zjawisko odbicia światła
* formułować prawo odbicia dla fal świetlnych
* wykorzystywać prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych
* definiować zwierciadło
* definiować i opisywać zwierciadło płaskie oraz kuliste (wklęsłe i wypukłe)
* wymieniać i opisywać pojęcia i wielkości opisujące zwierciadła kuliste: oś zwierciadła, ogniskowa, promień krzywizny
* wskazywać oś zwierciadła kulistego
* wyznaczać ogniskową i promień krzywizny zwierciadła kulistego
* definiować zdolność skupiającą
* wyznaczać zdolność skupiającą zwierciadła kulistego
* zapisywać równanie zwierciadła kulistego
* definiować powiększenie
* zapisywać zależność opisującą powiększenie
* konstruować obrazy w zwierciadłach
 |
| Załamanie fali | * opisywać zjawisko załamania fali
* formułować prawo Snelliusa dla fal świetlnych
* wykorzystywać prawo Snelliusa dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych
* podawać przykłady występowania zjawisk odbicia i załamania światła
* wyjaśniać znaczenie współczynnika załamania i względnego współczynnika załamania światła
* wyznaczać współczynnik załamania światła dla rożnych ośrodków
* opisywać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia
* podawać przykłady występowania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
* definiować kąt graniczny
* wyjaśniać znaczenie kąta granicznego
* wyznaczać kąt graniczny w sytuacjach problemowych
* formułować warunek całkowitego wewnętrznego odbicia
* wykorzystywać kąt graniczny oraz warunek całkowitego wewnętrznego odbicia w sytuacjach problemowych
* wyjaśniać znaczenie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
* podawać przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia w technice
* wyjaśniać zasadę działania światłowodu
 |
| Wyznaczanie współczynnika załamania światła  | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* zmierzyć odpowiednie wielkości fizyczne
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów
* wyznaczyć wielkość współczynnika załamania światła
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Widmo światła | * opisywać istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej o określonym zakresie długości fali
* opisywać widmo światła białego
* rozumieć, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach
* szacować długość fali świetlnej w zależności od barwy światła
* definiować światło monochromatyczne
* definiować pryzmat
* opisywać mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie
* opisywać zjawisko rozszczepienia światła w sytuacjach problemowych
 |
| Dyfrakcja | * formułować i wyjaśniać zasadę Huygensa
* opisywać zjawisko dyfrakcji
* podawać przykłady zjawiska dyfrakcji fal mechanicznych
* opisywać związek między dyfrakcja na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali
* definiować rozdzielczość przyrządów optycznych
* opisywać rozdzielczość przyrządów optycznych, wykorzystując pojęcie dyfrakcji
 |
| Interferencja | * formułować zasadę superpozycji fal
* stosować zasadę superpozycji
* opisywać interferencję fal
* definiować fale spójne
* formułować warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali w skutek interferencji
* definiować i opisywać falę stojącą: wskazywać węzły i strzałki
* opisywać zasadę działania siatki dyfrakcyjnej
* wyjaśniać znaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej
 |
| Pomiar długości fali świtała | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* zmierzyć odpowiednie wielkości fizyczne
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów
* zapisać równie siatki dyfrakcyjnej
* wyznaczyć długość fali świetlnej
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Polaryzacja światła | * definiować światło spolaryzowane
* opisywać zjawisko polaryzacji światła
* definiować kąta Brewstera
* obliczać kąt Brewstera w sytuacjach problemowych
* definiować polaryzator
* podawać przykłady polaryzatorów
* opisywać różne metody uzyskiwania światła spolaryzowanego
* opisywać znaczenie polaryzacji światła w technice
 |
| Zjawisko Dopplera | * opisywać zjawisko Dopplera
* wykorzystywać zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie
* podawać przykłady występowania zjawiska Dopplera
* podawać przykłady zastosowania zjawiska Dopplera
 |
| Soczewki  | * definiować soczewkę
* wymieniać i opisywać rodzaje soczewek sferycznych: dwuwypukle, płasko-wypukle, płasko-wklęsłe, dwuwklęsłe
* opisywać własności soczewek skupiających i rozpraszających
* rozpoznawać rodzaje soczewek na podstawie ich własności
* wymieniać i opisywać pojęcia i wielkości opisujące soczewki: oś soczewki, ogniskowa, zdolność skupiająca)
* wskazywać oś soczewki sferycznej
* zapisywać zależność opisującą wartość ogniskowej soczewki
* wyznaczać ogniskową i zdolność skupiającą soczewki
* zapisywać równanie soczewki
* wykorzystywać z równanie soczewki oraz pojęcie powiększenia w sytuacjach problemowych
* wyjaśniać zasadę powstawania obrazu w oku ludzkim
* definiować odległość dobrego widzenia
* wyjaśniać znaczenie odległości dobrego widzenia
* obliczać zdolność skupiającą okularów korekcyjnych
* wyznaczać odległość dobrego widzenia
 |
| Konstruowanie obrazów w soczewkach | * rozumieć zasady konstruowania obrazów w soczewkach
* poprawnie oznaczać na rysunku soczewkę, oś soczewki, ogniskową i obiekt
* konstruować obrazy w soczewkach skupiających i rozpraszających przy różnych położeniach obiektu
* definiować cechy obrazu w soczewce: prosty/odwrócony, rzeczywisty/pozorny, powiększony/pomniejszony
* określać cechy obrazu w soczewce w sytuacjach problemowych
 |
| Pomiar ogniskowej soczewki | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* zmierzyć odpowiednie wielkości fizyczne
* oznaczyć odpowiednie niepewności pomiarowe
* zapisać wyniki pomiarów
* wyznaczać ogniskową soczewki
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Przyrządy optyczne | * opisywać budowę lupy, teleskopu i mikroskopu
* podawać przykłady innych przyrządów optycznych
* przedstawiać graficznie zasady powstawania obrazu w przyrządach optycznych
* obliczać parametry przyrządów optycznych
* podawać przykłady zastosowań przyrządów optycznych
 |
| Zjawiska optyczne  | * opisywać zjawiska rozproszenia światła i zjawiska Tyndalla
* wyjaśniać wpływu barwy światła (długości fali) na rozproszenie
* wyjaśniać kolor nieba oraz zjawisko czerwono zachodzącego Słońca
* opisywać zjawisko mirażu
* rozwijać umiejętności zauważania i opisywania zjawisk optycznych w przyrodzie
 |
| Fizyka atomowa | Promieniowanie termiczne | * definiować widmo promieniowania
* opisywać widmo ciągłe światła białego
* opisywać widmo fal elektromagnetycznych
* opisywać promieniowanie podczerwone i nadfioletowe
* podawać przykłady działania promieniowania podczerwonego i nadfioletowego
* definiować i opisywać promieniowanie termiczne
* wyjaśniać powszechność i znaczenie promieniowania termicznego
* opisywać krzywą rozkładu termicznego, wyjaśniać zależność promieniowania termicznego od temperatury
* definiować ciało doskonale czarne
* podawać przykłady modeli ciała doskonale czarnego
 |
| Widmo atomowe | * podawać przykłady urządzeń służących do obserwacji i badania widma promieniowania, opisywać budowę i wyjaśniać zasadę działania spektroskopu
* podawać przykłady cieczy i ciał stałych jako źródeł widma ciągłego
* opisywać zjawisko linii widmowych oraz widma liniowego
* podawać przykłady gazów jako źródeł widma liniowego
* opisywać technikę analizy widmowej jako metody wyznaczania składu substancji
* opisywać zjawisko widma emisyjnego i absorpcyjnego oraz mechanizm powstawania linii emisyjnych i absorpcyjnych
* zapisywać wzór Rydberga i wyjaśniać jego znaczenie
* definiować serię widmową i opisywać mechanizm powstawania serii widmowych
 |
| Obserwacja widm atomowych za pomocą siatki dyfrakcyjnej | * poprawnie zorganizować stanowisko pomiarowe
* otrzymać obraz widma atomowego wybranego gazu za pomocą siatki dyfrakcyjnej
* opisać otrzymane widmo i porównać z przewidywanym
* formułować wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami oraz oceny błędów pomiarowych
* sporządzić sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia
 |
| Zjawisko fotoelektryczne i fotochemiczne | * opisywać zjawisko jonizacji
* opisywać i wyjaśniać zjawisko fotoelektryczne
* definiować pracę wyjścia fotoelektronów
* opisywać budowę i wyjaśniać zasadę działania fotokomórki
* opisywać charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki
* opisywać zjawisko fotochemiczne
* wyjaśniać znaczenie i zastosowania zjawisk jonizacji, fotoelektrycznego i fotochemicznego
 |
| Właściwości fotonu | * definiować foton
* zapisywać zależności opisujące energię i pęd fotonu
* obliczać energię i pęd fotonu w sytuacjach problemowych
* opisywać zjawiska emisji i absorpcji fotonu w atomie
* definiować pracę wyjścia elektronów
* wyjaśniać znaczenie wielkości pracy wyjścia fotoelektronów
* wykorzystywać równanie Einsteina-Millikana w sytuacjach problemowych
 |
| Dualizm korpuskularno-falowy | * opisywać przebieg doświadczenia Davissona i Germera oraz wyjaśniać płynące z niego wnioski
* definiować falę de Broglie’a
* opisywać zjawisko dyfrakcji cząstek
* zapisywać zależność opisującą długość fali de Broglie’a
* wyznaczać długość fali de Broglie’a
* korzystać z fali de Broglie’a w sytuacjach problemowych
* formułować zasadę nieoznaczoności Heisenberga
* wyznaczać granicę dokładności pomiarów podlegających zasadzie nieoznaczoności Heisenberga
* formułować wnioski płynące z zasady nieoznaczoności Heisenberga
* opisywać eksperyment myślowy Schroedingera (kot Schroedingera)
 |
| Budowa atomu | * wymieniać i wyjaśniać postulaty Bohra
* formułować zależności opisujące dozwolone wartości energii oraz promienie orbit elektronowych w atomie wodoru
* wyjaśniać znaczenie modelu atomu wodoru Bohra i podawać płynące z niego wnioski
* wyjaśniać ograniczenia modelu atomu wodoru Bohra
* definiować linie spektralne i serie widmowe
* opisywać serię Lymana i serię Balmera
* obliczać długości fal świetlnych odpowiadających zmianom stanu energetycznego elektronu w atomie wodoru
* wykorzystywać założenia modelu atomu wodoru Bohra w sytuacjach problemowych
 |
| Promieniowanie rentgenowskie | * opisywać własności twardego i miękkiego promieniowania rentgenowskiego
* opisywać mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego
* opisywać budowę i wyjaśniać zasadę działania lampy rentgenowskiej
* opisywać zjawisko Comptona i wyjaśniać wynikające z niego wnioski
* wyjaśniać znaczenie promieniowania rentgenowskiego w technice i medycynie
* opisywać wpływ promieniowania rentgenowskiego na organizmy żywe
 |
| Elementy krystalografii | * opisywać dyfrakcję promieniowania rentgenowskiego na kryształach
* formułować prawo Bragga
* formułować wnioski płynące z prawa Bragga
* opisywać zastosowania dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego w technice
 |
| Podstawowe przewidywania fizyki kwantowej(temat nadobowiązkowy) | * opisywać podstawowe założenia fizyki kwantowej
* opisywać paradoksy fizyki kwantowej
* opisywać wpływ fizyki kwantowej na współczesna naukę i filozofię
* opisywać przewidywania fizyki kwantowej
 |
| Elementy fizyki relatywistycznej | Podstawy szczególnej teorii względności | * wyjaśniać względność zdarzeń na przykładzie eksperymentu myślowego
* opisywać doświadczenie Michelsona-Morleya i płynące z niego wnioski
* opisywać znaczenie prędkości światła
* wyjaśniać pojęcie czasoprzestrzeni
* wyjaśniać pojęcia: zdarzenie, zbiór zdarzeń i horyzont zdarzeń
* wyjaśniać znaczenie diagramu Minkowskiego
 |
| Efekty relatywistyczne | * formułować zależności opisujące transformacje Galileusza i Lorentza
* podawać ograniczenia stosowania transformacji Galileusza
* opisywać transformację Galileusza jako szczególny przypadek transformacji Lorentza
* opisywać dylatację czasu
* definiować masę i energię spoczynkową
* stosować transformację Lorentza do opisu efektów relatywistycznych
 |
| Równoważność masy i energii | * opisywać równoważność masy i energii jako jeden z najważniejszych wniosków szczególnej teorii względności
* formułować wnioski z postulatu równoważności masy i energii
* wykorzystywać postulat równoważności masy i energii
 |
| Fizyka jądrowa | Odkrycie i właściwości jądra atomowego | * opisywać rys historyczny fizyki jądrowej
* definiować cząsteczkę/molekułę, atom, pierwiastek i związek chemiczny
* opisywać strukturę układu okresowego pierwiastków
* opisywać znaczenie układu okresowego pierwiastków
* korzystać z układu okresowego pierwiastków do odczytywania informacji
* definiować jądro atomowe
* definiować nukleon i wymieniać nukleony
* opisywać własności protonu i neutronu
* opisywać budowę jadra atomowego
* wykorzystywać liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych
* wykorzystywać jednostkę masy atomowej
* zamieniać jednostkę masy atomowej na kilogramy
* definiować izotop
* wskazywać izotopy danego pierwiastka
 |
| Promieniotwórczość naturalna | * definiować promieniotwórczość naturalną i promieniowanie jądrowe
* definiować i wyjaśniać znaczenie pojęcia stabilności jadra atomowego
* podawać przykłady stabilnych i niestabilnych jąder atomowych
* podawać przykłady pierwiastków promieniotwórczych
* opisywać podstawowe własności promieniowania jądrowego
* definiować promieniowanie α, β i γ
* opisywać własności promieniowania α, β i γ
 |
| Rozpady promieniotwórcze | * definiować rozpad promieniotwórczy
* zapisywać reakcje rozpadu α i rozpadu β
* opisywać mechanizm powstawania promieniowania γ
* definiować szereg promieniotwórczy
* opisywać podstawowe szeregi promieniotwórcze
* definiować czas połowicznego rozpadu oraz stałą rozpadu promieniotwórczego
* formułować prawo rozpadu promieniotwórczego za pomocą czasu połowicznego rozpadu i za pomocą stałej rozpadu promieniotwórczego
* wykorzystywać prawo rozpadu promieniotwórczego w sytuacjach problemowych
 |
| Detektory promieniowania jądrowego(temat ponadprogramowy) | * wyjaśniać zasadę działania metod śladowych detekcji promieniowania jądrowego
* opisywać zastosowania metod śladowych detekcji promieniowania jądrowego
* wyjaśniać zasadę działania jądrowej kliszy fotograficznej
* opisywać budowę i zasadę działania komory Wilsona i komory pęcherzykowej
* wyjaśniać zasadę działania jonizacyjnych detektorów promieniowania jonizującego
* opisywać zastosowania jonizacyjnych detektorów promieniowania jonizującego
* opisywać budowę i zasadę działania licznika Geigera-Müllera i licznika scyntylacyjnego
* wymieniać cele dokonywania pomiarów promieniowania
 |
| Wpływ promieniowania jądrowego na materię i na organizmy żywe | * definiować zasięg promieniowania
* wyjaśniać znaczenie zasięgu promieniowania
* opisywać zasięg promieniowania α, β i γ
* wyjaśniać mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β
* opisywać zjawisko promieniowania hamowania
* wymaniać zjawiska wywoływane w materii przez promieniowanie γ
* opisywać zjawisko Comptona
* opisywać zjawisko tworzenia par elektron-pozyton
* definiować dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną
* wyjaśniać znaczenie dawki pochłoniętej, dawki równoważnej i dawki skutecznej
* obliczać dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną
* definiować współczynnik wagowy promieniowania i współczynnik wagowy tkanki
* wyjaśniać znaczenie pojęć współczynnika wagowego promieniowania, współczynnika wagowego tkanki
* opisywać skutki napromieniowania dla organizmów żywych
* wymaniać źródła promieniowania naturalnego
* opisywać wielkości promieniowania naturalnego
* opisywać źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym
* wymieniać zadania dozymetrii
* wymieniać i opisywać metody ochrony przed promieniowaniem
 |
| Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice | * wymieniać techniczne zastosowania prądotwórczości
* opisywać metody defektoskopii za pomocą promieniowania jądrowego
* opisywać metodę datowania radiowęglowego
* opisywać zastosowania promieniowania jądrowego w rolnictwie
* opisywać zastosowania promieniowania jądrowego w życiu codziennym
* opisywać ogniwo izotopowe jako niezawodne źródła zasilania
* wyjaśniać znaczenie promieniowania jądrowego dla współczesnego świata
 |
| Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie | * wymieniać medyczne zastosowania prądotwórczości
* opisywać zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej
* opisywać metody radioterapii
* opisywać budowę i zastosowania akceleratorów medycznych
* wymieniać i opisywać korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania promieniotwórczości w medycynie
 |
| Reakcje jądrowe | * definiować reakcję jądrową
* podawać przykłady technik wywoływania reakcji jądrowych
* wymieniać i opisywać zasady zachowania podczas reakcji jądrowych
* wyjaśniać znaczenie zasad zachowania podczas reakcji jądrowych
* wykorzystywać zasady zachowania podczas reakcji jądrowych w sytuacjach problemowych
* wyjaśniać mechanizm wydzielania i pobierania energii podczas reakcji jądrowych
* wyjaśniać mechanizm tworzenia sztucznych izotopów promieniotwórczych
* podawać przykłady sztucznych izotopów promieniotwórczych
 |
| Energia jądrowa | * definiować jądrowy deficyt masy
* definiować energię wiązania jądra atomowego
* wyjaśniać zależność pomiędzy jądrowym deficytem masy i energią wiązania jądra atomowego
* posługiwać się zależnością pomiędzy jądrowym deficytem masy a energią wiązania jądra atomowego
* wyjaśniać znaczenie energii wiązania jądra atomowego
* wyjaśniać zależność energii wiązania jądrowego od liczby nukleonów
* obliczać energię wydzielana podczas reakcji jądrowych w sytuacjach prostych
 |
| Reakcje rozszczepienia | * opisywać przebieg reakcji rozszczepienia
* zapisywać równanie reakcji rozszczepienia, uwzględniając zasady zachowania, w szczególności reakcję rozszczepienia uranu  w wyniku pochłonięcia neutronu
* definiować neutrony wtórne
* wyjaśniać mechanizm powstawania oraz znaczenie neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia
* podawać warunki konieczne do wydzielenia energii podczas reakcji jądrowej
* opisywać przebieg reakcji łańcuchowej
* definiować współczynnik powielania neutronów
* definiować masę krytyczną
* wyjaśniać znaczenie współczynnika powielania neutronów i masy krytycznej dla zaistnienia i podtrzymania reakcji łańcuchowej
 |
| Reaktor atomowy | * opisywać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego
* podawać przykłady zastosowań reaktorów jądrowych
* opisywać budowę i zasadę działania elektrowni jądrowej
* wyjaśniać znaczenie energetyki jądrowej we współczesnym świecie
* opisywać korzyści i zagrożenia energetyki jądrowej
 |
| Reakcje syntezy termojądrowej | * opisywać przebieg reakcji syntezy termojądrowej
* zapisywać równanie reakcji syntezy termojądrowej
* wymieniać warunki konieczne do zaistnienia reakcji termojądrowej
* opisywać wielkości energii wydzielanej podczas reakcji termojądrowej oraz porównywać ją do wielkości energii wydzielanej podczas reakcji rozszczepienia
* zapisywać reakcje cyklu protonowo-protonowego
 |
| Ewolucja gwiazd | * opisywać i zapisywać równania reakcji zachodzących w gwiazdach
* opisywać ewolucje gwiazd w zależności od masy
* wskazywać miejsce Słońca na diagramie H-R
* wskazywać wędrówkę gwiazd po diagramie H-R w czasie ewolucji
* wyjaśniać pojęcia: protogwiazda, gwiazda ciągu głównego, olbrzym, karzeł, supernowa, czarna dziura
 |
| Cząstki elementarne i antymateria | * definiować cząstkę elementarną
* definiować pojęcia: hadron, lepton, bozon i kwark
* opisywać nukleony jako hadrony i elektron jako lepton
* definiować antycząstkę
* opisywać antyproton i pozyton jako antycząstki protonu i elektronu
* zapisywać reakcję anihilacji cząstki i antycząstki
* obliczać energię wydzieloną w czasie anihilacji cząstki i antycząstki
 |

6. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia

6.1. Cele oceniania

Ocenianie osiągnięć ucznia jest nieodłącznym elementem pracy dydaktycznej. Ma ono nie tylko stanowić informację dla nauczyciela o postępach uczniów, ich mocnych i słabych stronach oraz ewentualnych trudnościach, ale przede wszystkim powinno być motywacją dla samego ucznia. Odpowiednie podejście do oceniania powinno zachęcać uczniów do zdobywania wiedzy.

Ustalenie precyzyjnych kryteriów oceniania oraz przedstawienie ich uczniom jest równie ważne, jak właściwe i jasne sformułowanie celów szczegółowych. Jednocześnie należy pamiętać, że aby ocena wspomagała rozwój ucznia, konieczne jest wskazanie popełnionych błędów i braków oraz sposobu ich poprawienia. Ocena zawsze powinna być poparta rzetelnym i kompletnym uzasadnieniem. Niedopuszczalna jest sytuacja, kiedy uczeń zostaje poinformowany o otrzymanym wyniku bez możliwości wglądu czy sprawdzenia, dlaczego zastał tak, a nie inaczej oceniony.

6.2. Metody sprawdzania osiągnięć ucznia

Aby osiągnąć opisane wyżej cele, ocenianie postępów ucznia musi mieć charakter ciągły i bieżący. Oceny muszą być jawne dla ucznia oraz wyraźnie i przejrzyście uzasadnione.

Proponowane metody sprawdzania osiągnięć uczniów to:

● odpowiedź ustna,

● krótkie sprawdziany i testy przeprowadzane na początku lekcji i kontrolujące opanowanie małych części materiału,

● praca badawcza – wykonywanie doświadczeń oraz sporządzanie sprawozdań,

● praca pisemna – przygotowany samodzielnie lub w grupie referat,

● praca domowa – w formie zadań do rozwiązania lub projektowa,

● ocena aktywności uczniów w czasie lekcji – zabieranie głosu w dyskusji, trafność wypowiedzi.

Szczególnie ważne jest zwracanie uwagi na ostatnią z przedstawionych metod. Docenienie pracy i aktywności ucznia w trakcie lekcji i jego zaangażowania stanowi motywację do aktywnego zdobywania wiedzy. Oceniając aktywność ucznia, nauczyciel bierze pod uwagę nie tylko końcowy wynik w postaci zapamiętanych informacji, ale przede wszystkim włożony wysiłek i nastawienie do samej nauki.

6.3. Kryteria oceny

Ocenianie odbywa się na podstawie wewnątrzszkolnego systemu oceniania. Uczniowie powinni być świadomi wymagań konicznych do uzyskania poszczególnych ocen.

Proponowane kryteria oceny

Ocena dopuszczająca. Uczeń:

● zna definicje podstawowych pojęć fizycznych i potrafi formułować podstawowe prawa fizyczne bez umiejętności ich wyjaśnienia,

● podaje przykłady ilustrujące podstawowe pojęcia i prawa fizyczne,

● potrzebuje pomocy przy wykorzystaniu praw i pojęć fizycznych w prostych zadaniach i do wyjaśniania zjawisk,

● potrafi się posługiwać przyrządami pomiarowymi i notować wyniki pomiarów,

● popełnia błędy, wykorzystując terminologię naukową.

Ocena dostateczna. Uczeń:

● zna wszystkie zawarte w programie nauczania pojęcia i prawa fizyczne,

● wyjaśnia i opisuje podstawowe pojęcia i prawa fizyczne,

zapisuje zależności między wielkościami fizycznymi,

● samodzielnie lub z pomocą nauczyciela wykorzystuje prawa i pojęcia fizyczne oraz zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi w sytuacjach typowych,

● potrafi się posługiwać przyrządami pomiarowymi i notować wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarów bezpośrednich,

● wykorzystuje terminologię naukową.

Ocena dobra. Uczeń:

● zna i potrafi wyjaśnić wszystkie zawarte w programie nauczania pojęcia i prawa fizyczne,

● podaje przykłady ilustrujące pojęcia i prawa fizyczne,

● samodzielnie wykorzystuje pojęcia i prawa fizyczne oraz zależności między wielkościami fizycznymi w sytuacjach typowych,

● wykorzystuje pojęcia i prawa fizyczne do wyjaśniania zjawisk, potrafi przewidywać ich bieg, wykazuje się umiejętnością kojarzenia faktów i logicznego wnioskowania,

● poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe zgodnie z instrukcjami nauczyciela,

● potrafi się posługiwać przyrządami pomiarowymi, notuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarów bezpośrednich, wykorzystuje pomiary do wyznaczania wielkości pośrednich,

● formułuje własne opinie i wnioski,

● samodzielnie korzysta z różnych źródeł informacji,

● wykorzystuje terminologię naukową.

Ocena bardzo dobra. Uczeń:

● zna i potrafi wyjaśnić wszystkie zawarte w programie nauczania pojęcia i prawa fizyczne,

● podaje uzasadnienie matematyczne niektórych zależności między wielkościami fizycznymi,

● podaje przykłady ilustrujące pojęcia i prawa fizyczne,

● samodzielnie wykorzystuje pojęcia i prawa fizyczne w sytuacjach problemowych,

● wykorzystuje pojęcia i prawa fizyczne oraz wiedzę z zakresu innych dziedzin przyrodniczych do wyjaśniania zjawisk, potrafi przewidywać ich bieg, wykazuje się umiejętnością kojarzenia faktów i logicznego wnioskowania,

● poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe zgodnie z instrukcjami nauczyciela,

● potrafi się posługiwać przyrządami pomiarowymi, notuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarów bezpośrednich, wykorzystuje pomiary do wyznaczania wielkości pośrednich, oblicza niepewności pomiarów pośrednich,

● formułuje i uzasadnia własne opinie i wnioski,

● samodzielnie korzysta z różnych źródeł informacji,

● wykorzystuje terminologię naukową,

● dostrzega związki praw fizyki z innymi dziedzinami naukowymi.

Ocena celująca. Uczeń spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą, a ponadto:

● planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie fizyczne, opracowuje wyniki, wyciąga wnioski,

● rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające,

● podaje uzasadnienie matematyczne praw fizycznych, o ile nie wymaga ono stosowania wiedzy z zakresu matematyki wykraczającej poza podstawę programową,

● szczególnie interesuje się fizyką lub astronomią albo określoną jej dziedziną,

● bierze udział w konkursach.

Uczeń niespełniający wymagań na ocenę dopuszczającą otrzymuje ocenę niedostateczną.