

# FIZYKA

## Wymagania na poszczególne oceny szkolne

### Poziom podstawowy

#### 1. Zasady ogólne

Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).

Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dotatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

#### 2. Wymagania ogólne – uczeń:

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

Ponadto:

- sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
- kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, świadomie wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
- posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z Internetu,

- uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
- współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

### 3. Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

(wymagania na kolejne stopnie się **kumulują** - obejmują również wymagania na stopnie niższe)  
 Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką.

#### **Wprowadzenie.**

##### Stopień dopuszczający

Uczeń:

- wyjaśnia, jakie obiekty stanowią przedmiot zainteresowania fizyki i astronomii; wskazuje ich przykłady
- przelicza wielokrotności i podwielokrotności, korzystając z tabeli przedrostków jednostek
- wskazuje podstawowe sposoby badania otaczającego świata w fizyce i innych naukach przyrodniczych; wyjaśnia na przykładach różnicę między obserwacją a doświadczeniem
- wymienia, posługując się wybranym przykładem, podstawowe etapy doświadczenia; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania
- posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności
- rozwiązuje proste zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych

analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący zastosowań fizyki w wielu dziedzinach nauki i życia (pod kierunkiem nauczyciela); wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe i przedstawia je w różnych postaciach

##### Stopień dostateczny

Uczeń:

- porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie, korzystając z infografiki zamieszczonej w podręczniku
- opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; opisuje inne galaktyki
- opisuje budowę materii
- wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania zadań
- wymienia podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki w układzie SI, wskazuje przyrządy służące do ich pomiaru
- wyjaśnia (na przykładzie) podstawowe metody opracowywania wyników pomiarów
- wykonuje wybrane pomiary wielokrotne (np. długości ołówka) i wyznacza średnią jako końcowy wynik pomiaru
- rozwiązuje zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych
- przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu (zamieszczonego w podręczniku) *Fizyka* –

*komu się przydaje* lub innego o podobnej tematyce wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań

Stopień dobry

Uczeń:

- podaje rząd wielkości rozmiarów wybranych obiektów i odległości we Wszechświecie
- wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania problemów

wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

samodzielnie wyszukuje (np. w Internecie) i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący powiązań fizyki z innymi dziedzinami nauki; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu

## **1. Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego**

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- rozróżnia wielkości wektorowe i wielkości skalarne; wskazuje ich przykłady
- posługuje się pojęciem siły wraz z jej jednostką; określa cechy wektora siły; wskazuje przyrząd służący do pomiaru siły; przedstawia siłę za pomocą wektora
- doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia
- opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki
- rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości, nacisku, sprężystości, wyporu, oporów ruchu); rozróżnia siłę wypadkową i siłę równoważącą
- posługuje się pojęciem siły wypadkowej; wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą
- opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu; rozróżnia pojęcia: tor i droga
- stosuje w obliczeniach związek prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta; przelicza jednostki prędkości
- nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym droga przebyta w jednostkowych przedziałach czasu jest stała i tor jest linią prostą; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu jednostajnego prostoliniowego
- wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu dla ruchu prostoliniowego odcinkami jednostajnego; sporządza te wykresy na podstawie podanych informacji
- analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki
- nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym –

ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość

- stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła  $\Delta v = a \cdot \Delta t$
- posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał
- wskazuje stałą siłę jako przyczynę ruchu jednostajnie zmiennego; formułuje drugą zasadę dynamiki
- stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem
- analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki
- rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); opisuje, jak siła tarcia i opory ośrodka wpływają na ruch ciał
- wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia
- wskazuje przykłady zjawisk będących skutkami działania sił bezwładności
- analizuje tekst *Przyspieszenie pojazdów* lub inny o podobnej tematyce; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach
- przeprowadza doświadczenia:
  - jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo kiedy wszystkie działające nań siły się równoważą
  - bada czynniki wpływające na siłę tarcia; bada, od czego zależy opór powietrza, korzystając z opisu doświadczenia; przedstawia wyniki doświadczenia, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki
  - związane z wyznaczeniem siły wypadkowej
  - z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
  - związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki
  - związane z ruchem jednostajnie zmiennym
  - z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
  - związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu i wykorzystując drugą zasadę dynamiki
  - związane z siłami bezwładności,

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

Stopień dostateczny

Uczeń:

- przedstawia doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki na schematycznym rysunku
- wyjaśnia na przykładach z otoczenia wzajemność oddziaływań; analizuje i opisuje siły na przedstawionych ilustracjach
- stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
- wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
- rozróżnia pojęcia: położenie, tor i droga
- posługuje się do opisu ruchów wielkościami wektorowymi: przemieszczenie i prędkość wraz z ich

jednostkami; przedstawia graficznie i opisuje wektory prędkości i przemieszczenia

- porównuje wybrane prędkości występujące w przyrodzie na podstawie infografiki *Prędkości w przyrodzie* lub innych materiałów źródłowych
- rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową
- nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym nie zmieniają się wartość, kierunek i zwrot prędkości
- opisuje ruch prostoliniowy jednostajny, posługując się zależnościami położenia i drogi od czasu
- analizuje wykresy zależności  $s(t)$  i  $x(t)$  dla ruchu jednostajnego prostoliniowego
- stosuje pierwszą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
- analizuje tekst z podręcznika *Zasada bezwładności*; na tej podstawie przedstawia informacje z historii formułowania zasad dynamiki, zwłaszcza pierwszej zasady
- opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej, wraz z jego jednostką; określa cechy wektora przyspieszenia, przedstawia go graficznie
- opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi od czasu
- wyznacza zmianę prędkości i przyspieszenie z wykresów zależności prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego (przyspieszonego lub opóźnionego)
- interpretuje związek między siłą i masą a przyspieszeniem; opisuje związek jednostki siły (1 N) z jednostkami podstawowymi
- stosuje drugą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
- rozróżnia i porównuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na siłę tarcia i od czego zależy opór powietrza
- omawia rolę tarcia na wybranych przykładach
- analizuje wyniki doświadczalnego badania czynników wpływających na siłę tarcia; zaznacza na schematycznym rysunku wektor siły tarcia i określa jego cechy; opracowuje wyniki doświadczenia domowego, uwzględniając niepewności pomiarowe; przedstawia wyniki na wykresie
- posługuje się pojęciem siły bezwładności, określa cechy tej siły
- doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie gwałtownie hamujących pojazdów
- rozróżnia układy inercjalne i układy nieinercjalne
- wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań lub problemów
- doświadczalnie bada:
  - równowagę siły wypadkowej, korzystając z opisu doświadczenia
  - jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo wszystkie działające nań siły się równoważą; analizuje siły działające na ciało
  - (za pomocą programów komputerowych) ruch ciała pod wpływem nierównoważonej siły, korzystając z jego opisu
  - (za pomocą programów komputerowych) zależność przyspieszenia od masy ciała i wartości siły oraz obserwuje skutki działania siły, korzystając z ich opisów;
  - przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski

- rozwiązuje typowe zadania i problemy:
  - z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki
  - związane z wyznaczaniem siły wypadkowej
  - z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
  - związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki
  - związane z ruchem jednostajnie zmiennym
  - z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
  - związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu
  - związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi i kalkulatorem, tworzy teksty i rysunki schematyczne w celu zilustrowania zjawiska lub problemu, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik
- dokonuje syntezy wiedzy o przyczynach i opisie ruchu prostoliniowego, uwzględniając opory ruchu i układ odniesienia; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny

#### Stopień dobry

##### Uczeń:

- wyznacza wartość siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
- wyjaśnia na wybranym przykładzie praktyczne wykorzystanie wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
- wyjaśnia na wybranym przykładzie sposób określania prędkości chwilowej
- wyjaśnia, dlaczego wykresem zależności  $x(t)$  dla ruchu jednostajnego prostoliniowego jest linia prosta
- porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
- sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu
- analizuje siły działające na spadające ciało, na przykładzie skoku na spadochronie; ilustruje je schematycznym rysunkiem
- wyjaśnia na przykładach różnice między opisami zjawisk obserwowanych w pojazdach poruszających się ruchem jednostajnie zmiennym, w układach inercjalnych i nieinercjalnych
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących:
  - oddziaływań
  - prędkości występujących w przyrodzie
  - występowania i skutków sił bezwładności
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy:
  - związane z wyznaczaniem siły wypadkowej
  - z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
  - związane z opisem ruchu jednostajnego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki
  - związane z ruchem jednostajnie zmiennym
  - związane z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki

związane z ruchem, uwzględniając opory ruchu

- związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących:
  - badania równoważenia siły wypadkowej; Rprzedstawia graficznie i opisuje rozkład sił w doświadczeniu
  - badania ruchu ciała pod wpływem niezrównoważonej siły (za pomocą programów komputerowych)
  - badania zależności przyspieszenia od masy ciała i wartości działającej siły (za pomocą programów komputerowych) oraz obserwacji skutków działania siły
  - badania czynników wpływających na siłę tarcia
  - demonstracji działania siły bezwładności
- samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału *Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego*, np. historii formułowania zasad dynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
- realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:
  - wyznaczaniem siły wypadkowej
  - wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
  - opisem ruchu jednostajnego,
  - z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki
  - ruchem jednostajnie zmiennym
  - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
  - ruchem, z uwzględnieniem oporów ruchu
  - siłami bezwładności oraz opisami zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu (inny niż opisany w podręczniku)

## **2. Ruch po okręgu i grawitacja**

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- rozróżnia ruchy prostoliniowy i krzywoliniowy; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu krzywoliniowego, w szczególności ruchu po okręgu
- posługuje się pojęciami okresu i częstotliwości wraz z ich jednostkami; opisuje związek jednostki częstotliwości (1 Hz) z jednostką czasu (1 s)
- wyjaśnia (na przykładach), jaki skutek wywołuje siła działająca prostopadle do kierunku ruchu
- wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu
- posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym

- wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady oddziaływania grawitacyjnego
- stwierdza, że funkcję siły dośrodkowej w ruchu ciał niebieskich pełni siła grawitacji; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę ruchu krzywoliniowego ciał niebieskich (planet, księżyców); określa wpływ siły grawitacji na tor ruchu tych ciał
- wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu satelitów wokół Ziemi
- Rwie, jak i gdzie można przeprowadzać obserwacje astronomiczne; wymienia i przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas obserwacji nieba
- stwierdza, że wagi sprężynowa i elektroniczna bezpośrednio mierzą siłę nacisku ciała, które się na nich znajduje
- opisuje, jak poruszają się po niebie gwiazdy i planety, gdy obserwujemy je z Ziemi; wskazuje przyczynę pozornego ruchu nieba
- przeprowadza obserwacje i doświadczenia, korzystając z ich opisów:
  - obserwację skutków działania siły dośrodkowej
  - doświadczenia modelowe lub obserwacje faz Księżyca i ruchu Księżyca wokół Ziemi;
 opisuje wyniki doświadczeń i obserwacji
- rozwiązuje proste zadania i problemy związane z:
  - opisem ruchu jednostajnego po okręgu
  - wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu
  - opisem oddziaływania grawitacyjnego
  - ruchem planet i księżyców
  - ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
  - opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia
  - konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
  - budową Układu Słonecznego,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych
- analizuje tekst *Nieoceniony towarzysz*; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach

Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej, wraz z ich jednostkami
- rysuje i opisuje wektor prędkości liniowej w ruchu jednostajnym po okręgu, określa jego cechy
- oblicza okres i częstotliwość w ruchu jednostajnym po okręgu; opisuje związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością
- porównuje okresy i częstotliwości w ruchu po okręgu wybranych ciał; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (infografiki zamieszczonej w podręczniku)



- wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej cechy (kierunek i zwrot); wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej
- ilustruje na schematycznym rysunku wyniki obserwacji skutków działania siły dośrodkowej
- interpretuje związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu (na podstawie wyników doświadczenia); zapisuje wzór na wartość siły dośrodkowej
- analizuje jakościowo (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej, np. siły: tarcia, elektrostatyczną, naprężenia nici
- nazywa obracający się układ odniesienia układem nieinercyjnym
- wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał
- formułuje prawo powszechnego ciężenia; posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego
- podaje i interpretuje wzór na siłę grawitacji w postaci  $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ ; posługuje się pojęciem stałej grawitacji; podaje jej wartość, korzystając z materiałów pomocniczych
- wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; wyjaśnia, dlaczego planety krążą wokół Słońca, a księżycy – wokół planet, a nie odwrotnie
- wyjaśnia, dlaczego Księżyc nie spada na Ziemię; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego między tymi ciałami
- przedstawia wybrane informacje z historii odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstów z podręcznika: *Jak można zmierzyć masę Ziemi i Działo Newtona*
- Ropisuje wygląd nieba nocą oraz widomy obrót nieba w ciągu doby, wyjaśnia z czego on wynika; posługuje się pojęciami: Gwiazda Polarna, gwiazdozbiory
- omawia ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnego, omawia jego ruch i możliwości wykorzystania
- podaje i interpretuje wzór na prędkość satelity; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu
- przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych i wymienia przykłady zastosowania satelitów (na podstawie informacji zamieszczonych w podręczniku)
- opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia; podaje warunki i przykłady ich występowania
- Ropisuje warunki i i podaje przykłady występowania stanu niedociążenia
- opisuje wygląd powierzchni Księżyca oraz jego miejsce i ruch w Układzie Słonecznym
- wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżyca i zaćmień jako konsekwencje prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym
- opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego
- opisuje budowę planet Układu Słonecznego oraz innych obiektów Układu Słonecznego
- opisuje rozwój astronomii od czasów Kopernika do czasów Newtona
- przeprowadza doświadczenia i obserwacje:
  - doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu
  - obserwuje stan przeciążenia i stan nieważkości oraz pozorne zmiany ciężaru w windzie, korzystając z ich opisu; przedstawia, opisuje, analizuje i opracowuje wyniki doświadczeń

- i obserwacji, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z:
  - opisem ruchu jednostajnego po okręgu
  - wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu
  - oddziaływaniem grawitacyjnym oraz ruchem planet i księżyców
  - Obserwacjami nieba
  - ruchem satelitów wokół Ziemi,
  - z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
  - opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia
  - konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
  - budową Układu Słonecznego,
- w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem
- wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu *Nieoceniony towarzysz* do rozwiązywania zadań i problemów
- dokonuje syntezy wiedzy o ruchu po okręgu i grawitacji; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

Stopień dobry

Uczeń:

- Rstosuje w obliczeniach związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością
- wyjaśnia (na wybranym przykładzie), jak wartość siły dośrodkowej zależy od masy i prędkości ciała oraz promienia okręgu
- analizuje (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej
- Rstosuje w obliczeniach związek między siłą dośrodkową a masą ciała, jego prędkością liniową i promieniem okręgu
- posługuje się pojęciem siły odśrodkowej jako siły bezwładności działającej w układzie obracającym się
- Ropisuje siły w układzie nieinercyjnym związanym z obracającym się ciałem; Romawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych na przykładzie obracającej się tarczy
- stosuje w obliczeniach wzór na siłę grawitacji w postaci  $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
- przedstawia wybrane z historii informacje odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstu wybranego samodzielnie
- ilustruje właściwości siły grawitacji, posługując się analogią – porównuje ruch piłeczki przyczepionej do sznurka z ruchem Księżyca wokół Ziemi
- opisuje wzajemne okrążanie się dwóch przyciągających się ciał na przykładzie podwójnych układów gwiazd

- Korzysta ze stron internetowych pomocnych podczas obserwacji astronomicznych
- Wyjaśnia, jak korzystać z papierowej lub internetowej mapy nieba wywodzi wzór na prędkość satelity; rozróżnia prędkości kosmiczne pierwszą i drugą
- przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych; podaje przykłady zastosowania satelitów (na podstawie samodzielnie wybranych materiałów źródłowych)
- wyjaśnia, czym jest nieważkość panująca w statku kosmicznym
- analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie windy); ilustruje je na schematycznym rysunku Ropisuje jakościowo stan niedociążenia, opisuje warunki i podaje przykłady jego występowania
- analizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w górę
- wyjaśnia, kiedy następuje zaćmienie Księżyca, a kiedy – zaćmienie Słońca; ilustruje to na rysunkach schematycznych
- Rwymienia prawa rządzące ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i Internetu, dotyczącymi:
  - ruchu po okręgu
  - występowania faz Księżyca oraz zaćmień Księżyca i Słońca
  - rozwoju astronomii
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z:
  - opisem ruchu jednostajnego po okręgu
  - wykorzystaniem zależności między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu
  - opisem oddziaływania grawitacyjnego
  - ruchem planet i księżyców
  - ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
  - opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia
  - konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
  - budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca, a księżyców – wokół planet
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu
- przeprowadza obserwacje astronomiczne, np. faz Wenus, księżyców Jowisza i pierścieni Saturna; opisuje wyniki obserwacji
- realizuje i prezentuje projekt *Satelite* (opisany w podręczniku)
- samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu po okręgu i grawitacji, posługuje się informacjami pochodzącymi z jego analizy

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- Romawia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych (na przykładzie innym niż obracająca się tarcza)
- analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie innym niż poruszająca się winda)
- Ranalizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w dół

- Rzeprowadza wybrane obserwacje nieba za pomocą smartfona lub korzystając z mapy nieba i ich opisu; (planuje i modyfikuje ich przebieg)
- Rstosuje w obliczeniach trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; interpretuje to prawo jako konsekwencję powszechnego ciężenia
- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:
  - opisem ruchu jednostajnego po okręgu
  - wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu
  - opisem oddziaływania grawitacyjnego
  - ruchem planet i księżyców
  - ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
  - opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociężenia
  - konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
  - budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem po okręgu i grawitacją

### 3. Praca, moc, energia

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- posługuje się pojęciami: pracy mechanicznej, energii kinetycznej, energii potencjalnej grawitacji, energii potencjalnej sprężystości, energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami; wskazuje przykłady wykonywania pracy w życiu codziennym i w sensie fizycznym; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii
- stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, gdy kierunek działania siły jest zgodny z kierunkiem ruchu ciała
- doświadczalnie wyznacza wykonaną pracę, korzystając z opisu doświadczenia
- opisuje różne formy energii, posługując się przykładami z otoczenia; wykazuje, że energię wewnętrzną układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując doń energię w postaci ciepła
- posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej i energii mechanicznej, wraz z ich jednostkami
- opisuje sposoby obliczania energii potencjalnej i energii kinetycznej; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji
- posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii mechanicznej i energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami
- formułuje zasadę zachowania energii
- formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej; wyjaśnia, kiedy można ją stosować
- wskazuje i opisuje przykłady przemian energii na podstawie własnych obserwacji oraz infografiki *Przykłady przemian energii* (lub innych materiałów źródłowych)
- posługuje się pojęciem mocy wraz z jej jednostką; porównuje moce różnych urządzeń
- podaje i interpretuje wzór na obliczanie mocy; stosuje w obliczeniach związek mocy z pracą i czasem, w jakim ta praca została wykonana
- analizuje tekst *Nowy rekord zapotrzebowania na moc*; wyodrębnia z niego informacje

kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach

- rozwiązuje proste zadania i problemy związane z:
  - energią i pracą mechaniczną
  - obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
  - przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
  - mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem,  
w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności oraz jednostki czasu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych

Stopień dostateczny

Uczeń:

- wykazuje na przykładach, że siła działająca przeciwnie do kierunku ruchu wykonuje pracę ujemną, a gdy siła jest prostopadła do kierunku ruchu, praca jest równa zero
- opracowuje i analizuje wyniki doświadczalnego wyznaczania wykonanej pracy, uwzględniając niepewności pomiarowe
- analizuje przekazywanie energii (na wybranym przykładzie)
- stosuje w obliczeniach wzory na energię potencjalną i energię kinetyczną oraz związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym
- porównuje ciężar i energię potencjalną na różnych ciałach niebieskich, korzystając z tabeli wartości przyspieszenia grawitacyjnego
- wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk zachodzących w otoczeniu
- stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej; wykazuje jej użyteczność w opisie spadku swobodnego
- analizuje przemiany energii (na wybranym przykładzie)
- opisuje związek jednostki mocy z jednostkami podstawowymi
- wyjaśnia związek energii zużytej przez dane urządzenie w określonym czasie z mocą tego urządzenia,  $E = P \cdot t$  stosuje ten związek w obliczeniach; posługuje się pojęciem kilowatogodziny
- wykorzystuje informacje zawarte w tekście *Nowy rekord zapotrzebowania na moc* do rozwiązywania zadań lub problemów
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy zamieszczonych w podręczniku tekstów dotyczących mocy i energii
  - przeprowadza doświadczenia:
    - bada przemiany energii mechanicznej
    - bada przemiany energii, korzystając z ich opisów; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z:
  - energią i pracą mechaniczną
  - obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
  - przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
  - mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem,  
w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz

kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem

- dokonuje syntezy wiedzy o pracy, mocy i energii; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny

Stopień dobry

Uczeń:

- Ranalizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z Internetu, dotyczących energii, przemian energii i pracy mechanicznej oraz historii odkryć z nimi związanych
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z:
  - energią i pracą mechaniczną
  - obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
  - przemianami energii, wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
  - mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania przemian energii mechanicznej
- planuje i przeprowadza doświadczenie – wyznacza moc swojego organizmu podczas rozpędzania się na rowerze; opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarowe
- samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące mocy i energii; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
- realizuje i prezentuje projekt *Pożywienie to też energia* (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego *Moc rowerzysty*

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:
  - energią i pracą mechaniczną
  - obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
  - przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
  - mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem

realizuje i prezentuje własny projekt związany z pracą, mocą i energią (inny niż opisany w podręczniku)

#### **4. Elektrostatyka**

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- opisuje na przykładach elektryzowanie ciał przez potarcie i dotyk; wyjaśnia, że te zjawiska polegają na przemieszczaniu się elektronów
- informuje, kiedy naelektryzowane ciała się przyciągają, a kiedy odpychają; opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych

- analizuje zjawiska elektryzowania ciał, posługując się pojęciem *ładunku elektrycznego*; rozróżnia dwa rodzaje ładunków elektrycznych
- posługuje się pojęciem *ładunku elektrycznego* jako wielokrotności ładunku elementarnego; stosuje jednostkę ładunku elektrycznego
- podaje zasadę zachowania ładunku elektrycznego
- posługuje się pojęciem *siły elektrycznej* i wyjaśnia, od czego ona zależy
- odróżnia przewodniki od izolatorów i wskazuje ich przykłady
- informuje, kiedy mamy do czynienia z polem elektrycznym, i wskazuje przykłady jego występowania w otaczającej rzeczywistości
- informuje, że w nienaładowanym przewodniku ładunki elektryczne rozmieszczone są równomiernie, a nadmiarowe ładunki – bez względu na znak – powodują elektryzowanie tylko zewnętrznej powierzchni przewodnika
- omawia zasady ochrony przed burzą
- posługuje się pojęciem *napięcia elektrycznego* wraz z jego jednostką
- doświadczalnie bada oddziaływania ciał naelektryzowanych, korzystając z opisu doświadczenia; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - dotyczące ładunków elektrycznych i oddziaływań ciał naelektryzowanych
  - związane z obliczaniem ładunku naelektryzowanych ciał i wykorzystaniem zasady zachowania ładunku
  - związane z wykorzystaniem prawa Coulomba
  - związane z opisem pola elektrycznego
  - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
  - dotyczące kondensatorów,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z danych
- analizuje tekst *Ciekawa nauka wokół nas*; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi

Stopień dostateczny

Uczeń:

- wyjaśnia mechanizm zjawiska elektryzowania ciał, odwołując się do budowy materii i modelu atomu; określa ładunek protonu, elektronu i atomu
- informuje, że ładunek 1 C to ładunek około  $6,24 \cdot 10^{18}$  protonów; posługuje się wartością ładunku elementarnego równą w przybliżeniu  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C do opisu zjawisk i obliczeń
- posługuje się zasadą zachowania ładunku i stosuje ją do obliczania ładunku naelektryzowanych ciał
- opisuje budowę elektroskopu i zasadę jego działania
- formułuje i interpretuje prawo Coulomba oraz zapisuje wzór opisujący to prawo; porównuje prawo Coulomba z prawem powszechnego ciężenia
- oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba; posługuje się pojęciem *stałej elektrycznej*; zaznacza wektory sił elektrycznych i opisuje je

- opisuje przemieszczanie się ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ładunku zewnętrznego
- posługuje się pojęciem *pola elektrycznego* do opisu oddziaływań elektrycznych
- wymienia źródła wysokiego napięcia używane w doświadczeniach z elektrostatyki i opisuje zasady bezpiecznego korzystania z nich
- informuje, że zmiana w polu elektrycznym nie następuje natychmiast, lecz rozchodzi się z prędkością światła
- posługuje się pojęciem *linii pola elektrycznego*; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola, określa i zaznacza ich zwrot na schematycznych rysunkach
- opisuje pole jednorodne; szkicuje linie pola jednorodnego i zaznacza ich zwrot; określa kierunek i zwrot sił elektrycznych na podstawie rysunku linii pola
- opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach i znikanie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya)
- opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, między którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię
- określa miarę napięcia jako różnicę energii w przeliczeniu na jednostkę ładunku; interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór  $U = \frac{\Delta E}{q}$
- wskazuje praktyczne zastosowania kondensatorów
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada oddziaływanie ciała naelektryzowanego i ciał elektrycznie obojętnych
  - doświadczalnie ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika
  - bada rozkład ładunków w przewodniku
  - doświadczalnie demonstruje przekaz energii podczas rozładowywania się kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoc iskry);
 przedstawia, opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji lub doświadczenia, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektrostatyka*, w szczególności:
  - dotyczące ładunków elektrycznych i oddziaływań ciał naelektryzowanych
  - związane z obliczaniem ładunku naelektryzowanych ciał i wykorzystaniem zasady zachowania ładunku
  - związane z wykorzystaniem prawa Coulomba
  - związane z opisem pola elektrycznego
  - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach;
 posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; tworzy teksty i rysunki schematyczne w celu zilustrowania zjawiska bądź problemu, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z elektrostatyki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- analizuje przedstawione materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe lub zaczerpnięte z Internetu, dotyczące treści rozdziału *Elektrostatyka*, w szczególności: ładunków elektrycznych i oddziaływań elektrostatycznych, rozkładu ładunków w przewodnikach oraz kondensatorów; przedstawia własnymi słowami główne tezy; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań

Stopień dobry



Uczeń:

- opisuje na wybranych przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrostatycznych (np. kserograf, drukarka laserowa)
- wyjaśnia mechanizm przyciągania ciała elektrycznie obojętne (przewodnika lub izolatora) przez ciało naelektryzowane
- uzasadnia, że zmiana w polu elektrycznym nie następuje natychmiast, lecz rozchodzi się z prędkością światła
- interpretuje zagęszczenie linii pola elektrycznego
- <sup>D</sup>opisuje pole centralne; szkicuje linie pola centralnego
- uzasadnia, że w nienaładowanym przewodniku ładunki elektryczne rozmieszczone są równomiernie, a nadmiarowe ładunki – bez względu na znak – powodują elektryzowanie tylko zewnętrznej powierzchni przewodnika
- <sup>D</sup>wyjaśnia działanie metalowego ostrza i opisuje zjawisko jonizacji oraz właściwości zjonizowanego powietrza
- <sup>D</sup>opisuje – na przykładzie piorunochronu – wykorzystanie właściwości metalowego ostrza
- wyjaśnia działanie kondensatora jako układu dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, między którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenia magazynującego energię
- omawia na wybranych przykładach (np. lampy błyskowej, defibrylatora) praktyczne zastosowania kondensatorów; omawia wykorzystanie superkondensatorów
- wykorzystuje informacje dotyczące kondensatorów do rozwiązywania zadań lub problemów i wyjaśniania zjawisk
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektrostatyka*, w szczególności:
  - związane z wykorzystaniem prawa Coulomba
  - związane z opisem pola elektrycznego
  - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
  - dotyczące kondensatorów;uzasadnia odpowiedzi
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
  - bada znak ładunku naelektryzowanych ciał
  - buduje elektroskop i wykorzystuje go do przeprowadzenia doświadczenia, opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji
  - <sup>D</sup>bada pole elektryczne wokół metalowego ostrza
- poszukuje materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału *Elektrostatyka*, i analizuje je; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Burze małe i duże*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych; formułuje i weryfikuje hipotezy

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektrostatyka*, w szczególności:

- związane z wykorzystaniem prawa Coulomba
  - związane z opisem pola elektrycznego
  - związane z rozkładem ładunków w przewodnikach
  - dotyczące kondensatorów;
- uzasadnia stwierdzenia i odpowiedzi

realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką rozdziału *Elektrostatyka* (inny niż opisany w podręczniku); formułuje i weryfikuje hipotezy; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia

## 5. Prąd elektryczny

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach; opisuje warunki przepływu prądu elektrycznego i określa jego kierunek
- rozróżnia symbole graficzne podstawowych elementów obwodów elektrycznych
- posługuje się pojęciem *napięcia elektrycznego* wraz z jego jednostką
- rozróżnia pojęcia *natężenie prądu* i *napięcie elektryczne*; posługuje się pojęciem *natężenia prądu* wraz z jego jednostką
- wskazuje przyrządy pomiarowe służące do pomiaru napięcia i natężenia prądu elektrycznego oraz ich symbole graficzne
- wymienia sposoby łączenia elementów obwodu elektrycznego; rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe, wskazuje ich przykłady
- posługuje się pojęciem *węzła* (połączenia przewodów); wskazuje węzły w przedstawionym obwodzie elektrycznym
- formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku; wskazuje zastosowanie tego prawa m.in. w przypadku obwodu składającego się z połączonych równoległe odbiorników prądu
- formułuje prawo Ohma
- posługuje się pojęciem *oporu elektrycznego* jako własnością przewodnika; posługuje się jednostką oporu
- rozróżnia metale i półprzewodniki
- wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna; wskazuje źródła energii elektrycznej i odbiorniki; omawia przykłady zastosowania energii elektrycznej
- posługuje się pojęciami *energii elektrycznej* i *mocy prądu elektrycznego* wraz z ich jednostkami
- analizuje tekst *Energia na czarną godzinę*; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: buduje – według podanego schematu – obwód elektryczny składający się ze źródła napięcia, odbiornika – żarówki, wyłącznika i przewodów; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Prąd elektryczny*, w szczególności:
  - związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych
  - związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego

- związane z pomiarem napięcia i natężenia prądu
- związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodów elektrycznych
- związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa
- związane z wykorzystaniem prawa Ohma
- związane z oporem elektrycznym
- związane z zależnością oporu elektrycznego od temperatury
- dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego;

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

Stopień dostateczny

Uczeń:

- rysuje schematy obwodów składających się z jednego źródła energii, jednego odbiornika i wyłączników, posługując się symbolami graficznymi tych elementów; zaznacza kierunek przepływu prądu elektrycznego
- podaje definicję napięcia elektrycznego i wzór na jego obliczanie
- interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika
- omawia funkcję baterii w obwodzie elektrycznym i porównuje ją z kondensatorem
- posługuje się pojęciami *amperogodziny* i *miliamperogodziny* jako jednostkami ładunku używanymi do określania pojemności baterii
- wyjaśnia, jak zmierzyć napięcie między punktami w obwodzie, w którym płynie prąd elektryczny; opisuje sposób podłączania do obwodu woltomierza i amperomierza
- omawia różnice między połączeniem szeregowym a połączeniem równoległym elementów obwodu elektrycznego
- uzasadnia na podstawie zasady zachowania ładunku, że przy połączeniu szeregowym natężenie prądu jest takie samo w każdym punkcie obwodu
- opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii; opisuje jej wykorzystanie
- opisuje sumowanie napięć w obwodzie na przykładzie szeregowego połączenia odbiorników energii elektrycznej
- stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa do wyznaczania natężeń prądów płynących w rozgałęzionym obwodzie
- sporządza wykres zależności  $I(U)$ ; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu
- interpretuje prawo Ohma i opisuje warunki, w jakich ono obowiązuje
- stosuje w obliczeniach proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma)
- interpretuje pojęcie *oporu elektrycznego*
- wyjaśnia, skąd się bierze opór elektryczny; opisuje jakościowo zależność oporu od wymiarów przewodnika i rodzaju substancji, z jakiej go wykonano

- stosuje w obliczeniach związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem elektrycznym
- wyjaśnia, czym są oporniki i potencjometry, wskazuje ich przykłady i zastosowania; omawia zastosowanie omomierza
- omawia zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników
- porównuje przewodniki, izolatory i półprzewodniki, wskazuje ich przykłady i zastosowania
- interpretuje i stosuje w obliczeniach związek między energią elektryczną a mocą prądu elektrycznego
- wyjaśnia, od czego zależy moc prądu elektrycznego; interpretuje i stosuje w obliczeniach związek między mocą prądu a napięciem i natężeniem prądu
- wykorzystuje w obliczeniach dane znamionowe urządzeń elektrycznych
- analizuje tekst z podręcznika *Pożytek z pomyłek i przypadków*; przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju elektryczności
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub zaczerpniętych z internetu, związanych z zależnością oporu od temperatury oraz energią elektryczną i mocą prądu elektrycznego
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:
  - porównuje napięcia uzyskane na bateriach nieobciążonej i obciążonej
  - mierzy natężenie prądu w różnych punktach obwodu i bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo
  - doświadczalnie demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa i bada połączenie równoległe baterii
  - bada zależność między napięciem a natężeniem prądu
  - sprawdza prawo Ohma dla żarówki i grafitu;
 buduje obwody elektryczne według przedstawionych schematów, odczytuje wskazania mierników, zapisuje wyniki pomiarów wraz z jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności pomiarowej, analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Prąd elektryczny*, w szczególności:
  - związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych
  - związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego
  - związane z pomiarami napięcia i natężenia prądu
  - związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodu elektrycznego
  - związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa
  - związane z wykorzystaniem prawa Ohma
  - związane z oporem elektrycznym
  - związane z zależnością oporu od temperatury
  - dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego;
 posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; rysuje i analizuje schematy obwodów elektrycznych, posługując się symbolami graficznymi; uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy o prądzie elektrycznym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

Stopień dobry

Uczeń:

- Dodróżnia pojęcia *amperogodziny* i *miliamperogodziny* używane do określania pojemności baterii od pojęcia *pojemności kondensatora*
- posługuje się miernikiem uniwersalnym, wybiera odpowiedni zakres pomiaru i odczytuje wynik; oblicza (szacuje) niepewność pomiaru napięcia lub natężenia prądu, stosując uproszczone reguły
- uzasadnia, że zasada dodawania napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo wynika z zasady zachowania energii
- uzasadnia sumowanie napięć na przykładzie szeregowego połączenia odbiorników energii elektrycznej
- interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku
- Duwzględnia niepewności pomiarowe przy sporządzaniu wykresu zależności  $I(U)$ ; interpretuje nachylenie prostej dopasowanej do danych przedstawionych w postaci tego wykresu
- uzasadnia zależność oporu od wymiarów przewodnika i rodzaju substancji, z jakiej go wykonano
- wyznacza opór elektryczny na podstawie wykresu zależności  $I(U)$ ; stawia hipotezy
- buduje potencjometr i bada jego działanie w obwodzie elektrycznym z żarówkami, korzystając z opisu doświadczenia; formułuje wnioski
- przedstawia i porównuje na wykresach zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników
- wyjaśnia, dlaczego wraz ze wzrostem temperatury opór przewodnika rośnie, a opór półprzewodnika maleje (do pewnej granicy); opisuje na wybranych przykładach praktyczne wykorzystanie tych zależności
- uwzględnia straty energii w obliczeniach związanych z wykorzystaniem związku między energią i mocą prądu a napięciem i natężeniem prądu oraz danych znamionowych urządzeń elektrycznych
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Prąd elektryczny*, w szczególności:
  - związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego
  - związane z pomiarem napięcia elektrycznego i natężenia prądu
  - związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodu elektrycznego
  - związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa
  - związane z wykorzystaniem prawa Ohma
  - związane z oporem elektrycznym
  - związane z zależnością oporu od temperatury
  - dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego; uzasadnia odpowiedzi
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń opisanych w podręczniku, formułuje i weryfikuje hipotezy, opracowuje i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowych
- poszukuje materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, dotyczących treści rozdziału *Prąd elektryczny*, i analizuje je. Dotyczy to w szczególności materiałów:
  - dotyczących obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego
  - związanych z zależnością oporu od temperatury
  - związanych z energią elektryczną i mocą prądu elektrycznego;
 posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Jak działają baterie*; prezentuje wyniki

doświadczeń domowych

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach; opisuje warunki przepływu prądu elektrycznego i określa jego kierunek
- rozróżnia symbole graficzne podstawowych elementów obwodów elektrycznych
- posługuje się pojęciem *napięcia elektrycznego* wraz z jego jednostką
- rozróżnia pojęcia *natężenie prądu* i *napięcie elektryczne*; posługuje się pojęciem *natężenia prądu* wraz z jego jednostką
- wskazuje przyrządy pomiarowe służące do pomiaru napięcia i natężenia prądu elektrycznego oraz ich symbole graficzne
- wymienia sposoby łączenia elementów obwodu elektrycznego; rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe, wskazuje ich przykłady
- posługuje się pojęciem *węzła* (połączenia przewodów); wskazuje węzły w przedstawionym obwodzie elektrycznym
- formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku; wskazuje zastosowanie tego prawa m.in. w przypadku obwodu składającego się z połączonych równoległe odbiorników prądu
- formułuje prawo Ohma
- posługuje się pojęciem *oporu elektrycznego* jako własnością przewodnika; posługuje się jednostką oporu
- rozróżnia metale i półprzewodniki
- wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna; wskazuje źródła energii elektrycznej i odbiorniki; omawia przykłady zastosowania energii elektrycznej
- posługuje się pojęciami *energii elektrycznej* i *mocy prądu elektrycznego* wraz z ich jednostkami
- analizuje tekst *Energia na czarną godzinę*; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi
- przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: buduje – według podanego schematu – obwód elektryczny składający się ze źródła napięcia, odbiornika – żarówki, wyłącznika i przewodów; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących obwodów elektrycznych i prądu elektrycznego
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Prąd elektryczny*, w szczególności:
  - związane z opisywaniem, rysowaniem i analizowaniem obwodów elektrycznych
  - związane z wykorzystaniem wzorów na napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego
  - związane z pomiarem napięcia i natężenia prądu
  - związane z połączeniami szeregowym i równoległym elementów obwodów elektrycznych
  - związane z wykorzystaniem pierwszego prawa Kirchhoffa
  - związane z wykorzystaniem prawa Ohma
  - związane z oporem elektrycznym
  - związane z zależnością oporu elektrycznego od temperatury
  - dotyczące energii elektrycznej i mocy prądu elektrycznego;wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska

bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych

## 6. Elektryczność i magnetyzm

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- rozróżnia pojęcia *napięcie stałe* i *napięcie przemiennie*
- przelicza ilość energii elektrycznej wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule
- opisuje rolę izolacji i bezpieczników przeciążeniowych w domowej sieci elektrycznej oraz warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
- wymienia zasady postępowania w przypadku porażenia elektrycznego
- nazywa bieguny magnesów stałych i opisuje oddziaływanie między nimi; opisuje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu; posługuje się pojęciem *biegunów magnetycznych Ziemi*; opisuje na przykładzie żelaza oddziaływanie magnesów na materiały magnetyczne
- porównuje oddziaływanie magnesów z oddziaływaniem ładunków elektrycznych; wskazuje podobieństwa i różnice
- opisuje oddziaływanie magnesu na różne substancje; wskazuje przykłady substancji, które magnes silnie przyciąga – ferromagnetyków
- opisuje budowę elektromagnesu; podaje przykłady zastosowania elektromagnesów i zwojnic
- wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych
- rozpoznaje symbole diody i tranzystora na schematach obwodów elektronicznych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada napięcie przemiennie
  - bada oddziaływanie magnesu na przedmioty wykonane z różnych substancji oraz oddziaływanie dwóch magnesów
  - bada odpychanie grafitu przez magnes
  - demonstruje magnesowanie się żelaza w polu magnetycznym
  - doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesu; opisuje i przedstawia na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, odczytuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektryczność i magnetyzm*, w szczególności związane z:
  - domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
  - oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem
  - opisem pola magnetycznego
  - siłą magnetyczną
  - indukcją elektromagnetyczną
  - transformatorem
  - diodami
  - tranzystorami;
- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu,

przedstawia je w różnych postaciach, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących  
Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje cechy prądu przemiennego, posługuje się pojęciami *napięcia skutecznego* i *natężenia skutecznego*
- opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego; stwierdza, że odbiorniki w sieci domowej są połączone równolegle, a łączna moc pobierana z sieci jest równa sumie mocy poszczególnych urządzeń
- wykorzystuje w obliczeniach dane znamionowe urządzeń elektrycznych; oblicza zużycie energii elektrycznej i jego koszt
- wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych – wyłączników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego
- stosuje w obliczeniach wzory na moc prądu (urządzenia) elektrycznego i łączną moc pobieraną z sieci elektrycznej
- opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodnika z prądem
- posługuje się pojęciami *pola magnetycznego* i *siły magnetycznej*; wymienia źródła pola magnetycznego: magnesy oraz prąd elektryczny, a ogólnie – poruszający się ładunek elektryczny
- podaje przykłady zastosowania ferromagnetyków
- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnika prostoliniowego i zwojnicy)
- opisuje działanie elektromagnesu
- opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem i poruszające się cząstki naładowane
- porównuje siłę magnetyczną z siłą elektryczną, wskazuje różnice
- omawia funkcję pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym
- opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy; podaje przykłady jego praktycznego wykorzystania (np. prądnica, mikrofon i głośnik, kuchenka indukcyjna)
- opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy
- opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie
- opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady jego zastosowania
- opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jedną stronę oraz jako źródła światła; zaznacza symbol diody na schematach obwodów elektrycznych
- opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne
- wskazuje zastosowania tranzystorów; przedstawia i opisuje ogólny schemat działania wzmacniacza
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, dotyczących:
  - bezpieczeństwa sieci elektrycznej
  - magnetyzmu
  - historii odkryć w dziedzinie magnetyzmu



- oddziaływania pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane
- zjawiska indukcji elektromagnetycznej
- diod i ich zastosowania
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada zwarcie i działanie bezpiecznika
  - magnesuje gwóźdź i buduje kompas
  - doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół prostoliniowego przewodnika z prądem
  - buduje elektromagnes i bada jego działanie
  - bada siłę działającą na przewodnik z prądem; buduje prosty pojazd elektryczny
  - demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względny ruchem magnesu i zwojnicy oraz zmianą natężenia prądu w elektromagnesie
  - demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła; bada działanie diody jako prostownika
  - bada straty energii powodowane przez diodę;
 opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, analizuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektryczność i magnetyzm*, w szczególności związane z:
  - domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
  - oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem
  - opisem pola magnetycznego
  - siłą magnetyczną
  - indukcją elektromagnetyczną
  - transformatorem
  - diodami
  - tranzystorami;
 posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; analizuje otrzymany wynik obliczeń; analizuje schematy obwodów zawierających diodę; uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia
- analizuje tekst *Szósty zmysł? Magnetyczny!* i rozwiązuje związane z nim zadania
- dokonuje syntezy wiedzy o elektryczności i magnetyzmie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady, prawa i zależności

Stopień dobry

Uczeń:

- analizuje i opisuje wykres prądu przemiennego
- uzasadnia, że odbiorniki w sieci domowej są połączone równolegle, a łączna moc pobierana z sieci jest równa sumie mocy poszczególnych urządzeń
- <sup>D</sup>opisuje budowę ferromagnetyków, posługując się pojęciem *domen magnetycznych*; opisuje zachowanie się domen w polu magnetycznym i proces magnesowania żelaza
- <sup>D</sup>wyjaśnia mechanizm przyciągania nienamagnesowanej sztabki żelaza przez magnes, posługując się pojęciem *domen magnetycznych*

- określa i zaznacza zwrot linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), stosując regułę prawej ręki
- wyjaśnia zasadę działania wybranego urządzenia zawierającego elektromagnes
- określa kierunek i zwrot siły magnetycznej; analizuje zmiany toru cząstki w polu magnetycznym w zależności od kierunku jej ruchu
- opisuje powstawanie zorzy polarnej
- opisuje budowę prądnicy i wyjaśnia zasadę jej działania na modelu lub schemacie
- <sup>D</sup>omawia – na schemacie – działanie mikrofonu i układu mikrofon-głośnik oraz funkcję wzmacniacza
- wyjaśnia – na modelu lub schemacie – zasadę działania transformatora i rolę rdzenia w kształcie ramki
- wykazuje, że transformator nie pozwala uzyskać na wyjściu wyższej mocy niż na wejściu; wyjaśnia, do czego służą linie wysokiego napięcia; omawia przesyłanie energii elektrycznej
- porównuje źródła światła: tradycyjne żarówki, świetlówki (tzw. żarówki energooszczędne) i diody świecące (LED)
- przedstawia zastosowanie diody w prostownikach; wyjaśnia, do czego służy prostownik i wskazuje jego zastosowanie
- omawia zastosowania tranzystorów
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących układów z mostkiem prostowniczym oraz tranzystorów i ich zastosowań; wykorzystuje te informacje do rozwiązywania zadań lub problemów
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału *Elektryczność i magnetyzm*, w szczególności:
  - magnetyzmu oraz historii odkryć dotyczących magnetyzmu
  - oddziaływania pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane
  - zjawiska indukcji elektromagnetycznej
  - diod i ich zastosowań
  - tranzystorów i ich zastosowań;
 posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektryczność i magnetyzm*, w szczególności związane z:
  - domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
  - oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem
  - opisem pola magnetycznego i siłą magnetyczną
  - indukcją elektromagnetyczną i transformatorem
  - diodami i wykorzystaniem diod oraz mostków prostowniczych
  - tranzystorami;
 analizuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory; wyjaśnia, jakie diody przewodzą, i wskazuje kierunek przepływu prądu; uzasadnia odpowiedzi
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada działanie mikrofonu i głośnika
  - bada świecenie diody zasilanej z kondensatora
  - bada wzmacniające działanie tranzystora
  - <sup>D</sup>buduje mostek prostowniczy i bada jego działanie

- planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń:
  - zbudowanie elektromagnesu i badanie jego działania
  - badanie siły działającej na przewodnik z prądem oraz zbudowanie prostego pojazdu elektrycznego
  - demonstracja zjawiska indukcji elektromagnetycznej i jego związku ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy
  - badanie działania diody;
- formułuje i weryfikuje hipotezy
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ziemskie pole magnetyczne*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozróżnia pojęcia *napięcie stałe* i *napięcie przemiennie*
- przelicza ilość energii elektrycznej wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule
- opisuje rolę izolacji i bezpieczników przeciążeniowych w domowej sieci elektrycznej oraz warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
- wymienia zasady postępowania w przypadku porażenia elektrycznego
- nazywa bieguny magnesów stałych i opisuje oddziaływanie między nimi; opisuje zachowanie się igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu; posługuje się pojęciem *biegunów magnetycznych Ziemi*; opisuje na przykładzie żelaza oddziaływanie magnesów na materiały magnetyczne
- porównuje oddziaływanie magnesów z oddziaływaniem ładunków elektrycznych; wskazuje podobieństwa i różnice
- opisuje oddziaływanie magnesu na różne substancje; wskazuje przykłady substancji, które magnes silnie przyciąga – ferromagnetyków
- opisuje budowę elektromagnesu; podaje przykłady zastosowania elektromagnesów i zwojnic
- wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych
- rozpoznaje symbole diody i tranzystora na schematach obwodów elektronicznych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada napięcie przemiennie
  - bada oddziaływanie magnesu na przedmioty wykonane z różnych substancji oraz oddziaływanie dwóch magnesów
  - bada odpychanie grafitu przez magnes
  - demonstruje magnesowanie się żelaza w polu magnetycznym
  - doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesu;
 opisuje i przedstawia na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, odczytuje wyniki pomiarów napięcia, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Elektryczność i magnetyzm*, w szczególności związane z:
  - domową siecią elektryczną i zapewnieniem bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
  - oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem
  - opisem pola magnetycznego
  - siłą magnetyczną

- indukcją elektromagnetyczną
- transformatorem
- diodami
- tranzystorami;
- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących

## 7. Termodynamika

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- informuje, czym zajmuje się termodynamika; porównuje właściwości substancji w różnych stanach skupienia wynikające z ich budowy mikroskopowej; analizuje jakościowo związek między temperaturą a średnią energią kinetyczną cząsteczek
- informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując mu energię w postaci ciepła
- posługuje się pojęciem *ciepła właściwego* wraz z jego jednostką; porównuje ciepła właściwe różnych substancji
- posługuje się skalami temperatur Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem *mocy*
- rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje i opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; wskazuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości
- informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania wydziela się energia
- porównuje wartości energetyczne wybranych pokarmów
- informuje, od czego zależy zapotrzebowanie energetyczne człowieka
- wymienia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - ilustruje model zjawiska dyfuzji, bada jakościowo szybkość topnienia lodu
  - bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego;
 przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji
  - dotyczące rozszerzalności cieplnej
  - z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*
  - związane z przemianami fazowymi
  - związane z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej
  - z wykorzystaniem bilansu cieplnego
  - dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności
  - dotyczące szczególnych własności wody;

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; ustala odpowiedzi; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek; wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości
- odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy
- posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii
- opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości
- omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków
- interpretuje pojęcie *ciepła właściwego* i stosuje je do obliczeń oraz do wyjaśniania zjawisk
- wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub do obliczania energii oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii
- opisuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości
- odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych
- posługuje się pojęciem *ciepła przemiany fazowej* (ciepła topnienia i ciepła parowania) wraz z jego jednostką, interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych
- analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i zmiany stanu skupienia
- wyjaśnia, na czym polega bilans cieplny; analizuje go jako zasadę zachowania energii oraz stosuje do obliczeń
- wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej* w analizie bilansu cieplnego
- posługuje się pojęciem *wartości energetycznej paliw*, podaje jej jednostkę dla paliw: stałych, gazowych i płynnych
- posługuje się pojęciem *wartości energetycznej żywności* wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń
- odróżnia wartość energetyczną od wartości odżywczej
- omawia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi; uzasadnia, że woda łagodzi klimat
- opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych
  - wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy
  - bada wpływ soli na topnienie lodu

- doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe metalu, posługując się bilansem cieplnym;
- opracowuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności;
- przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji lub pomiarów, wskazuje przyczyny niepewności pomiarowych; formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji: ilustracji modelu zjawiska dyfuzji, jakościowego badania szybkości topnienia lodu
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - zjawiska dyfuzji
  - rozszerzalności cieplnej
  - pojęcia *ciepła właściwego*
  - przemian fazowych z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej i bilansu cieplnego
  - wartości energetycznej paliw i żywności
  - szczególnych własności wody;
 posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- analizuje przedstawione materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe lub z Internetu, dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności: energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji, zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystania, historii poglądów na naturę ciepła, przemian fazowych; przedstawia własnymi słowami główne tezy; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań

#### Stopień dobry

##### Uczeń:

- opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych
- analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu
- <sup>D</sup>opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego
- stosuje pojęcie *ciepła przemiany fazowej* (ciepła topnienia i ciepła parowania) do wyjaśniania zjawisk
- opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał
- <sup>D</sup>opisuje działanie lodówki
- stosuje bilans cieplny do wyjaśniania zjawisk
- szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji:
  - badania procesu topnienia lodu
  - obserwacji szybkości wydzielania gazu
  - wykazania zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego
- ocenia wynik doświadczalnie wyznaczonego ciepła właściwego metalu z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę

- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - zjawiska dyfuzji
  - rozszerzalności cieplnej
  - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej* oraz *bilansu cieplnego*
  - wartości energetycznej paliw i żywności
  - szczególnych własności wody;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; analizuje otrzymany wynik
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności niezwykłych własności wody; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ruchy Browna*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - zjawiska dyfuzji
  - rozszerzalności cieplnej
  - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej* oraz *bilansu cieplnego*
  - wartości energetycznej paliw i żywności
  - szczególnych własności wody;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału (inny niż opisany w podręczniku); planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

## 8. Drgania i fale

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- posługuje się pojęciem *siły ciężkości*, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa siłę sprężystości
- opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań
- rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia ciężarka od czasu
- analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek na sprężynie (wahadło sprężynowe) wykonujący ruch drgający w różnych jego położeniach

- posługuje się pojęciami *energii kinetycznej*, *energii potencjalnej grawitacji* i *energii potencjalnej sprężystości*; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym
- opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy
- opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem *prędkości fali*; wskazuje impuls falowy
- posługuje się pojęciami: *amplitudy fali*, *okresu fali*, *częstotliwości fali* i *długości fali*, wraz z ich jednostkami, do opisu fal
- opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków
- wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych
- wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i podaje przykłady ich zastosowania
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - obserwuje fale na wodzie
  - <sup>o</sup>demonstruje na modelu drgania struny; przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku), opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w tym ruchu
  - związane z okresem drgań wahadła sprężynowego
  - dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
  - dotyczące dźwięków
  - <sup>o</sup>dotyczące dźwięków instrumentów muzycznych
  - dotyczące fal elektromagnetycznych,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych
- stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i wykonywana obliczeń
- opisuje zjawisko rozproszenia światła na niejednorodnościach ośrodka; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca
- wskazuje i opisuje przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana
- opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem *kąta granicznego*
- opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania



- opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze, powstających dzięki rozszczepieniu światła (tęcza, halo)
- opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie – związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali
- podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal, wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal
- wskazuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i <sup>P</sup>w atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora
- wskazuje przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
- analizuje efekt Dopplera dla fal na wodzie oraz dla fali dźwiękowej w przypadku, gdy źródło porusza się wolniej niż fala – gdy zbliża się do obserwatora i gdy oddala się od obserwatora; podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera
- stosuje wzór opisujący efekt Dopplera do obliczeń
- analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala – gdy zbliża się do źródła i gdy oddala się od źródła; podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych
- podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - demonstruje rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej
  - demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków
  - demonstruje odbicie i załamanie światła
  - obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie
  - obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła
  - obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej
  - obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle, <sup>D</sup>obserwuje polaryzację przy odbiciu;
 opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku, analizuje i wyjaśnia obserwacje; formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;
 posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi

- dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: zjawiska załamania fal, historii falowej teorii fal elektromagnetycznych, polaryzacji światła, zjawisk optycznych, historii badań efektu Dopplera

Stopień dobry

Uczeń:

- wyjaśnia przyczyny zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca
- <sup>D</sup>opisuje zależność między kątami podania i załamania – prawo Snelliusa
- wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków
- wyjaśnia przyczyny zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże)
- <sup>D</sup>zapisuje prawo Snelliusa dla kąta granicznego
- omawia inne niż światłowodowe przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)
- opisuje drugą tęczę jako przykład zjawiska optycznego powstającego dzięki rozszczepieniu światła
- doświadczalnie obserwuje zjawisko dyfrakcji światła
- omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku
- stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk
- wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji fal dźwiękowych i interferencji światła
- wyjaśnia zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fal
- <sup>D</sup>rozróżnia światło spójne i światło niespójne
- wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej
- <sup>D</sup>opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; <sup>D</sup>analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
- opisuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła: w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i <sup>D</sup>w atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
- wyjaśnia obserwację wygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle oraz <sup>D</sup>obserwację polaryzacji przy odbiciu
- opisuje przykłady występowania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
- interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk
- <sup>D</sup>omawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal

- dotyczące polaryzacji światła
- związane z efektem Dopplera;
- ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał),
- prezentuje efekty własnej pracy, np. projekty dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*, w szczególności:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy; projektuje okulary polaryzacyjne

## 9. Zjawiska falowe

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- posługuje się pojęciami: *powierzchni falowej*, *promienia fali*; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste; wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej
- opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania; podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce
- opisuje światło białe jako mieszaninę barw, ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie
- ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym
- podaje zasadę superpozycji fal
- rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - demonstruje fale koliste i płaskie
  - demonstruje rozpraszanie się światła w ośrodku;
 przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku) i opisuje obserwacje, formułuje wnioski

- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ilustruje i ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych
- stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i wykonywana obliczeń
- opisuje zjawisko rozproszenia światła na niejednorodnościach ośrodka; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca
- wskazuje i opisuje przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana
- opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem *kąta granicznego*
- opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania
- opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze, powstających dzięki rozszczepieniu światła (tęcza, halo)
- opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie – związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali
- podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal, wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości
- opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal
- wskazuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i <sup>D</sup>w atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora

- wskazuje przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
- analizuje efekt Dopplera dla fal na wodzie oraz dla fali dźwiękowej w przypadku, gdy źródło porusza się wolniej niż fala – gdy zbliża się do obserwatora i gdy oddala się od obserwatora; podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera
- stosuje wzór opisujący efekt Dopplera do obliczeń
- analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala – gdy zbliża się do źródła i gdy oddala się od źródła; podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych
- podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - demonstruje rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej
  - demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków
  - demonstruje odbicie i załamanie światła
  - obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie
  - obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła
  - obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej
  - obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle,
    - <sup>D</sup>obserwuje polaryzację przy odbiciu;
 opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku, analizuje i wyjaśnia obserwacje; formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;
 posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: zjawiska załamania fal, historii falowej teorii fal elektromagnetycznych, polaryzacji światła, zjawisk optycznych, historii badań efektu Dopplera

Stopień dobry

Uczeń:

- wyjaśnia przyczyny zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca
- <sup>D</sup>opisuje zależność między kątami podania i załamania – prawo Snelliusa
- wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków
- wyjaśnia przyczyny zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże)
- <sup>D</sup>zapisuje prawo Snelliusa dla kąta granicznego

- omawia inne niż światłowodów przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)
- opisuje drugą tęczę jako przykład zjawiska optycznego powstającego dzięki rozszczepieniu światła
- doświadczalnie obserwuje zjawisko dyfrakcji światła
- omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku
- stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk
- wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji fal dźwiękowych i interferencji światła
- wyjaśnia zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fal
- <sup>D</sup>rozróżnia światło spójne i światło niespójne
- wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej
- <sup>D</sup>opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; <sup>D</sup>analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
- opisuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła: w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i <sup>D</sup>w atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
- wyjaśnia obserwację wygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle oraz <sup>D</sup>obserwację polaryzacji przy odbiciu
- opisuje przykłady występowania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
- interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk
- <sup>D</sup>omawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła
  - związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał),
- prezentuje efekty własnej pracy, np. projekty dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

Stopień dobry

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*, w szczególności:
  - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
  - dotyczące załamania fal
  - dotyczące odbicia i załamania światła

- związane z opisem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;
- ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy; projektuje okulary polaryzacyjne

## 10. Fizyka atomowa

Stopień dopuszczający

Uczeń:

- informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem *fotonu*
- <sup>D</sup>wskazuje przyczyny efektu cieplarnianego
- posługuje się pojęciem *widma*
- opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - obserwuje promieniowanie termiczne
  - obserwuje widma żarówki i świetlówki;
 przedstawia wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:
  - zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego
  - promieniowania termicznego ciał
  - powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; wskazuje i opisuje przykłady tego zjawiska
- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń
- posługuje się pojęciami *elektronowoltu* i *pracy wyjścia*
- opisuje zjawisko fotochemiczne jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości równej lub większej od granicznej, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
- <sup>D</sup>interpretuje podany wzór na długość fali de Broglie'a, stosuje go do obliczeń
- opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek
- analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności
- <sup>D</sup>posługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie

- <sup>D</sup>omawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi
- <sup>D</sup>wymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego
- <sup>D</sup>omawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego
- porównuje widma żarówki i świetlówki
- rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów
- analizuje i porównuje widma emisyjne i absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo
- posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra
- rozróżnia stan podstawowy atomu i jego stany wzbudzone; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach w związku z emisją lub absorpcją kwantu światła
- opisuje zjawisko jonizacji jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem *energii jonizacji*
- <sup>D</sup>podaje postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia; wykazuje, że promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru jest proporcjonalny do kwadratu numeru tej orbity
- opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał
    - <sup>D</sup>związane z falami materii
    - <sup>D</sup>dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
    - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
    - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
    - <sup>D</sup>dotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;
- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: <sup>D</sup>efektu cieplarnianego, historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej
- prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji

Stopień dobry

Uczeń:

- wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego
- stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu
- wykorzystuje pojęcia *energii fotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu



- <sup>D</sup>opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania
- <sup>D</sup>posługuje się pojęciem *fal materii* (fal de Broglie'a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie'a do wyjaśniania zjawisk
- <sup>D</sup>uzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał
- <sup>D</sup>analizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki
- <sup>D</sup>wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany; opisuje jego powstawanie
- wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych dla danego gazu przy tych samych częstotliwościach znajdują się w tych samych miejscach
- <sup>D</sup>wyznacza promień  $n$ -tej orbity elektronu w atomie wodoru
- <sup>D</sup>analizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; <sup>D</sup>posługuje się wzorami Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń
- <sup>D</sup>posługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na  $n$ -tej orbicie, interpretuje ten wzór
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał
  - <sup>D</sup>związane z falami materii
  - <sup>D</sup>dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
  - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
  - <sup>D</sup>dotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą treści tego rozdziału, w szczególności: zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury światła, historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania (założenie Plancka), wykorzystania analizy promieniowania (widm) podczas poznawania budowy gwiazd i jako metody współczesnej kryminalistyki
- planuje przebieg wybranych doświadczeń domowych i obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy; prezentuje przedstawiony projekt związany z tematyką tego rozdziału

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- <sup>D</sup>wykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga; <sup>D</sup>analizuje różne modele wybranego zjawiska
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego
  - <sup>D</sup>związane z falami materii
  - dotyczące promieniowania termicznego ciał
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz <sup>D</sup>widm atomu wodoru; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych oraz obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy

## 11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat

### Stopień dopuszczający

Uczeń:

- posługuje się pojęciami: *pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron i elektron* do opisu składu materii
- informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze
- obserwuje wykrywanie promieniotwórczości różnych substancji; przedstawia wyniki obserwacji
- odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych
- podaje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia
- podaje warunki, w jakich może zachodzić reakcja termojądrowa przemiany wodoru w hel
- podaje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia
- podaje przybliżony wiek Słońca
- wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję
- podaje przybliżony wiek Wszechświata
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów
  - związane z właściwościami promieniowania jądrowego
  - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe
  - dotyczące reakcji jądrowych
  - związane z czasem połowicznego rozpadu
  - związane z energią jądrową
  - dotyczące równoważności energii i masy
  - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

### Stopień dostateczny

Uczeń:

- opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej
- posługuje się pojęciem *sił przyciągania jądrowego*
- wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
- opisuje obserwacje związane z wykrywaniem promieniotwórczości różnych substancji; podaje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości
- wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) i gamma ( $\gamma$ )
- podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; informuje, że promieniowanie jonizujące wpływa na materię oraz na organizmy żywe
- podaje przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie

- posługuje się pojęciami *jądra stabilnego* i *jądra niestabilnego*; opisuje powstawanie promieniowania gamma
- opisuje rozpady alfa ( $\alpha$ ) i beta ( $\beta$ ); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku
- opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem *czasu połowicznego rozpadu*, podaje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu
- opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności
- opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu  $^{235}\text{U}$  zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; informuje, co to jest masa krytyczna
- opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej
- opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej – zachodzącą w gwiazdach; zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru
- wymienia ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej
- stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równowagę energii i masy  $E = m \cdot c^2$
- posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu
- stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
- opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel
- opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł)
- opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury
- opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk
- wymienia najważniejsze metody badania kosmosu
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - związane z opisem składu jądra atomowego i właściwościami promieniowania jądrowego
  - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
  - dotyczące reakcji jądrowych
  - związane z czasem połowicznego rozpadu
  - związane z energią jądrową i z reakcją oraz energią syntezy termojądrowej
  - dotyczące równowagi energii i masy
  - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
  - dotyczące życia Słońca
  - dotyczące Wszechświata;
- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych; wykonuje obliczenia szacunkowe, posługuje się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej, historii badań promieniotwórczości naturalnej, energii jądrowej, reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd
- prezentuje efekty własnej pracy, np.: analizy wskazanego tekstu, wybranych obserwacji

Stopień dobry

Uczeń:

- omawia doświadczenie Rutherforda
- opisuje wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
- opisuje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- opisuje wpływ promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
- opisuje przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w medycynie
- wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu
- <sup>D</sup>opisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych; stosuje ją do obliczeń
- omawia budowę reaktora jądrowego
- wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym w możliwościach pozyskiwania energii jądrowej
- <sup>D</sup>posługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*; <sup>D</sup>opisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton
- oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji
- opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalsze losy Wszechświata
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
  - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
  - dotyczące reakcji jądrowych
  - związane z czasem połowicznego rozpadu
  - związane z energią jądrową
  - związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej
  - dotyczące równoważności energii i masy
  - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
  - dotyczące życia Słońca
  - dotyczące Wszechświata;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: skutków i zastosowań promieniowania jądrowego, występowania oraz wykorzystania izotopów promieniotwórczych (np. występowanie radonu, pozyskiwanie helu), reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd, historii badań dziejów Wszechświata
- prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy samodzielnie wyszukanego tekstu, wybranych obserwacji, realizacji przedstawionego projektu

Stopień bardzo dobry

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*, w szczególności:
  - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
  - dotyczące reakcji jądrowych
  - związane z czasem połowicznego rozpadu
  - związane z energią jądrową i energią syntezy termojądrowej
  - dotyczące równoważności energii i masy
  - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy;ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; formułuje hipotezy
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg wskazanych obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy