**Wymagania edukacyjne z fizyki – poziom podstawowy**

Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

# **Zasady ogólne**

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela.
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie.**
3. W wypadku wymagań nastopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wymagania przekrojowe** (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).

# **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 nap odstawie 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,
	+ posługujesięnowoczesnymitechnologiamiinformacyjno-komunikacyjnymi,
	+ samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania ;rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,
	+ uczysięsystematycznie,budujeprawidłowezwiązkiprzyczynowo-skutkowe,porządkuje i  pogłębia zdobytą wiedzę,
	+ współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

**Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie**

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

Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

| **Ocena** |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | **Stopień dostateczny** | **Stopień dobry** | **Stopień bardzo dobry** |
| **Wprowadzenie** |
| **Uczeń**:* wyjaśnia, jakie obiekty stanowiąprzedmiot zainteresowania fizyki i astronomii; wskazuje ichprzykłady
* przeliczawielokrotności i podwielokrotności, korzystając z tabeli przedrostkówjednostek
* wskazuje podstawowe sposobybadania 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 kluczowekroki i sposóbpostępowania
* posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jegojednostką, z uwzględnienieminformacji o niepewności
* rozwiązuje proste zadania związane z opracowaniem wynikówpomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadamizaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfrznaczących wynikającej z dokładności pomiarulub danych
* analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący zastosowań fizyki w wielu dziedzinach nauki i życia (podkierunkiem nauczyciela); wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe i przedstawiaje w różnych postaciach
 | **Uczeń**:* porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie, korzystając z infografiki zamieszczonej w podręczniku
* opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; opisuje innegalaktyki
* opisuje budowęmaterii
* wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświeciedo rozwiązywaniazadań
* wymienia podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki w układzie SI, wskazuje przyrządy służące do ichpomiaru
* wyjaśnia (na przykładzie) podstawowemetody opracowywania wynikówpomiarów
* wykonuje wybrane pomiary wielokrotne(np. długości ołówka) i wyznacza średnią jako końcowy wynikpomiaru
* rozwiązuje zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonujeobliczenia

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 dorozwiązywania zadań
 | **Uczeń**:* podaje rząd wielkości rozmiarów wybranych obiektów i odległościwe Wszechświecie
* wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświeciedo rozwiązywaniaproblemów
* wykorzystuje informacjepochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów
 | **Uczeń**:* samodzielnie wyszukuje (np. w internecie) i analizuje tekst popularnonaukowydotyczącypowiązań fizyki z innymi dziedzinami nauki; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu
 |
| **1. Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego** |
| **Uczeń**:* rozróżnia wielkości wektorowe i wielkości skalarne; wskazuje ichprzykłady
* posługuje się pojęciem siły wraz z jej jednostką; określa cechy wektora siły; wskazuje przyrząd służący do pomiaru siły; przedstawia siłę za pomocąwektora
* doświadczalnie ilustruje trzeciązasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia
* opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadądynamiki
* rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości,nacisku, sprężystości, wyporu, oporówruchu); rozróżnia siłę wypadkową i siłę równoważącą
	+ posługuje się pojęciem siływypadkowej; wyznacza i rysuje siłę wypadkową dlasił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą
* opisuje i wskazuje przykładywzględności ruchu; rozróżnia pojęcia: tor i droga
* stosuje w obliczeniach związek prędkości z drogą i czasem, w jakim ta drogazostała przebyta; przelicza jednostkiprędkości
* nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym droga przebyta w jednostkowychprzedziałach czasu jest stała i tor jest linią prostą; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu jednostajnegoprostoliniowego
* 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 napodstawie pierwszej zasadydynamiki
* 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 prędkościmaleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość
* stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianąprędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła$∆v = a ∙ ∆t$
* posługuje się pojęciem masy jakomiary bezwładnościciał
* wskazuje stałą siłę jako przyczynęruchu jednostajnie zmiennego; formułujedrugą zasadędynamiki
* stosuje w obliczeniach związek międzysiłą i masą a przyspieszeniem
* analizuje zachowanie się ciał napodstawie drugiej zasadydynamiki
* rozróżnia opory ruchu (oporyośrodka i tarcie); opisuje, jak siła tarcia i opory ośrodka wpływają na ruchciał
* wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użytecznościtarcia
* wskazuje przykłady zjawiskbędących skutkami działania siłbezwładności
* analizuje tekst *Przyspieszenie pojazdów* lub inny o podobnej tematyce;wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach
* przeprowadzadoświadczenia:
	+ jak porusza się ciało, kiedy nie działana nie żadna siła albo kiedy wszystkie działające nań siły sięrównoważą
	+ bada czynniki wpływające na siłętarcia; bada, od czego zależy opór powietrza, korzystając z opisu doświadczenia; przedstawia wyniki doświadczenia, formułujewnioski
* rozwiązuje proste zadania lubproblemy:
	+ z wykorzystaniem trzeciejzasady dynamiki
	+ związane z wyznaczaniemsiły wypadkowej
	+ z wykorzystaniem związkuprędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga zostałaprzebyta
	+ związane z opisem ruchujednostajnego prostoliniowego, wykorzystując pierwszą zasadędynamiki
	+ związane z ruchemjednostajnie zmiennym
	+ z wykorzystaniem drugiejzasady dynamiki
* związane z ruchem ciał,uwzględniając opory ruchu i wykorzystując drugą zasadędynamiki
* związane z siłamibezwładności,

 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 cyfrznaczących wynikającej z dokładności pomiarulub z danych | **Uczeń**:* przedstawia doświadczenie ilustrującetrzecią zasadę dynamiki na schematycznymrysunku
* wyjaśnianaprzykładach z otoczeniawzajemność oddziaływań; analizuje i opisuje siły na przedstawionychilustracjach
* stosuje trzecią zasadę dynamiki doopisu zachowania sięciał
* wyznacza graficznie siłę wypadkową dlasił 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; przestawia graficznie i opisuje wektory prędkości i przemieszczenia
* porównuje wybrane prędkościwystępującew przyrodzie na podstawie infografiki*Prędkości w przyrodzie*lubinnychmateriałówźródłowych
* rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową
* nazywa ruchem jednostajnymprostoliniowym ruch, w którym nie zmieniają się wartość, kierunek i zwrotprędkości
* opisuje ruch prostoliniowy jednostajny, posługując się zależnościami położenia i drogi odczasu
* analizuje wykresy zależności $s(t) i x(t)$ dlaruchu jednostajnegoprostoliniowego
* stosuje pierwszą zasadę dynamiki doopisu zachowania sięciał
* analizuje tekst z podręcznika *Zasada bezwładności*; na tej podstawieprzedstawia informacje z historii formułowania zasad dynamiki, zwłaszcza pierwszejzasady
* opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej, wraz z jego jednostką; określa cechy wektora przyspieszenia, przedstawiago graficznie
* opisuje ruch jednostajnie zmienny,posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi odczasu
* wyznacza zmianę prędkości i przyspieszenie z wykresów zależności prędkości od czasudla ruchu prostoliniowego jednostajniezmiennego (przyspieszonego lubopóźnionego)
* interpretuje związek między siłą i masą a przyspieszeniem; opisuje związek jednostki siły (1 N) z jednostkami podstawowymi
* stosuje drugą zasadę dynamiki doopisu zachowania sięciał
* rozróżnia i porównuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; wyjaśnia, jakie czynniki wpływają nasiłętarcia i odczegozależyopórpowietrza
* omawia rolę tarcia na wybranychprzykładach
* analizuje wyniki doświadczalnego badania czynników wpływających na siłę tarcia; zaznacza naschematycznym rysunku wektor siły tarcia i określa jego cechy; opracowuje wyniki doświadczenia domowego, uwzględniając niepewności pomiarowe; przedstawia wyniki na wykresie
* posługuje się pojęciem siłybezwładności, określa cechy tejsiły
* **doświadczalnie demonstruje działaniesiły bezwładności, m.in. na przykładzie gwałtownie hamującychpojazdów**
* rozróżnia układy inercjalne i układy nieinercjalne
* wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego dorozwiązywania zadań lubproblemów
* doświadczalniebada:
	+ równoważenie siły wypadkowej,korzystając z opisudoświadczenia
	+ jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo wszystkie działające nańsiły się równoważą; analizuje siły działające na ciało
	+ (za pomocą programów komputerowych) ruch ciała pod wpływemniezrównoważonej siły, korzystając z jegoopisu
	+ (za pomocą programówkomputerowych) zależnośćprzyspieszeniaodmasyciała i wartości siły oraz obserwuje skutki działania siły, korzystając z ich opisów;
	+ przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarów; formułujewnioski
* rozwiązuje typowe zadania i problemy:
	+ z wykorzystaniem trzeciej zasadydynamiki
	+ związane z wyznaczaniem siływypadkowej
	+ z wykorzystaniem związkuprędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
	+ związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, z wykorzystaniempierwszej zasadydynamiki
* związane z ruchem jednostajniezmiennym
* z wykorzystaniem drugiej zasadydynamiki
* związane z ruchem ciał, uwzględniającopory ruchu
* związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układachinercjalnych 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* dokonujesyntezywiedzy o przyczynach i opisie ruchu prostoliniowego, uwzględniając opory ruchu i układ odniesienia; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
 | **Uczeń**:* wyznacza wartość siły wypadkowej dla sił działających w dowolnychkierunkach napłaszczyźnie
* wyjaśnia na wybranym przykładzie praktyczne wykorzystaniewyznaczania siły wypadkowej dla siłdziałających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
* wyjaśnia na wybranym przykładzie sposób określania prędkościchwilowej
* wyjaśnia, dlaczego wykresemzależności $x(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego jest liniaprosta
* porównuje ruchyjednostajny i jednostajniezmienny
* sporządza i interpretujewykresy zależności wartościprędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu
* analizuje siły działające naspadające ciało, na przykładzie skoku na spadochronie; ilustruje je schematycznymrysunkiem
* wyjaśnia na przykładach różnicemiędzy opisami zjawiskobserwowanych w pojazdach poruszających się ruchem jednostajnie zmiennym, w układach inercjalnych i nieinercjalnych
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lubzaczerpniętych z internetu,dotyczących:
	+ oddziaływań
	+ prędkościwystępujących w przyrodzie
	+ występowania i skutkówsił bezwładności
* rozwiązuje złożone (typowe)zadania i problemy:
	+ związane z wyznaczaniemsiły wypadkowej
	+ z wykorzystaniem związkuprędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga zostałaprzebyta
	+ związane z opisem ruchu jednostajnego,wykorzystując pierwszą zasadędynamiki
	+ związane z ruchemjednostajnie zmiennym
	+ związane z wykorzystaniemdrugiej zasadydynamiki

związane z ruchem,uwzględniając oporyruchu–związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych* planuje i modyfikujeprzebieg doświadczeńdotyczących:
	+ badania równoważenia siły wypadkowej; Rprzedstawiagraficznie i opisuje rozkład sił w doświadczeniu
	+ badania ruchu ciała pod wpływem niezrównoważonej siły (zapomocą programówkomputerowych)
	+ badania zależności przyspieszeniaod masy ciała i wartości działającej siły (za pomocą programów komputerowych) oraz obserwacji skutków działaniasiły
	+ badania czynników wpływającychna siłętarcia
	+ demonstracji działaniasiły 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 tychmateriałów
* realizuje i prezentuje projektzwiązany z badaniem ruchu(opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego
 | **Uczeń**:* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związanez:
	+ wyznaczaniem siływypadkowej
	+ wykorzystaniem związkuprędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga zostałaprzebyta
	+ opisem ruchujednostajnego,
	+ z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki
	+ ruchem jednostajniezmiennym
	+ wykorzystaniem drugiejzasady dynamiki
	+ ruchem, z uwzględnieniemoporów ruchu
	+ siłami bezwładności orazopisami zjawisk w układachinercjalnychi nieinercjalnych
	+ realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu (innyniż opisany w podręczniku)
 |
| **2. Ruch po okręgu i grawitacja** |
| **Uczeń**:* rozróżnia ruchyprostoliniowy i krzywoliniowy; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu krzywoliniowego, w szczególności ruchu po okręgu
* posługuje się pojęciamiokresu 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 prostopadledo kierunkuruchu
* wskazuje siłę dośrodkową jakoprzyczynę ruchu jednostajnego pookręgu
* posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek międzysiłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym
* wskazuje w otoczeniu i opisujeprzykłady oddziaływaniagrawitacyjnego
* stwierdza, że funkcję siły dośrodkowej w ruchu ciał niebieskich pełni siła grawitacji; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę ruchu krzywoliniowego ciał niebieskich (planet, księżyców);określawpływ siły grawitacji na tor ruchu tych ciał
* wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu satelitówwokół Ziemi
* Rwie, jak i gdzie możnaprzeprowadzać obserwacje astronomiczne;wymienia i przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas obserwacji nieba
* stwierdza, że wagisprężynowa 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 przyczynępozornego ruchunieba
* przeprowadzaobserwacje i doświadczenia, korzystając z ich opisów:
* obserwację skutków działaniasiły dośrodkowej
* doświadczenia modelowe lub obserwacje faz Księżyca i ruchu Księżyca wokółZiemi;

opisuje wyniki doświadczeń i obserwacji* rozwiązuje proste zadania i problemy związanez:
	+ opisem ruchu jednostajnego pookręgu
	+ wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniemokręgu
	+ opisem oddziaływaniagrawitacyjnego
	+ ruchem planet i księżyców
	+ ruchem satelitów wokółZiemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
	+ opisywaniem stanównieważkości i przeciążenia
	+ konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła orazruchu 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 wynikzgodnie z zasadamizaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych* analizujetekst*Nieocenionytowarzysz*; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawiaje w różnych postaciach
 | **Uczeń**:* opisuje ruch jednostajny po okręgu,posługując się pojęciami: okresu,częstotliwości i prędkości liniowej, wraz z ich jednostkami
* rysuje i opisuje wektor prędkościliniowej w ruchu jednostajnym po okręgu, określa jego cechy
* oblicza okres i częstotliwość w ruchu jednostajnym po okręgu; opisujezwiązek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lubczęstotliwością
* porównuje okresy i częstotliwości w ruchupo 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 siłydośrodkowej
* ilustruje na schematycznym rysunku wyniki obserwacji skutków działania siłydośrodkowej
* interpretuje związek między siłądośrodkową 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, naprężenianici
* nazywa obracający się układodniesienia układemnieinercjalnym
* wskazuje siłę grawitacji jakoprzyczynę spadaniaciał
* formułuje prawo powszechnego ciążenia; posługuje się prawem powszechnegociążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływaniagrawitacyjnego
* podaje i interpretuje wzór na siłęgrawitacji w postaci$F=G\frac{m\_{1}∙m\_{2}}{r^{2}}$; posługuje się pojęciem stałejgrawitacji; podajejej wartość,korzystając z materiałów pomocniczych
* wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; wyjaśnia,dlaczego planety krążą wokół Słońca, a księżyce –wokół planet, a nieodwrotnie
* wyjaśnia, dlaczego Księżyc nie spada na Ziemię; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego międzytymi 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 widomyobrót 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 jegoruch i możliwościwykorzystania
* podaje i interpretuje wzór na prędkośćsatelity; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnympromieniu
* przedstawia najważniejsze fakty z historiilotów kosmicznych i wymienia przykłady zastosowania satelitów (na podstawie informacji zamieszczonych w podręczniku)
* opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia; podaje warunki i przykłady ichwystępowania
* Ropisuje warunki i i podajeprzykłady występowania stanuniedociążenia
* opisuje wygląd powierzchni Księżyca orazjego miejsce i ruch w UkładzieSłonecznym
* wyjaśnia mechanizm powstawania fazKsiężyca i zaćmień jako konsekwencje prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym
* opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje siępojęciami jednostki astronomicznej i rokuświetlnego
* opisuje budowę planet UkładuSłonecznego oraz innych obiektów UkładuSłonecznego
* opisuje rozwój astronomii od czasówKopernika do czasówNewtona
* przeprowadza doświadczenia i obserwacje:
	+ **doświadczalnie bada związek międzysiłą dośrodkową a masą, prędkościąliniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu**
	+ obserwuje stan przeciążenia i stan nieważkości oraz pozorne zmianyciężaru 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 związanez:
	+ opisem ruchu jednostajnego pookręgu
	+ wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkościąliniową ciała oraz promieniemokręgu
	+ oddziaływaniem grawitacyjnym orazruchem planet i księżyców
	+ Robserwacjaminieba
	+ ruchem satelitów wokółZiemi,
	+ z wykorzystaniem wzoru naprędkość satelity
* opisywaniem stanównieważkości i przeciążenia
* konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w UkładzieSłonecznym
* budową UkładuSłonecznego,

 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 pookręgu i grawitacji; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
 | **Uczeń**:* Rstosuje w obliczeniach związek między prędkością liniową a promieniemokręgu i okresem lubczęstotliwością
* wyjaśnia (na wybranym przykładzie), jak wartość siły dośrodkowej zależy odmasy i prędkości ciała oraz promieniaokręgu
* analizuje (na wybranychprzykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej
* Rstosuje w obliczeniach związekmiędzy siłą dośrodkową a masą ciała, jego prędkością liniową i promieniemokręgu
* posługuje się pojęciem siłyodśrodkowej jako siły bezwładnościdziałającej w układzie obracającym się
* Ropisuje siły w układzie nieinercjalnym związanym z obracającym się ciałem;Romawia różnice między opisemruchu ciał w układachinercjalnych i nieinercjalnych na przykładzie obracającej się tarczy
* stosuje w obliczeniach wzór na siłę gwawitacji w postaci $F=G\frac{m\_{1}∙m\_{2}}{r^{2}}$
* przedstawiawybrane z historiiinformacjeodkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchuKsiężyca, na podstawie analizy tekstuwybranego samodzielnie
* ilustruje właściwości siły grawitacji, posługując się analogią – porównujeruch piłeczki przyczepionej dosznurka z ruchem Księżyca wokół Ziemi
* opisuje wzajemne okrążanie siędwóch przyciągających się ciał na przykładzie podwójnych układówgwiazd
* Rkorzysta ze stroninternetowych pomocnych podczas obserwacji astronomicznych
* Rwyjaśnia, jak korzystać z papierowejlub internetowej mapy nieba wyprowadza 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 nieważkośćpanująca w statkukosmicznym
* 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 jegowystępowania
* analizuje i oblicza wskazaniawagi w windzie ruszającej w górę
* wyjaśnia, kiedy następuje zaćmienie Księżyca, a kiedy – zaćmienieSłońca; ilustruje to na rysunkach schematycznych
* Rwymienia prawa rządzące ruchem planet wokół Słońca i ruchemksiężyców wokółplanet
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizymateriałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i internetu, dotyczącymi:
	+ ruchu pookręgu
	+ występowania faz Księżycaoraz zaćmień Księżyca i Słońca
	+ rozwojuastronomii
* rozwiązuje złożone (typowe)zadania i problemy związanez:
	+ opisem ruchu jednostajnego pookręgu
	+ wykorzystaniem zależności między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniemokręgu
	+ opisem oddziaływaniagrawitacyjnego
	+ ruchem planet i księżyców
	+ ruchem satelitów wokółZiemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
	+ opisywaniem stanów:nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia
	+ konsekwencjami ruchuKsiężyca i Ziemi w UkładzieSłonecznym
	+ budową Układu Słonecznegooraz ruchem planet wokółSłońca, a księżyców – wokół planet
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym pookręgu
* przeprowadza obserwacje astronomiczne, np. faz Wenus, księżyców Jowisza i pierścieniSaturna; opisuje wynikiobserwacji
* realizuje i prezentuje projekt*Satelity*(opisany w podręczniku)
* samodzielnie wyszukuje i analizujetekst popularnonaukowy dotyczący ruchu po okręgu i grawitacji, posługuje się informacjami pochodzącymi z jego analizy
 | **Uczeń**:* Romawia różnice między opisami ruchu ciał w układachinercjalnych i nieinercjalnych (na przykładzie innym niż obracająca się tarcza)
* analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (naprzykładzie innym niż poruszająca sięwinda)
* Ranalizuje i oblicza wskazaniawagi w windzie ruszającej w dół
* Rprzeprowadza wybraneobserwacje nieba za pomocą smartfona lub korzystając z mapy nieba i ichopisu; (planuje i modyfikuje ichprzebieg)
* Rstosuje w obliczeniach trzecieprawo Keplera dla orbit kołowych; interpretuje to prawo jako konsekwencję powszechnego ciążenia
* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związanez:

– opisem ruchu jednostajnego po okręgu* wykorzystaniem związkumiędzy siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu
* opisemoddziaływania grawitacyjnego
* ruchem planet i księżyców
* ruchem satelitów wokółZiemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkośćsatelity
* opisywaniem stanów:nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia
* konsekwencjami ruchuKsiężyca i Ziemi w UkładzieSłonecznym
* budową Układu Słonecznegooraz ruchem planet wokółSłońca i ruchem księżyców wokół planet
* realizuje i prezentuje własnyprojekt związany z ruchem pookręgu i grawitacją
 |
| **3. Praca, moc, energia** |
| **Uczeń**:* posługuje się pojęciami: pracy mechanicznej, energii kinetycznej, energii potencjalnej grawitacji, energiipotencjalnej 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 pracazostaławykonana, gdy kierunek działania siły jest zgodny z kierunkiem ruchu ciała
* doświadczalnie wyznacza wykonaną pracę, korzystając z opisudoświadczenia
* opisuje różne formy energii, posługującsię przykładami z otoczenia; wykazuje, że energię wewnętrzną układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując doń energię w postaciciepła
* posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej i energii mechanicznej, wraz z ichjednostkami
* opisuje sposoby obliczania energii potencjalnej i energii kinetycznej; wyznacza zmianę energiipotencjalnej grawitacji
* posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii mechanicznej i energii wewnętrznej,wraz z ichjednostkami
* formułuje zasadę zachowaniaenergii
* formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej; wyjaśnia, kiedy możnają stosować
* wskazuje i opisuje przykłady przemian energii na podstawie własnychobserwacji orazinfografiki*Przykładyprzemianenergii* (lub innych materiałówźródłowych)
* 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 tapraca zostaławykonana
* 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 związanez:
	+ energią i pracąmechaniczną
	+ obliczaniem energiipotencjalnej i energiikinetycznej
	+ przemianamienergii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniemzwiązkumocy z pracąlubenergią 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 orazjednostkiczasu,wykonujeobliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiarulubdanych | **Uczeń**:* wykazuje na przykładach, że siła działająca przeciwnie do kierunku ruchu wykonuje pracę ujemną, a gdy siła jest prostopadła dokierunku ruchu, praca jest równazero
* opracowuje i analizuje wynikidoświadczalnego wyznaczania wykonanej pracy, uwzględniając niepewnościpomiarowe
* analizuje przekazywanie energii (nawybranym 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 różnychciałachniebieskich,korzystając z tabeli wartości przyspieszeniagrawitacyjnego
* wykorzystuje zasadę zachowania energiido opisu zjawisk zachodzących w otoczeniu
* stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej; wykazuje jejużyteczność w opisie spadkuswobodnego
* analizuje przemiany energii (nawybranym przykładzie)
* opisuje związek jednostki mocy z jednostkami podstawowymi
* wyjaśnia związek energii zużytej przez dane urządzenie w określonym czasie z mocątego urządzenia,$E=P∙t$stosujetenzwiązek w obliczeniach; posługuje się pojęciem kilowatogodziny
* wykorzystuje informacje zawarte w tekście *Nowy rekord zapotrzebowania na moc* do rozwiązywania zadań lubproblemów
* posługuje się informacjamipochodzącymi z analizy zamieszczonych w podręczniku tekstów dotyczących mocy i energii
* przeprowadzadoświadczenia:
	+ bada przemiany energiimechanicznej
	+ bada przemiany energii,

 korzystając z ich opisów;przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski* rozwiązuje typowe zadania i problemy związanez:
	+ energią i pracąmechaniczną
	+ obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
	+ przemianamienergii i wykorzystaniemzasady zachowania energiimechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniemzwiązkumocy z pracąlubenergią 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* dokonujesyntezywiedzy o pracy,mocy i energii; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
 | **Uczeń**:* Ranalizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiemruchu ciała
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, dotyczących energii, przemianenergii i pracy mechanicznej oraz historii odkryć z nimi związanych
* rozwiązuje złożone (typowe)zadania i problemy związanez:
	+ energią i pracąmechaniczną
	+ obliczaniem energiipotencjalnej i energiikinetycznej
	+ przemianamienergii, z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związkumocy z pracą lub energią i czasem
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badaniaprzemian energiimechanicznej
* planuje i przeprowadza doświadczenie– wyznacza moc swojego organizmu podczas rozpędzania się na rowerze; opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewnościpomiarowe
* samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczącemocy i energii; posługuje sięinformacjamipochodzącymi z analizy tych materiałów
* realizuje i prezentujeprojekt*Pożywienie to też energia* (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego *Mocrowerzysty*
 | **Uczeń**:* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związanez:
	+ energią i pracąmechaniczną
	+ obliczaniem energiipotencjalnej i energiikinetycznej
	+ przemianamienergii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem
* realizuje i prezentuje własnyprojekt związany z pracą, mocą i energią (inny niż opisany w podręczniku)
 |

| **Ocena** |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | **Stopień dostateczny** | **Stopień dobry** | **Stopień bardzo dobry** |
| **4. Elektrostatyka** |
| **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 wielokrotnością 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
 | **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 ⋅ 1018 protonów; posługuje się wartością ładunku elementarnego równą w przybliżeniu 1,6 ⋅ 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 ciążenia
* 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 $U=\frac{∆E}{q}$
* 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, przeskok 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
 | **Uczeń:*** opisuje na wybranych przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrostatycznych (np.   kserograf,drukarka laserowa)
* wyjaśnia mechanizm przyciągania ciała elektrycznie obojętnego (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
* Dopisuje 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
* Dwyjaśnia działanie metalowego ostrza i opisuje zjawisko jonizacji oraz właściwości zjonizowanego powietrza
* Dopisuje – 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
* wykorzystujeinformacje 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
* Dbada 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
 | 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** |
| **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 *natężenieprądu* 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 równolegle 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 prąduelektrycznego
	+ 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 | **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 równoległymelementów 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 prąduelektrycznego
* 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
 | **Uczeń:*** Dodróżnia pojęcia *amperogodziny* i *miliamperogodziny* używane do określania pojemności baterii od pojęcia *pojemnościkondensatora*
* 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 ogniw 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 prąduelektrycznego
* 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
 | **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 *natężenieprądu* 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 węzływ 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 równolegle 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 prąduelektrycznego
	+ 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** |
| **Uczeń:*** rozróżnia pojęcia *napięcie stałe* i *napięcie przemienne*
* 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 przemienne
* 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 rysunkachwyniki 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
 | **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 analizyprzedstawionych 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 względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz zmianą natężenia prądu w elektromagnesie**
* **demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródło 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
 | **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
* Dopisuje budowę ferromagnetyków, posługując się pojęciem *domen magnetycznych*; opisuje zachowanie się domen w polu magnetycznym i proces magnesowania żelaza
* Dwyjaśnia 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 (przewodnikprostoliniowy, 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
* Domawia – 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 przesyłanieenergiielektrycznej
* porównuje źródła światła: tradycyjne żarówki, świetlówki (tzw. żarówkienergooszczędne) 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 zapewnieniembezpiecznego korzystania z energii elektrycznej
* oddziaływaniem magnetycznym i magnetyzmem
* opisem pola magnetycznego i siłą magnetyczną
* indukcją elektromagnetyczną i transformatorem
* diodami i wykorzystaniem diod oraz mostkówprostowniczych
* 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
* Dbuduje 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
 | **Uczeń:*** rozróżnia pojęcia *napięcie stałe* i *napięcie przemienne*
* 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 przemienne
* 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 rysunkachwyniki 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
 |

| Ocena |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | Stopień dostateczny | Stopień dobry | Stopień bardzo dobry |
| 7. Termodynamika |
| **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 | **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 cieczyoraz 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 fazowe*j (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 żywnośc*i 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
 | **Uczeń:*** opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych
* analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu
* Dopisuje 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
* Dopisuje 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 **doświadczalniewyznaczonego 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
 | **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** |
| **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
* Ddemonstruje 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
	+ Ddotyczące 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 | **Uczeń:*** podaje i omawia prawo Hooke’a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke’a do obliczeń
* opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką, interpretuje ten współczynnik; stosuje do obliczeń wzór na siłę sprężystości
* analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: *wychylenia*, *amplitudy* oraz *okresu drgań*; szkicuje wykres *x*(*t*)
* wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na wahadło sprężynowe, które wykonuje ruch drgający w różnych położeniach ciężarka
* wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu przemian energii w ruchu drgającym; Dinterpretuje podany wzór na energię sprężystości
* opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od współczynnika sprężystości
* opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność *x*(*t*) dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystania rezonansu oraz jego negatywnych skutków
* opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych
* stosuje do obliczeń związki między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali
* opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury
* opisuje światło jako falę elektromagnetyczną
* omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna
* omawia widmo fal elektromagnetycznych
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
* bada rozciąganie sprężyny, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości
* tworzy wykres zależności *x*(*t*) w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker, wyznacza okres drgań
* **demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy**, **bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy** i współczynnika sprężystości
* **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; bada drgania tłumione
* obserwuje fale w układzie ciężarków i sprężyn
* obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków
* Dbada współbrzmienie dźwięków;

przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; opracowuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności, formułuje wnioski* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* z wykorzystaniem prawa Hooke’a
* związane z opisem ruchu drgającego oraz analizą przemian energii w ruchu drgającym
* związane z okresem drgań wahadła sprężynowego
* dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
* dotyczące fal mechanicznych
* dotyczące dźwięków oraz Ddźwięków instrumentów muzycznych
* dotyczące fal elektromagnetycznych;

posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi* dokonuje syntezy wiedzy o drganiach i falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, które dotyczą treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności: osiągnięć Roberta Hooke’a, zjawiska rezonansu, fal dźwiękowych
 | **Uczeń:*** stosuje prawo Hooke’a do wyjaśniania zjawisk
* sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości z uwzględnieniem niepewności pomiaru; interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości
* Dopisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową
* opisuje, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym
* Dinterpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o pewnej masie zawieszonego na sprężynie oraz wahadła matematycznego
* szkicuje wykresy zależności *x*(*t*) dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu
* wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska rezonansu oraz badania drgań tłumionych
* wyjaśnia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury; uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu
* Dwyjaśnia, że w muzyce taki sam interwał oznacza taki sam stosunek częstotliwości dźwięków
* Dpodaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków; Domawia strój równomiernie temperowany oraz drgania struny; Dwyjaśnia, od czego zależy barwa dźwięku instrumentu
* Domawianadawanie i odbiór fal radiowych
* Dwyjaśnia naukowe znaczenie słowa *teoria*; posługuje się informacjami nt. roli Maxwella w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem
* planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke’a
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia związanego z tworzeniem wykresu zależności *x*(*t*) w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker
* Dbada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości; planuje i modyfikuje przebieg badania, formułuje i weryfikuje hipotezy
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
* z wykorzystaniem prawa Hooke’a
* związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
* związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i Dmatematycznego)
* dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
* dotyczące fal mechanicznych
* dotyczące dźwięków oraz Ddźwięków instrumentów muzycznych
* dotyczące fal elektromagnetycznych;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności ruchu drgającego i wahadeł (np. wahadła Foucaulta)
* realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ten zegar stary...*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych
 | **Uczeń:*** rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności:
* z wykorzystaniem prawa Hooke’a
* związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
* związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i Dmatematycznego)
* dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
* dotyczące fal mechanicznych
* dotyczące dźwięków
* Ddotyczące dźwięków instrumentów muzycznych
* dotyczące fal elektromagnetycznych;

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
 |
| **9. Zjawiska falowe** |
| **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 | **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 Dw 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:
* demonstrujerozproszenie 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**, Dobserwuje 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
 | **Uczeń:*** wyjaśnia przyczyny zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca
* Dopisuje 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)
* Dzapisuje prawo Snelliusa dla kąta granicznego
* omawia inne niż światłowód 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
* Drozróżnia światło spójne i światło niespójne
* wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej
* Dopisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; Danalizuje 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 Dw atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
* wyjaśnia obserwacjęwygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawioneprostopadle oraz Dobserwację 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
* Domawia 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
 | **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** |
| **Uczeń:*** informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem *fotonu*
* Dwskazuje 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 zadanialub 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 | **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
* Dinterpetuje 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
* Dposługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie
* Domawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi
* Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego
* Domawia 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*
* Dpodaje 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
* Dzwiązane z falami materii
* Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
* związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
* Ddotyczące 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: Defektu cieplarnianego, historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej
* prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji
 | **Uczeń:*** wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego
* stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu
* wykorzystuje pojęcia *energiifotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu
* Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania
* Dposługuje się pojęciem *fal materii* (fal de Broglie’a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie’a do wyjaśniania zjawisk
* Duzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał
* Danalizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki
* Dwyjaśnia, 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
* Dwyznacza promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru
* Danalizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; Dposługuje się wzorami Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń
* Dposługuje 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
* Dzwiązane z falami materii
* Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
* związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
* Ddotyczące 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
 | **Uczeń:*** Dwykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga; Danalizuje różne modele wybranego zjawiska
* rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
* dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego
* Dzwiązane z falami materii
* dotyczące promieniowania termicznego ciał
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz Dwidm 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** |
| **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 zadanialub 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 | **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 (α), beta (β) i gamma (γ)
* 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 (α) i beta (β); 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 235U 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 równoważność energii i masy$E=m∙c^{2}$
* 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 równoważności 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
 | **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
* Dopisuje 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
* Dposługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*; Dopisuje 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
 | **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
 |