

# Wymagania na poszczególne oceny z fizyki –rozszerzenie (4 letnie liceum)

Uwaga! 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 (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
3. W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olimpiadzie fizycznej).

## Wymagania ogólne – uczeń:

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

Ponadto:

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

## Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Symbolem <sup>R</sup> oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

| Ocena  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
| <b>1. Wprowadzenie</b>   |   |  |  |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie</li> <li>• przelicza wielokrotności i podwielokrotności</li> <li>• wymienia prowadzenie doświadczeń oraz modelowanie matematyczne obserwowanych zjawisk i obiektów jako metody badań fizyki</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega prowadzenie doświadczeń fizycznych</li> <li>• rozróżnia pojęcia: zjawiska fizycznego, obiektu, wielkości fizycznej</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega pomiar; wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu</li> <li>• określa sposób zapisu wyniku pomiaru (wraz z jednostką); wymienia podstawowe jednostki układu SI: długości, masy i czasu</li> <li>• przeprowadza pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; wyjaśnia, dlaczego wykonuje się pomiary wielokrotne</li> <li>• posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności</li> <li>• zapisuje wyniki pomiarów w tabeli</li> <li>• przeprowadza proste obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych</li> <li>• rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą i podaje jej przykłady</li> <li>• odczytuje dane przedstawione w tabelach i na wykresach zależności liniowych</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem roku świetlnego</li> <li>• opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne</li> <li>• wyjaśnia przyczyny wprowadzenia międzynarodowego układu jednostek miar (układu SI)</li> <li>• wyraża wielkości w podstawowych jednostkach układu SI; przelicza wielokrotności i podwielokrotności (korzystając z tabeli przedrostków) oraz jednostki czasu</li> <li>• wyznacza średnią z wyników pomiaru wykonanego wielokrotnie</li> <li>• rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne, podaje ich przykłady</li> <li>• przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</li> <li>• posługuje się pojęciami: proporcjonalności prostej, proporcjonalności odwrotnej, zależności liniowej (funkcja liniowa); podaje przykłady</li> <li>• posługuje się pojęciem współczynnika kierunkowego</li> <li>• interpretuje wykresy zależności liniowych (nachylenie prostej i punkty przecięcia z osiami)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wykresów</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje rzędy wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk</li> <li>• wskazuje przykłady wzajemnego uzupełniania się doświadczenia i modelowania matematycznego w naukach ścisłych</li> <li>• określa miary wzorcowe w układzie SI: długości, masy i czasu</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych), dotyczących miar wzorcowych i jednostek wielkości fizycznych</li> <li>• przedstawia dane podane w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego)</li> <li>• posługuje się pojęciami: niepewności maksymalnej wartości średniej, niepewności względnej; oblicza te niepewności</li> <li>• interpretuje wzory opisujące zależności między wielkościami fizycznymi</li> <li>• sporządza wykresy zależności liniowych</li> <li>• opisuje za pomocą wzorów zależności liniowe przedstawione na wykresie</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotowuje i przedstawia prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych</li> <li>• posługuje się pojęciem niepewności standardowej wartości średniej; oblicza ją</li> <li>• rozwiązuje nietypowe zadania związane z opisywaniem zależności między wielkościami</li> </ul> |
| <b>2. Ruch prostoliniowy</b>   |   |  |  |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem punktu materialnego</li> <li>• rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne; podaje przykłady</li> <li>• określa cechy wektora</li> <li>• definiuje ruch, posługując się pojęciem układu odniesienia</li> <li>• opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu</li> <li>• posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza wartość prędkości i przelicza jej jednostki</li> <li>• rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; podaje przykłady</li> <li>• nazywa ruch po torze prostoliniowym ze stałą prędkością ruchem jednostajnym prostoliniowym; wskazuje przykłady; rysuje wykres <math>v(t)</math></li> <li>• wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu; rysuje te wykresy na podstawie podanych informacji</li> <li>• posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności</li> <li>• oblicza parametry ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkość i drogę), wykorzystując równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność <math>x(t)</math>); zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych</li> <li>• posługuje się pojęciem średniej wartości prędkości</li> <li>• nazywa ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym ruch po torze prostoliniowym, w którym wartość prędkości zmienia się ze stałym przyspieszeniem; podaje przykłady</li> <li>• nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego punkt materialny jest modelem ciała</li> <li>• określa położenie punktu materialnego za pomocą współrzędnej położenia</li> <li>• wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę)</li> <li>• opisuje ruch względem różnych układów odniesienia; posługuje się pojęciem wektora przemieszczenia; rozróżnia pojęcia: położenia, przemieszczenia i drogi</li> <li>• opisuje ruch prostoliniowy, posługując się pojęciem wektora przemieszczenia</li> <li>• przedstawia graficznie wektory położenia oraz wektor przemieszczenia w wybranym układzie odniesienia</li> <li>• opisuje wektory przemieszczenia podczas ruchu ciała po prostej (określa współrzędną wektora przemieszczenia)</li> <li>• dodaje wektory przemieszczenia leżące na jednej prostej</li> <li>• posługuje się pojęciem prędkości jako wielkości wektorowej</li> <li>• posługuje się pojęciami: współrzędnej wektora prędkości, prędkości średniej, prędkości chwilowej; oblicza ich wartości</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy infografiki zamieszczonej w podręczniku, dotyczącej prędkości występujących w przyrodzie</li> <li>• opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnością położenia od czasu</li> <li>• wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach</li> <li>• sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami</li> <li>• posługuje się pojęciem wartości wektora prędkości średniej</li> <li>• rozróżnia pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonuje działania na wektorach przemieszczenia</li> <li>• wyprowadza równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność położenia od czasu)</li> <li>• uwzględni niepewności pomiarów przy sporządzaniu i interpretowaniu wykresów zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu</li> <li>• zaznacza niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresu zależności <math>x(t)</math>; dopasowuje prostą do punktów na wykresie, a na podstawie jej nachylenia wyznacza prędkość ciała</li> <li>• szacuje wartość spodziewanego wyniku pomiaru lub obliczeń, interpretuje otrzymany wynik i ocenia jego realność</li> <li>• opisuje rzut pionowy jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy <math>v(t)</math></li> <li>• wyprowadza i interpretuje wzór przedstawiający zależność położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym, korzystając z wykresu zależności <math>v(t)</math>; opisuje zależność drogi od czasu</li> <li>• sporządza i interpretuje wykresy zależności drogi od czasu i drogi od kwadratu czasu w ruchu jednostajnie zmiennym z uwzględnieniem niepewności; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu <math>s(t^2)</math>, interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami; wyznacza przyspieszenie ciała</li> <li>• projektuje i przeprowadza proste doświadczenie obrazujące ruch ciała; rejestruje je za pomocą kamery; modyfikuje jego przebieg; przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego); analizuje i opracowuje wyniki</li> <li>• projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>– prędkości ciała,</li> <li>– przyspieszenia ciała,</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznacza niepewność pomiaru prędkości ciała wyznaczonej na podstawie nachylenia prostej dopasowanej do punktów na wykresie zależności <math>x(t)</math> w ruchu jednostajnym prostoliniowym</li> <li>• projektuje i przeprowadza doświadczenie (inne niż opisane w podręczniku) w celu zbadania ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; opracowuje wyniki; prezentuje i ocenia badanie</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchów prostoliniowych,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|--|--|

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p>przedziałach czasu o taką samą wartość</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego</li> <li>• stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła</li> <li>• informuje, że pole pod wykresem zależności <math>v(t)</math> jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało</li> <li>• analizuje pod kierunkiem nauczyciela tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia je w różnych postaciach</li> <li>• przeprowadza proste doświadczenie (badanie ruchu), korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; formułuje wnioski; rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rysuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i zwrotu prędkości</li> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej; rozróżnia przyspieszenia średnie i chwilowe</li> <li>• opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu</li> <li>• wyznacza wartości zmiany prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu; właściwe skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi</li> <li>• opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy <math>v(t)</math></li> <li>• opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami: położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów)</li> <li>• wyjaśnia, że pole pod wykresem zależności <math>v(t)</math> jest liczbowo równe zmianie położenia ciała</li> <li>• stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych</li> <li>• wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań dotyczących ruchu prostoliniowego</li> <li>• przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego,</li> <li>– badanie ruchu jednostajnie zmiennego, korzystając z ich opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchów prostoliniowych,</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy oraz prędkości występujących w przyrodzie</li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu</li> <li>• wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów dotyczących ruchu prostoliniowego</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchów prostoliniowych,</li> <li>– obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym</li> </ul> </li> </ul> |  |
|---|---|---|--|

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczaniem prędkości średniej i chwilowej,</li> <li>– ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu,</li> <li>– ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; sporządza i interpretuje wykresy</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych</li> </ul>  |   |   |
| <b>3. Ruch krzywoliniowy</b>   |   |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych</li> <li>• wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami</li> <li>• opisuje zmiany prędkości w ruchu po okręgu; rozróżnia przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe</li> <li>• przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badanie rzutu poziomego,</li> <li>– badanie ruchu względem różnych układów odniesienia, korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> <li>– związane z rzutem poziomym,</li> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem wektora położenia; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia</li> <li>• posługuje się wektorem przemieszczenia wraz z jego jednostką w ruchu krzywoliniowym; określa cechy wektora przemieszczenia</li> <li>• wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego</li> <li>• wykorzystuje do opisu ruchu krzywoliniowego pojęcie wektora prędkości wraz z jej jednostką; rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; oblicza te prędkości</li> <li>• wykazuje niezależność ruchu poziomego i ruchu pionowego w rzucie poziomym na podstawie doświadczenia; wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla przebiegu doświadczenia</li> <li>• opisuje rzut poziomy jako dwa niezależne ruchy: spadek swobodny (w pionie) i ruch jednostajny (w poziomie)</li> <li>• analizuje rzut poziomy; wykorzystuje równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej w ruchu krzywoliniowym; określa cechy tych wektorów</li> <li>• rozkłada wektor prędkości w różnych punktach toru ciała w rzucie poziomym na składowe: poziomą i pionową</li> <li>• opisuje zależność <math>y(x)</math> w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza i interpretuje współczynnik w równaniu paraboli <math>y = ax^2</math></li> <li>• stosuje zasadę dodawania wektorów do graficznego wyznaczenia prędkości ciał względem różnych układów odniesienia</li> <li>• wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie</li> <li>• wyprowadza i interpretuje związek pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową w ruchu po okręgu</li> <li>• opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozróżnia prędkość kątową średnią i prędkość chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego wraz</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ropisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego</li> <li>• Ranalizuje i rozwiązuje zadania dotyczące sytuacji, w których obserwator opisujący ruch jest w ruchu względem wybranego układu odniesienia</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym,</li> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu</li> </ul> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul> | <p>i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru</li> <li>• zapisuje wzory na współrzędne <math>x</math> i <math>y</math> położenia ciała w dowolnej chwili w rzucie poziomym, wykorzystując równana ruchu jednostajnego i ruchu jednostajnie zmiennego</li> <li>• opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę</li> <li>• wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu</li> <li>• opisuje składanie prędkości na wybranym przykładzie</li> <li>• analizuje ruch wzdłuż jednej prostej i ruch na płaszczyźnie względem różnych układów odniesienia; wykonuje schematyczne rysunki w celu zilustrowania tych ruchów</li> <li>• zapisuje i interpretuje zasadę składania prędkości</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami przemieszczenia kąтового i prędkości kątowej wraz z ich jednostkami; posługuje się radianem jako miarą łukową kąta</li> <li>• wymienia i wykorzystuje zależności między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu</li> <li>• wyznacza graficznie wektor zmiany prędkości w ruchu po okręgu; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego</li> <li>• opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości liniowej, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami</li> <li>• stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> <li>• przedstawia wybrane informacje z historii fizyki dotyczące badania spadania ciał przez Galileusza</li> <li>• przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia; planuje i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z rzutem poziomym,</li> </ul> </li> </ul> | <p>z jego jednostką</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje graficznie, że wektor przyspieszenia dośrodkowego jest skierowany w stronę środka okręgu</li> <li>• wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym</li> <li>• rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kątowe; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie kątowe jest równe zero</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących ruchów krzywoliniowych</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> <li>– związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym,</li> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową,</li> <li>– związane z ruchem po okręgu, realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</li> <li>– realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku</li> </ul> </li> </ul> |  |
|---|---|---|--|



|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia,</li> <li>– związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym,</li> </ul> <p>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, posługując się kalkulatorem</p>  |  |   |
| <b>4. Ruch i siły</b>   |  |  |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły (jako wielkości wektorowej) wraz z jej jednostką; przedstawia siłę za pomocą wektora; wskazuje cechy wektora siły (wartość, kierunek, zwrot)</li> <li>• rozróżnia siły wypadkową i równoważącą; posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związków między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym</li> <li>• wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą</li> <li>• analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki; doświadczalnie ilustruje pierwszą zasadę dynamiki; posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał; wskazuje w otoczeniu przykłady bezwładności ciał</li> <li>• rozpoznaje i nazywa siły oporów ruchu (tarcia, oporu powietrza)</li> <li>• analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związków między siłą i masą a przyspieszeniem</li> <li>• opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki oraz pojęciem siły jako wielkości wektorowej;</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia i rozróżnia rodzaje oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), rozpoznaje je i wskazuje w otoczeniu ich przykłady; określa na przykładach skutki oddziaływań</li> <li>• wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań</li> <li>• analizuje siły na przedstawionych ilustracjach (rysunkach, zdjęciach); wyjaśnia na przykładzie, że skutek działania siły zależy od punktu jej przyłożenia</li> <li>• wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie</li> <li>• wykonuje graficznie rozkładanie siły na składowe</li> <li>• rysuje składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi; opisuje je</li> <li>• stosuje zasady dynamiki pierwszą i drugą do opisu zachowania się ciał; wykorzystuje pojęcie siły jako wielkości wektorowej do opisu różnych możliwości ruchu ciał; opisuje ruch ciał na równi pochyłej, wyjaśnia niezależność ruchów</li> <li>• doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i formułuje wnioski</li> <li>• stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje na przykładzie skutki</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących oddziaływań fundamentalnych</li> <li>• wyznacza siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; oblicza wartość tej siły</li> <li>• wyznacza składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi</li> <li>• wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił – rozkładania ich na składowe</li> <li>• analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał; przewiduje i uzasadnia ich skutki, posługując się trzecią zasadą dynamiki</li> <li>• rozróżnia i opisuje tarcie poślizgowe i tarcie toczne</li> <li>• analizuje ruch ciała na równi pochyłej; wykonuje graficznie rozkład sił, wyznacza składowe siły ciężkości i siłę tarcia oraz wartość współczynnika tarcia</li> <li>• wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia</li> <li>• wyprowadza i interpretuje związki między</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>– wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu,</li> <li>– wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem, z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową,</li> <li>– siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem i siłami</li> </ul> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>wskazuje w otoczeniu przykłady wzajemnego oddziaływania ciał</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li>opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie); wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia</li> <li>wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej zwrot; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej</li> <li>opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami; stosuje drugą i trzecią zasadę dynamiki do opisu ruchu po okręgu</li> <li>analizuje tekst popularnonaukowy <i>Czy można biegać po wodzie?</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi</li> <li>przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>badanie skutków oddziaływań, wyznaczenie wartości siły,</li> <li>badanie równoważenia się sił,</li> <li>obserwacje ruchu po okręgu, korzystając z ich opisu; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>wykorzystaniem pierwszej i drugiej zasady dynamiki,</li> <li>wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>ruchem jednostajnym po okręgu,</li> </ul> </li> <li>siłami bezwładności, w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul> | <p>wzajemnego oddziaływania ciał</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rysuje (przedstawia za pomocą wektorów), oznacza i opisuje siły wzajemnego oddziaływania ciał; wyjaśnia na przykładzie, dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą</li> <li>rozdziela i opisuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego, posługuje się tymi współczynnikami, wyjaśnia, od czego one zależą</li> <li>opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach</li> <li>analizuje i opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu; wyjaśnia rolę siły tarcia na wybranych przykładach ruchu po okręgu</li> <li>opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości kątowej, przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej wraz z ich jednostkami</li> <li>stosuje w obliczeniach związku między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</li> <li>rozdziela układy inercjalne i nieinercjalne</li> <li>posługuje się pojęciem siły bezwładności; wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły bezwładności, określa jej cechy, przedstawia na rysunku jej kierunek i zwrot; posługuje się pojęciem siły odśrodkowej</li> <li>stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</li> <li>opisuje stan nieważkości i stan przecięcia, podaje warunki i przykłady ich występowania</li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących zasad dynamiki, w tym historii ich formułowania</li> <li>wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie</i> do rozwiązywania zadań lub problemów</li> <li>przeprowadza doświadczenia: <ul style="list-style-type: none"> <li>badania, jak przyspieszenie zależy od siły i masy,</li> </ul> </li> </ul> | <p>promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> <li>stosuje pojęcie sił bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych</li> <li>opisuje stan niedociążenia</li> <li>wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa; omawia działanie siły Coriolisa na Ziemi</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>badania równoważenia się sił,</li> <li>badania, jak przyspieszenie zależy od siły i masy,</li> <li>doświadczenia ilustrującego trzecią zasadę dynamiki,</li> <li>badania zależności tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku,</li> </ul> </li> <li>formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji</li> <li>sporządza i interpretuje wykresy zależności: <ul style="list-style-type: none"> <li>przyspieszenia od siły <math>a(F)</math> i masy <math>a(m)</math> oraz odwrotności masy <math>a(1/m)</math>,</li> <li>tarcia od siły nacisku (wyznacza współczynnik tarcia),</li> <li>siły dośrodkowej od kwadratu prędkości liniowej,</li> </ul> </li> <li>na podstawie wyników doświadczeń; uwzględnia niepewności pomiarów i opory ruchu; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu, interpretuje jej nachylenie i punkty przecięcia z osiami, wyznacza, określa i interpretuje jej współczynnik kierunkowy</li> <li>opracowuje wyniki doświadczenia – badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu</li> <li>doświadczalnie ilustruje stan nieważkości i działanie siły odśrodkowej oraz siły Coriolisa</li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst</li> </ul> |  |
|--|--|---|--|



|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada zależność tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku,</li> <li>– <b>doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi,</b></li> <li>– <b>doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu,</b></li> <li>– <b>doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących,</b></li> </ul> <p>korzystając z ich opisu; przedstawia, analizuje i opracowuje uzyskane wyniki, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>– wykorzystaniem zasad dynamiki, pierwszej i drugiej,</li> <li>– wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową</li> <li>– siłami bezwładności,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: tworzy rysunki schematyczne, sporządza i interpretuje wykresy, posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o ruchu i siłach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <p>popularnonaukowy dotyczący ruchu i sił, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe,</li> <li>– wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu,</li> <li>– wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki,</li> <li>– ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową,</li> <li>– siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych</li> </ul> </li> </ul> |   |
| <b>5. Energia i pęd</b>  |   |  |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy wraz z ich jednostkami; stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała; wyjaśnia na przykładach, że skutek działania siły zależy od</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę na podstawie wykresów zależności <math>F(s)</math> i <math>P(t)</math></li> <li>• wykazuje, że praca wykonana nad ciałem</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane: <ul style="list-style-type: none"> <li>– z obliczaniem pracy mechanicznej</li> </ul> </li> </ul> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>jakiej ta praca została wykonana, oraz związek mocy z pracą i czasem, w jakim została wykonana; opisuje związki dżuła i wata z jednostkami podstawowymi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji</li> <li>• wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia</li> <li>• posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką, oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk</li> <li>• wskazuje w otoczeniu przykłady przemian energii</li> <li>• posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości</li> <li>• posługuje się pojęciem pędu i jednostką pędu</li> <li>• rozróżnia zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń</li> <li>• analizuje artykuł popularnonaukowy dotyczący zderzeń; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi</li> <li>• doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, korzystając z zapisu doświadczenia</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– związane z energią potencjalną,</li> <li>– korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki</li> </ul> </li> </ul> | <p>tego kąta; przedstawia rozkład sił podczas przesuwania ciała</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę</li> <li>• wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała</li> <li>• wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną</li> <li>• analizuje przemiany energii na wybranych przykładach</li> <li>• stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej</li> <li>• opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką</li> <li>• przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem jest liczbowo równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny</li> <li>• analizuje na wybranym przykładzie (np. skoku o tyczce) przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości</li> <li>• stosuje w obliczeniach zależność <math>\Delta p = F \Delta p</math></li> <li>• interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły</li> <li>• wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał oraz wyjaśnienia zjawiska odrzutu; wskazuje przykłady zjawisk, w których spełniona jest zasada zachowania pędu</li> <li>• analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń niesprężystych i w obliczeniach</li> <li>• analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń sprężystych i w obliczeniach</li> <li>• przedstawia własnymi słowami główne tezy</li> </ul> | <p>przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej</li> <li>• posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności</li> <li>• podaje warunki stosowania prawa Hooke'a</li> <li>• wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny oblicza energię potencjalną sprężystości</li> <li>• analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na przykładach innych niż opisane w podręczniku</li> <li>• wykazuje zależność <math>\Delta p = F \Delta p</math></li> <li>• uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności oraz trzeciej zasady dynamiki</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu</li> <li>• rozróżnia zderzenia centralne i zderzenia niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)</li> <li>• analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi: <ul style="list-style-type: none"> <li>– mocy i sprawności różnych urządzeń,</li> <li>– form energii</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy</li> </ul> </li> </ul> | <p>i mocy,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– z energią potencjalną,</li> <li>– z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,</li> <li>– z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności <math>\Delta p = F \Delta p</math></li> <li>– ze zderzeniami sprężystymi</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z energią i pędem</li> </ul> |
|--|--|---|--|

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <p>w postaci <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: wyodrębni z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul> | <p>artykułu popularnonaukowego dotyczącego zderzeń pt. <i>Fizyk ogląda TV</i>; wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• doświadczalnie bada: <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia,</li> <li>– zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej,</li> <li>– <b>zderzenia ciał; wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu,</b></li> <li>– zjawisko odrzutu oraz wyznacza prędkości ciał po odrzucie,</li> </ul> </li> <li>przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,</li> <li>– związane z energią potencjalną,</li> <li>– korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz drugiej zasady dynamiki w postaci <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></li> <li>– dotyczące zderzeń niesprężystych, 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, posługując się kalkulatorem</li> </ul> </li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <p>mechanicznej i mocy,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,</li> <li>– związane z energią potencjalną sprężystości,</li> <li>– związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności <math>\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p</math></li> <li>– dotyczące zderzeń sprężystych.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badania, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała,</li> <li>– badania zjawiska odrzutu,</li> <li>– <b>badania zderzeń ciał oraz wyznaczania masy lub prędkości jednego z ciał, z wykorzystaniem zasady zachowania pędu,</b></li> </ul> </li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</li> </ul> |   |
| <b>6. Bryła sztywne</b>  |   |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej;</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• projektuje i przeprowadza doświadczenie</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia wzór na wektor położenia</li> </ul> |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p>wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje w otoczeniu ich przykłady</li> <li>• rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności</li> <li>• posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego wraz z jego jednostką</li> <li>• podaje zasadę zachowania momentu pędu</li> <li>• przeprowadza doświadczenia polegające na:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstrowaniu lub badaniu ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,</li> <li>– wyznaczaniu środka ciężkości ciał płaskich,</li> <li>– <b>badaniu ruchu ciał o różnych momentach bezwładności,</b> korzystając z opisu doświadczeń; analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie</p> | <p>bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kąowej, przyspieszenia kąowego, okresu i częstotliwości</li> <li>• posługuje się pojęciem środka masy; wyznacza i ilustruje na rysunkach schematycznych położenie środka masy bryły lub układu ciał; wskazuje środek masy dla brył jednorodnych mających środek symetrii</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu siły wraz z jego jednostką; wyznacza i rysuje wektor momentu siły, określa jego cechy (kierunek i zwrot); oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)</li> <li>• stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił</li> <li>• formułuje i stosuje pierwszą zasadę zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie</li> <li>• posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie</li> <li>• odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów nie można pominąć</li> <li>• analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu</li> <li>• stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu bezwładności – jako wielkości zależnej od rozkładu mas – wraz z jego jednostką; interpretuje moment bezwładności jako miarę bezwładności ciała w ruchu obrotowym</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej</li> <li>• oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka</li> </ul> | <p>obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji</li> <li>• stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał</li> <li>• wyznacza wypadkowy moment siły; wskazuje i opisuje przykłady zastosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły</li> <li>• opisuje na przykładzie (np. skoku o tyczce) wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości</li> <li>• wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości</li> <li>• analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania</li> <li>• opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną</li> <li>• wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała</li> <li>• wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego</li> <li>• wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kąowym</li> <li>• analizuje (na przykładzie kulki staczającej się z równi pochyłej) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; ilustruje graficznie rozkład sił</li> <li>• wyprowadza wzór na moment pędu bryły</li> <li>• wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu (np. w sporcie, urządzeniach</li> </ul> | <p>środku masy układu ciał</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje (na wybranym przykładzie, innym niż opisany w podręczniku) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; wyznacza moment bezwładności bryły</li> <li>• wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z:       <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu</li> </ul> </li> <li>• planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu (wahadła Oberbecka) oraz przebieg doświadczenia z zastosowaniem tego przyrządu – według projektu opisanego w podręczniku (<i>Wahadło Oberbecka</i>); formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>• realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Bryła</i></li> </ul> |
|--|---|---|--|

|   |   |   |                |
|---|---|---|----------------|
| <p>z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <p>masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje dane zawarte w tabeli <i>Momenty bezwładności brył</i>; porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o wybranych kształtach; formułuje wnioski</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kątowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi</li> <li>• stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego do opisu ruchu obrotowego wybranej bryły; stosuje w obliczeniach związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym</li> <li>• doświadczalnie wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z opisów doświadczeń</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot)</li> <li>• posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką; stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kątową</li> <li>• stosuje zasadę zachowania momentu pędu do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia, z czego ta zasada wynika</li> <li>• <b>doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu</b>; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski</li> <li>• analizuje na wybranych przykładach ruch obrotowy układu ciał wokół ustalonej osi na podstawie zasady zachowania momentu pędu (wyjaśnia zmiany prędkości kątowej przy zmianach momentu bezwładności)</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem</li> </ul> </li> </ul> | <p>technicznych); ilustruje je na rysunkach schematycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi ruchu brył sztywnych</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badanie zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,</li> <li>– wyznaczanie środka ciężkości ciał płaskich,</li> <li>– <b>badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności</b>,</li> <li>– wyznaczanie momentu bezwładności brył sztywnych,</li> <li>– <b>demonstracja zasady zachowania momentu pędu</b>,</li> </ul> </li> </ul> <p>formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,</li> <li>– wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> <li>– wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,</li> <li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li> <li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li> </ul> </li> </ul> | <p>sztywna</p> |
|---|---|---|----------------|

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | <p>warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczeniem jej energii potencjalnej,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– energią ruchu bryły sztywnej,</li><li>– wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,</li><li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,</li></ul> <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>– wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu</li><li>• realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku</li></ul> |  |
|--|---|---|--|



| Ocena  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
| <b>7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</b>  |  |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem <i>ciśnienia</i> wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>gęstości</i> wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i></li> <li>• posługuje się pojęciem <i>siły wyporu</i> oraz prawem Archimedesesa dla cieczy i gazów</li> <li>• posługuje się pojęciami: <i>energia kinetyczna</i>, <i>temperatura</i>, <i>energia wewnętrzna</i>, <i>zero bezwzględne</i></li> <li>• posługuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi</li> <li>• rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; wyjaśnia, kiedy ciała znajdują się w stanie równowagi termodynamicznej</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką</li> <li>• rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję</li> <li>• analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury</li> <li>• posługuje się pojęciami: <i>ciepło właściwe</i>, <i>ciepło przemiany fazowej</i>, <i>bilans cieplny</i>; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania</li> <li>• wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje pojęcie <i>ciśnienia</i> do wyjaśniania zjawisk, wyjaśnia zjawiska za pomocą prawa Pascala</li> <li>• podaje przykłady praktycznych zastosowań prawa Pascala</li> <li>• stosuje w obliczeniach związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością</li> <li>• podaje prawo naczyń połączonych i analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych</li> <li>• stosuje pojęcia <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> do wyjaśniania zjawisk</li> <li>• stosuje w obliczeniach prawo Archimedesesa</li> <li>• analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, opisuje warunki pływania ciał</li> <li>• przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, posługuje się założeniami tej teorii</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami</li> <li>• opisuje zjawisko dyfuzji oraz ruchu Browna</li> <li>• wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> wraz z jednostką; stosuje to pojęcie w obliczeniach</li> <li>• opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres <math>T(Q)</math> dla wody w trzech stanach skupienia</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>ciepła parowania</i> i <i>ciepła topnienia</i> wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zasadę działania wybranych urządzeń hydraulicznych</li> <li>• doświadczalnie wyznacza ciśnienie atmosferyczne</li> <li>• wyprowadza wzór na ciśnienie hydrostatyczne; opisuje i wyjaśnia paradoks hydrostatyczny</li> <li>• wyjaśnia, od czego i jak zależy ciśnienie atmosferyczne; porównuje zmiany ciśnienia w słupie cieczy i słupie powietrza, wyjaśnia różnicę</li> <li>• uzasadnia (wyprowadza) wzór na siłę wyporu</li> <li>• <sup>R</sup>wyjaśnia, od czego zależy stabilność lodzi</li> <li>• opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>fluktuacji</i>, wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina</li> <li>• doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, <sup>R</sup>demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego</li> <li>• opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności</li> <li>• <sup>R</sup>wyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów)</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>– związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym</li> <li>– związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa</li> <li>– z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i> oraz pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>• projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i></li> </ul> |

| Ocena   |   |   |                      |
|---|---|---|----------------------|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
| <p>i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> i <i>ciepła przemiany fazowej</i> w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z przenoszeniem ciśnienia</li> <li>obserwuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych</li> <li>demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy</li> <li><b>demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej</b></li> <li>badą rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza)</li> <li><b>demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych;</b></li> </ul> </li> <li>formułuje wnioski</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym</li> <li>związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa</li> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> <li>związane z bilansem cieplnym</li> <li>związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia</li> <li>wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi</li> <li>wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody</li> <li>podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie żywej i nieżywej</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>badą, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li><b>badą proces wyrównywania temperatury ciał,</b> wyznacza ciepło właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy <math>T(t)</math></li> <li><b>badą proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym;</b> przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym</li> <li>związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa</li> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi, porównuje obieg powietrza wynikający z konwekcji, gdyby Ziemia się nie obracała, i na obracającej się Ziemi, uwzględniając siłę Coriolisa; opisuje wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>związanych z przenoszeniem ciśnienia</li> <li>dotyczących <b>badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym</b></li> <li>dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz <b>demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych</b></li> </ul> </li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym</li> <li>związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa</li> <li>wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>związane z przemianami fazowymi</li> <li>związane z bilansem cieplnym</li> <li>związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>realizuje i prezentuje projekt <i>Fontanna Herona</i> opisany w podręczniku</li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe,</li> </ul> |                      |

| Ocena   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
| <p>i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ciśnienia</li> <li>– siły wyporu</li> <li>– przemian fazowych</li> </ul> </li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>              | <p>dotyczące treści rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</p>   |   |
| <b>8. Termodynamika</b>   |  |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: <i>mol, stała Avogadra, przemiany gazu</i></li> <li>• opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego</li> <li>• podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego</li> <li>• informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie <math>(V, p)</math></li> <li>• podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów</li> <li>• identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej</li> <li>• podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem <i>stałej gazowej</i>, podaje jej wartość wraz z jednostką</li> <li>• stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie</li> <li>• wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona)</li> <li>• porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych przykładach i wykresach zależności <math>p(V)</math></li> <li>• analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie <math>(V, p)</math>, przedstawia te przemiany na wykresach zależności <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math> i <math>V(T)</math></li> <li>• wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę</li> <li>• rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach</li> </ul> </li> </ul> |

| Ocena  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
| <p>schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych</li> <li>• określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• wykonuje doświadczenia, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <p>i wyjaśnienia zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych przypadkach znaki ciepła i pracy (<math>Q</math> i <math>W</math>), zgodnie z przyjętą konwencją posługuje się pojęciem <i>ciepła molowego gazu</i> wraz z jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości, uzasadnia, że dla danego gazu <math>C_p &gt; C_v</math></li> <li>• oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>• oblicza pracę jako pole pod wykresem <math>p(V)</math> przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero</li> <li>• oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki</li> <li>• analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika cieplnego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii</li> <li>• wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa ciepła działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy ciepłej</li> <li>• opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych</li> <li>• <sup>R</sup>podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; <sup>R</sup>oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego</li> <li>• podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>• interpretuje drugą zasadę termodynamiki</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną,</li> </ul> | <p>molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek między <math>C_v</math> a stałą <math>R</math> dla gazów jedno- i dwuatomowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność <math>W = p\Delta V</math></li> <li>• wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabaticznej metodą graficzną</li> <li>• interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian</li> <li>• wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury ograniczonej przez wykresy przemian <math>p(V)</math>; analizuje przedstawione cykle termodynamiczne</li> <li>• wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu</li> <li>• <sup>R</sup>posługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy ciepłej</i></li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla</li> <li>• uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>• wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu</li> </ul> | <p>gazowych oraz <sup>R</sup>wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych</li> <li>– <sup>R</sup>dotyczące silników spalinowych</li> <li>– związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Termodynamika</i></li> </ul> |

| Ocena                   |   |   |                      |
|-------------------------|---|---|----------------------|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
|                         | <p>przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio <math>p(V)</math> i <math>V(T)</math>, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące przemian gazu</li> <li>dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>dotyczące pomp cieplnych</li> <li>dotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie <math>(V, p)</math>, a na tej podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu</li> <li>związane z drugą zasadą termodynamiki, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych</li> <li>analizuje tekst <i>Fizyka nie tylko na lekcjach</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>dotyczące pomp cieplnych</li> <li>dotyczące silników spalinowych</li> <li>związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> </ul> </li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów</li> </ul> |                      |
| <b>9. Ruch drgający</b> |   |   |                      |
| <b>Uczeń:</b>           | <b>Uczeń:</b>   | <b>Uczeń:</b>   | <b>Uczeń:</b>        |



| Ocena   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: <i>amplitudy</i>, <i>okresu</i> i <i>częstotliwości</i> wraz z ich jednostkami do opisu ruchu okresowego; podaje przykłady zjawisk okresowych w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• opisuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>położenia równowagi</i>, <i>wychylenia</i> i <i>amplitudy</i>; podaje przykłady takiego ruchu</li> <li>• wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu</li> <li>• definiuje ruch harmoniczny</li> <li>• identyfikuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego</li> <li>• opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem <i>współczynnika sprężystości</i> i jego jednostką</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>wahadła matematycznego</i>, wyjaśnia, czym jest to wahadło, i wskazuje przykład, który jest jego dobrym przybliżeniem</li> <li>• rozróżnia energię potencjalną grawitacji, energię potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną; podaje zasadę zachowania energii i stosuje ją do jakościowej analizy przemian energii</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące drgań harmonicznych</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– dotyczące energii w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego,</li> </ul>           w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności         </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje ruch drgający ciała pod wpływem siły sprężystości</li> <li>• analizuje zależność <math>x(t)</math> dla ciała w ruchu drgającym i interpretuje wykres tej zależności; opisuje sposób zmniejszania niepewności wyznaczania (pomiaru lub odczytu z wykresu <math>x(t)</math>) okresu drgań</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>ruchu harmonicznego</i>; rozróżnia ruch harmoniczny i ruch nieharmoniczny; podaje przykłady takich ruchów</li> <li>• podaje i stosuje w obliczeniach wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym</li> <li>• opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami: <i>wychylenia</i>, <i>amplitudy</i>, <i>częstości kołowej</i>, <i>fazy</i> i <i>przesunięcia fazowego</i>; rozróżnia drgania o fazach zgodnych i faszach przeciwnych</li> <li>• analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym, interpretuje wykresy tych zależności</li> <li>• analizuje ruch wózka na sprężynie pod wpływem siły sprężystości – drgania w poziomie</li> <li>• podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach wzór na okres wahadła sprężynowego – zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy ciężarka i współczynnika sprężystości sprężyny</li> <li>• porównuje, analizuje i interpretuje wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie: <math>x(t)</math>, <math>v(t)</math>, <math>a(t)</math>, <math>F(t)</math></li> <li>• opisuje ruch wahadła matematycznego jako ruch harmoniczny; analizuje siły działające na wahadło matematyczne, przedstawia je graficznie i opisuje</li> <li>• podaje, interpretuje i stosuje w obliczeniach zależność okresu drgań wahadła matematycznego o małej amplitudzie od jego długości</li> <li>• stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii</li> <li>• oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii</li> <li>• analizuje przemiany energii w ruchu harmonicznym</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustruje graficznie i wyjaśnia wynik obserwacji ruchu rzutu punktu poruszającego się po okręgu</li> <li>• wyprowadza wzory opisujące zależność położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym, wykorzystując funkcje trygonometryczne</li> <li>• wykazuje, że ruch harmoniczny jest wywołany przez siłę o wartości proporcjonalnej do wychylenia, wyprowadza zależność <math>F = m\omega^2x</math></li> <li>• rysuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ruchu harmonicznego</li> <li>• analizuje ruch wahadła sprężynowego – drgania w pionie</li> <li>• porównuje opis matematyczny ruchu wahadła sprężynowego z wynikami doświadczenia – jego badania</li> <li>• wyznacza współczynnik sprężystości na podstawie wykresu zależności wydłużenia sprężyny od ciężaru obciążnika, z uwzględnieniem niepewności pomiaru</li> <li>• wyprowadza wzór na okres wahadła sprężynowego; szkicuje wykresy zależności <math>T(m)</math> dla danego współczynnika <math>k</math> i <math>T(k)</math> dla danej masy <math>m</math></li> <li>• wyznacza przyspieszenie ziemskie na podstawie wykresu zależności <math>l(T^2)</math>, wraz z niepewnością maksymalną pomiaru</li> <li>• wyprowadza wzór na okres drgań wahadła matematycznego</li> <li>• wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym</li> <li>• szkicuje, analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii ciała w ruchu harmonicznym od czasu i wychylenia</li> <li>• <sup>R</sup>analizuje przemiany energii podczas ruchu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>R</sup>wyprowadza wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną poruszającego się w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie</li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i interpretuje wykresy zależności poszczególnych form energii od czasu w ruchu obciążnika zawieszonoego na sprężynie</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące opisu drgań harmonicznych</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul>           oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności         </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Ruch drgający</i>; formuluje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |



| Ocena   |  |  |                      |
|---|--|--|----------------------|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry |
| <p>i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <p>ciała na sprężynie – ruch w poziomie, oraz w ruchu wahadła matematycznego; interpretuje wzory na energię potencjalną, energię kinetyczną i całkowitą energię mechaniczną w ruchu harmonicznym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnia i opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; przedstawia i porównuje wykresy <math>x(t)</math> dla drgań harmonicznym bez tłumienia i z tłumieniem</li> <li>opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego, posługując się pojęciem <i>częstotliwości drgań własnych</i>; ilustruje to zjawisko na wybranych przykładach, szkicuje wykres zależności <math>x(t)</math> w przypadku rezonansu</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada ruch ciężarka na sprężynie; sporządza i interpretuje wykres <math>x(t)</math></li> <li>– obserwuje i opisuje ruch rzutu punktu poruszającego się po okręgu</li> <li>– <b>demonstruje niezależność okresu drgań wahadła sprężynowego od amplitudy; bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny</b></li> <li>– <b>demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy; bada zależność okresu drgań od masy i długości wahadła; wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</b></li> <li>– <b>demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego;</b> przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące drgań harmonicznym</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– dotyczące energii w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi,</li> </ul> </li> </ul> | <p>w pionie obciążnika wiszącego na sprężynie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstracji niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy</li> <li>– badania zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny</li> <li>– badania zależności okresu drgań od długości wahadła</li> <li>– demonstracji zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem drgającym</li> <li>– dotyczące opisu drgań harmonicznym</li> <li>– dotyczące ruchu ciała na sprężynie</li> <li>– dotyczące wahadła matematycznego</li> <li>– związane z wykorzystaniem wzorów na energię w ruchu harmonicznym</li> <li>– dotyczące zjawiska rezonansu mechanicznego</li> </ul> </li> <li>oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia stwierdzenia i zależności</li> <li>realizuje i prezentuje projekt <i>Figury Lissajous</i> opisany w podręczniku</li> <li>samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ruchu drgającego i zjawisk okresowych</li> <li>– wahadeł i ich zastosowań</li> <li>– zjawiska rezonansu mechanicznego – jego przykładów i skutków;</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań lub problemów</li> </ul> |                      |

| Ocena  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
|  | <p>kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, prowadzi obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, tworzy, analizuje i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących treści rozdziału <i>Ruch drgający</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ruchu drgającego i zjawisk okresowych</li> <li>– wahadeł i ich zastosowań</li> <li>– zjawiska rezonansu mechanicznego, jego przykładów i skutków</li> </ul> </li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o ruchu drgającym; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>  |  |  |
| <b>10. Fale mechaniczne</b>  |  |  |  |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, czym jest fala mechaniczna; opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciami <i>prędkości</i> i <i>energii fali</i></li> <li>• posługuje się pojęciami: <i>amplitudy</i>, <i>okresu</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>długości fali</i> wraz z ich jednostkami; stosuje te wielkości oraz związki między nimi do opisu fal i w obliczeniach</li> <li>• opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięku</li> <li>• opisuje dźwięk jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami: <i>długości</i>, <i>częstotliwości</i> i <i>okresu fali</i>; rozróżnia dźwięki słyszalne, ultradźwięki i infradźwięki; wymienia przykłady ich źródeł i zastosowań</li> <li>• opisuje jakościowo związek między natężeniem dźwięku a energią fali i amplitudą fali</li> <li>• opisuje jakościowo i przedstawia schematycznie</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: <i>źródło fali</i>, <i>impuls falowy</i>, <i>fala harmoniczna</i>; uzasadnia, że fala przenosi energię</li> <li>• wymienia i omawia podstawowe właściwości fal mechanicznych</li> <li>• rozróżnia i porównuje fale poprzeczne i fale podłużne, podaje ich przykłady, opisuje mechanizm ich powstawania; wyjaśnia rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej za pomocą schematu;</li> <li>• zaznacza na rysunku długość fali dla fal poprzecznych i fal podłużnych</li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania, rozchodzenia się i odbioru fali dźwiękowej w powietrzu jako fali podłużnej</li> <li>• demonstruje i obserwuje oscylogramy dźwięków o różnych częstotliwościach z wykorzystaniem komputera i strunowego instrumentu muzycznego</li> <li>• opisuje rozchodzenie się dźwięku w różnych ośrodkach sprężystych</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody jako przykład fal będących złożeniem fal poprzecznych i podłużnych; wyjaśnia, że fala mechaniczna może się rozchodzić tylko w ośrodku sprężystym</li> <li>• analizuje i objaśnia wykres zależności wychylenia (<math>y</math>) od położenia mierzonego wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali (osi <math>x</math>) dla fali harmonicznej (poprzecznej i podłużnej)</li> <li>• wyjaśnia różnice prędkości dźwięku w gazach, cieczach i ciałach stałych oraz zależność prędkości dźwięku w powietrzu od temperatury</li> <li>• wyjaśnia zależności natężenia harmonicznej fali kulistej od odległości od źródła i amplitudy drgań cząsteczek ośrodka</li> <li>• uzasadnia prawo załamania fal – wyznacza zależność między kątem załamania a kątem padania</li> <li>• wyznacza kąt graniczny</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmocnienia i wygaszenia fal w obrazie interferencji</li> <li>• uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fal stojących wytwarzanych na strunie i w słupie powietrza (w pizszczalce zamkniętej) i pizszczalce otwartej</li> <li>• uzasadnia (wyprowadza) wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają</li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i opisuje mechanizm powstawania fali uderzeniowej</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal, wykorzystując wzór na funkcję falową</li> </ul> </li> </ul> |

| Ocena   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry   |
| <p>zjawisko odbicia i zjawisko załamania na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; wskazuje kierunek załamania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje zasadę Huygensa oraz przykłady dyfrakcji i interferencji fal w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między natężeniem dźwięku (głośnością) a energią fali i amplitudą fali</li> <li>• rozróżnia dźwięki proste i złożone, wskazuje ich źródła</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, na czym polega efekt Dopplera</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– obserwuje i ilustruje graficznie rozchodzenie się fal na powierzchni wody</li> <li>– obserwuje i opisuje zjawisko załamania fali na granicy ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się fali; formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– dotyczące odbicia i załamania fal</li> <li>– dotyczące interferencji i dyfrakcji fal</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje rozchodzenie się fal, posługując się pojęciami: <i>powierzchnia falowa</i>, <i>promień fali</i>; rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>natężenia fali</i> wraz z jego jednostką <math>(\frac{W}{m^2})</math> oraz proporcjonalnością natężenia fali do kwadratu amplitudy drgań ośrodka; opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punkowego źródła</li> <li>• wyjaśnia zmiany długości fali przy jej przejściu do innego ośrodka</li> <li>• podaje i interpretuje prawo załamania fal; posługuje się pojęciem <i>współczynnika załamania ośrodka</i></li> <li>• stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach; opisuje i ilustruje graficznie całkowite wewnętrzne odbicie fali, zaznacza na rysunku i oblicza kąt graniczny</li> <li>• formułuje zasadę superpozycji fal i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk; opisuje falę stojącą</li> <li>• opisuje interferencję fal pochodzących z dwóch źródeł; wyjaśnia mechanizm zjawiska interferencji fal; podaje warunki wzmacniania oraz wygaszania się fal</li> <li>• stosuje zasadę Huygensa do wyjaśniania zjawiska dyfrakcji; opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali</li> <li>• <sup>R</sup>posługuje się pojęciami: <i>barwa</i> i <i>widmo dźwięku</i>, <i>częstotliwość podstawowa</i>, <i>składowe harmoniczne</i>; podaje różnicę proporcji składowych harmonicznych jako przyczynę różnej barwy dźwięków</li> <li>• stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania związku dźwięku instrumentów muzycznych z falami stojącymi wytwarzanymi na strunach lub w słupie powietrza; opisuje powstawanie fal stojących w instrumentach muzycznych jako przykład zjawiska</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>R</sup>wyprowadza (uzasadnia) wzór na częstotliwość fal stojących powstających na sznurze umocowanym na jednym końcu</li> <li>• uzasadnia (wyprowadza wzory) warunki wzmacniania oraz wygaszania się fal</li> <li>• opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje w obliczeniach wzory na zależność między długością fali a położeniem miejsc wzmacnienia i wygaszenia; szkicuje obraz interferencyjny</li> <li>• opisuje fale stojące na strunie i w słupie powietrza – w pizczalce zamkniętej i pizczalce otwartej; przedstawia i objaśnia schemat ich powstawania; <sup>R</sup>podaje wzory na częstotliwość wytwarzanych fal</li> <li>• analizuje efekt Dopplera dla fal w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala</li> <li>• podaje i interpretuje wzory na częstotliwość fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora w sytuacji, gdy źródło fali lub obserwator się poruszają; stosuje te wzory do wyjaśniania zjawisk i w obliczeniach</li> <li>• <sup>R</sup>podaje i stosuje w obliczeniach wzór na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</li> <li>• <sup>R</sup>posługuje się skalą logarytmiczną; analizuje i objaśnia skalę poziomu natężenia dźwięku i skalę muzyczną; podaje inne przykłady skal logarytmicznych, uzasadnia ich użyteczność</li> <li>• doświadczalnie wyznacza częstotliwość dźwięku i drgań struny, opracowuje i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarów</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) dotyczących: <ul style="list-style-type: none"> <li>– badania (demonstracji) fal poprzecznych i fal podłużnych oraz rozchodzenia się fali</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– dotyczące odbicia i załamania fal</li> <li>– dotyczące interferencji i dyfrakcji fal</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera</li> <li>– <sup>R</sup>związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku oraz sporządza wykresy; udowadnia podane zależności, wyprowadza wzory ilustrujące zależności fizyczne</li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Ocena                 |  |   |                      |
|-----------------------|--|---|----------------------|
| Stopień dopuszczający | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
|                       | <p>rezonansu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska Dopplera w przyrodzie i technice</li> <li>• opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła dźwięku i nieruchomego obserwatora oraz w przypadku poruszającego się obserwatora i nieruchomego źródła dźwięku</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – <math>(\frac{W}{m^2})</math>, oraz <sup>R</sup>pojęciem <i>poziomu natężenia dźwięku</i> wraz z jego jednostką – dB</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada (demonstruje) fale poprzeczne i fale podłużne oraz rozchodzenie się fali w ciele stałym</li> <li>– obserwuje: superpozycję fal, zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, zjawisko interferencji fal</li> <li>– bada widmo dźwięku oraz dźwięk powstający w wyniku drgań słupa powietrza w piszczalce zamkniętej;</li> </ul> </li> <li>• opisuje, ilustruje graficznie, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji i doświadczeń, formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– dotyczące odbicia i załamania fal</li> <li>– dotyczące interferencji i dyfrakcji fal</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; rysuje, analizuje i interpretuje wykresy; uwzględnia niepewności pomiarów; uzasadnia odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczącymi treści</li> </ul> | <p>w ciele stałym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– obserwacji: superpozycji fal, zjawiska dyfrakcji fali na szczelinie, zjawiska interferencji fal</li> <li>– badania widma dźwięku oraz dźwięku powstającego w wyniku drgań słupa powietrza w piszczalce zamkniętej</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z ruchem falowym i matematycznym opisem fal</li> <li>– dotyczące fal dźwiękowych</li> <li>– związane z rozchodzeniem się fal i natężeniem fali</li> <li>– dotyczące odbicia i załamania fal</li> <li>– dotyczące interferencji i dyfrakcji fal</li> <li>– związane z opisywaniem dźwięków</li> <li>– związane z efektem Dopplera</li> <li>– <sup>R</sup>związane z wykorzystaniem wzoru na przeliczanie natężenia dźwięku na poziom natężenia dźwięku</li> </ul> </li> <li>• oraz sporządza i interpretuje wykresy; uzasadnia podane stwierdzenia i zależności</li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Fale mechaniczne</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> <li>– fal (np. na temat tsunami, rozchodzenia się fal sejsmicznych w głębi Ziemi)</li> <li>– superpozycji fal;</li> <li>– posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul> |                      |

| Ocena                 |  |               |                      |
|-----------------------|--|---------------|----------------------|
| Stopień dopuszczający | Stopień dostateczny  | Stopień dobry | Stopień bardzo dobry |
|                       | rozdziału <i>Fale mechaniczne</i> , w szczególności fal dźwiękowych <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje tekst <i>Muzykalne owady i biologiczny termometr</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania prostych zadań lub problemów</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy o falach mechanicznych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> |               |                      |

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

| Ocena  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
| <b>11. Grawitacja i elementy astronomii</b>  |  |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>informuje, czym planeta różni się od gwiazdy</li> <li>wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej</li> <li>wymienia rodzaje ciał niebieskich w Układzie Słonecznym: Słońce, planety, planety karłowate, księżyce, planetoidy, komety</li> <li>wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał</li> <li>podaje i interpretuje związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem</li> <li>interpretuje wzór na pracę wykonaną przez siły zewnętrzne podczas przemieszczania się ciała, na które działa siła grawitacji</li> <li>posługuje się pojęciem <i>drugiej prędkości kosmicznej</i> zwanej prędkością ucieczki</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi</li> <li>związane z opisem budowy Układu Słonecznego</li> <li>dotyczące Księżyca</li> <li>korzystając z prawa powszechnego ciążenia</li> <li>związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity</li> <li>z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera</li> <li>związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii</li> <li>związane z siłami pływowymi;</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki oraz wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami</p> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje rzeczywisty ruch planet wokół Słońca</li> <li>wyjaśnia ruch planet wokół Słońca, opierając się na działaniu siły grawitacji pełniącej funkcję siły dośrodkowej</li> <li>podaje najważniejsze fakty z historii wiedzy astronomicznej</li> <li>opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; wyjaśnia ruch planet wokół Słońca i księżyców wokół planet</li> <li>posługuje się pojęciami <i>jednostki astronomicznej</i> i <i>roku świetlnego</i>; stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk</li> <li>opisuje i wyjaśnia powstawanie faz Księżyca, doświadczalnie demonstruje mechanizm tego zjawiska na modelu</li> <li>opisuje i wyjaśnia mechanizm zaćmień Księżyca i Słońca, wykorzystując prostoliniowe rozchodzenie się światła</li> <li>wyjaśnia, za pomocą opisu ruchu obrotowego i obiegowego Księżyca, dlaczego z Ziemi jest widoczna tylko jedna strona Księżyca</li> <li>opisuje powierzchnię Księżyca</li> <li>posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego</li> <li>wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; stosuje go do obliczeń</li> <li>oblicza wartość prędkości ciała na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem <i>pierwszej prędkości kosmicznej</i>, wyznacza ją i oblicza jej wartość dla różnych ciał niebieskich</li> <li>analizuje jakościowo wpływ siły grawitacji Słońca na niejednostajny ruch planet po orbitach eliptycznych i wpływ siły grawitacji pochodzącej od planet na ruch ich księżyców</li> <li>opisuje ruch ciała pod wpływem siły grawitacji; podaje treść pierwszego prawa Keplera i stosuje je do wyjaśniania zjawisk</li> <li>podaje treść drugiego prawa Keplera</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje ruch planet na sferze niebieskiej i pozorny obrót sfery niebieskiej</li> <li>przedstawia rozwój poglądów od teorii Ptolemeusza do teorii Newtona</li> <li>opisuje planety pozasłoneczne i poszukiwania życia pozaziemskiego</li> <li>omawia budowę poszczególnych rodzajów planet Układu Słonecznego</li> <li>wymienia konsekwencje braku atmosfery Księżyca</li> <li>wykazuje, że zależność <math>g(R)</math> jest proporcjonalnością prostą; <sup>R</sup>omawia wybrane metody wyznaczania stałej grawitacji</li> <li><sup>R</sup>wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na przyspieszenie grawitacyjne i ciężar ciała na Ziemi</li> <li><sup>R</sup>posługuje się pojęciem <i>pola grawitacyjnego</i> do opisu oddziaływania grawitacyjnego</li> <li><sup>R</sup>podaje przykłady torów ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji innych niż elipsa</li> <li>interpretuje drugie prawo Keplera jako konsekwencję zasady zachowania momentu pędu</li> <li>interpretuje trzecie prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciążenia</li> <li>uzasadnia trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; wyprowadza wzór wyrażający związek między masą ciała niebieskiego a parametrami, które opisują ruch jego satelity</li> <li>ilustruje na wykresie zależność energii potencjalnej grawitacji ciała od odległości od jej źródła</li> <li>analizuje zmiany energii potencjalnej i kinetycznej w ruchu planety po orbicie</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu</li> <li><sup>R</sup>wyprowadza wzór na siłę pływową</li> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> <li>związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi</li> <li>związane z opisem budowy Układu Słonecznego</li> <li>dotyczące Księżyca</li> <li>z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia</li> <li>związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity</li> <li>z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera</li> <li>związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii</li> <li>związane z siłami pływowymi oraz wykazuje podane zależności, ilustruje je graficznie</li> </ul> </li> <li>planuje i modyfikuje przebieg przedstawionych obserwacji astronomicznych; prezentuje wyniki własnych obserwacji astronomicznych</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |



| Ocena  |  |   |                      |
|--|--|---|----------------------|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
| <p>zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje treść trzeciego prawa Keplera, stosuje to prawo do obliczeń dla orbit kołowych</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie parametrów opisujących ruch jego satelity</li> <li>• interpretuje wzór na energię potencjalną grawitacji oraz wykazuje, że energia potencjalna grawitacji jest zawsze ujemna</li> <li>• oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji</li> <li>• oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich</li> <li>• opisuje przyplwy i odpływy morskie, wymienia ich przyczyny</li> <li>• interpretuje wzór na siłę pływową, oblicza wartość sił pływowych</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi</li> <li>– związane z opisem budowy Układu Słonecznego</li> <li>– dotyczące Księżyca</li> <li>– z wykorzystaniem prawa powszechnego ciążenia</li> <li>– związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity</li> <li>– z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera</li> <li>– związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii</li> <li>– związane z siłami pływowymi,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i astronomicznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem naukowym, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; interpretuje zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności obserwacji astronomicznych</li> <li>• analizuje tekst <i>Rok na Czerwonej Planecie</i>; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je</li> </ul> | <p>eliptycznej, stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu orbitalnego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną</li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i Słońca</li> <li>• przeprowadza wybrane obserwacje astronomiczne, korzystając z ich opisów</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z opisem ruchu gwiazd i planet oraz obserwacjami astronomicznymi</li> <li>– związane z opisem budowy Układu Słonecznego</li> <li>– dotyczące Księżyca</li> <li>– wykorzystując prawo powszechnego ciążenia</li> <li>– związane z pierwszym i drugim prawem Keplera oraz prędkością satelity</li> <li>– z wykorzystaniem trzeciego prawa Keplera</li> <li>– związane z energią potencjalną grawitacji i wykorzystaniem zasady zachowania energii</li> <li>– związane z siłami pływowymi oraz uzasadnia odpowiedzi, podane stwierdzenia i zależności</li> </ul> </li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Grawitacja i elementy astronomii</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– gwiazd i planet</li> <li>– budowy Układu Słonecznego</li> <li>– sił pływowych;</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</p> |                      |

| Ocena   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry   |
|   | do rozwiązywania prostych zadań lub problemów <ul style="list-style-type: none"> <li>dokonuje syntezy wiedzy z tego działu; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>  |   |  |
| 12. Pole elektryczne  |  |   |  |
| <b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków elektrycznych i wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości; posługuje się pojęciem <i>ładunku elektrycznego</i> jako wielokrotności ładunku elementarnego, wraz z jego jednostką</li> <li>opisuje sposoby elektryzowania ciał przez: potarcie, dotyk i indukcję</li> <li>odróżnia przewodniki od izolatorów</li> <li>posługuje się pojęciem <i>pola elektrycznego</i> do opisu oddziaływania elektrycznego; rozróżnia źródło pola i ładunek próbny</li> <li>ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; rozróżnia pole centralne i pole jednorodne</li> <li>opisuje pole elektryczne wokół dwóch ładunków punktowych</li> <li>porównuje pole na zewnątrz jednorodnie naładowanego ciała sferycznie symetrycznego z polem wytwarzanym przez taki sam ładunek punktowy zgromadzony wewnątrz niego</li> <li>porównuje elektryczną energię potencjalną z energią potencjalną grawitacji w przypadku pola jednorodnego i pola centralnego</li> <li>wyjaśnia działanie piorunochronu</li> <li>opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne, oraz jako urządzenie magazynujące energię elektryczną; podaje przykłady zastosowania kondensatorów</li> <li>opisuje jakościowo pole elektryczne wewnątrz</li> </ul> | <b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się zasadą zachowania ładunku elektrycznego i stosuje ją do wyjaśniania zjawisk</li> <li>wyjaśnia mechanizm elektryzowania na podstawie wiadomości o mikroskopowej budowie materii</li> <li>podaje i interpretuje prawo Coulomba, posługuje się pojęciem <i>stałej elektrycznej</i> wraz z jej jednostką; oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków elektrycznych, stosując prawo Coulomba; stosuje to prawo do obliczeń i wyjaśniania zjawisk</li> <li>wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki folii aluminiowej</li> <li>opisuje zależność siły elektrycznej od rodzaju ośrodka; posługuje się pojęciem <i>przenikalności elektrycznej</i>: próżni, ośrodka i względnej</li> <li>porównuje siłę elektryczną z siłą grawitacji, wskazuje podobieństwa i różnice</li> <li>posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką, określa kierunek i zwrot tego wektora i oblicza jego wartość; oblicza wartość natężenia pola wytworzonego przez pojedynczy ładunek w odległości <math>r</math> od niego</li> <li>zaznacza wektor natężenia pola; opisuje pole centralne i pole jednorodne; interpretuje zagęszczenie linii jako miarę natężenia pola</li> <li>analizuje i wyznacza natężenie pola wytwarzanego przez układ dwóch ładunków punktowych; oblicza jego wartość</li> <li>opisuje i ilustruje graficznie pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków</li> <li>posługuje się pojęciem <i>energii potencjalnej ładunku</i> w polu elektrycznym</li> <li>opisuje i oblicza zmianę energii potencjalnej ładunku podczas jego przemieszczania się w polu centralnym</li> </ul> | <b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wyjaśnia, co to są kwarki i czym się charakteryzują, wskazuje przykłady cząstek zbudowanych z kwarków</li> <li>opisuje na przykładach praktyczne wykorzystanie oddziaływań elektrycznych</li> <li>opisuje polaryzację cząsteczki izolatora (dielektryka) i na tej podstawie wyjaśnia oddziaływanie ciała naelektryzowanego na skrawki papieru</li> <li>wykażuje, że zmiany pola elektrycznego rozchodzą się z prędkością światła</li> <li>wyjaśnia wyniki obserwacji układu linii pola elektrycznego wokół przewodnika</li> <li>analizuje natężenie pola wytwarzanego przez kilka ładunków, wyznacza wektor natężenia pola we wskazanych punktach</li> <li>analizuje pracę podczas przemieszczania ładunku w polu elektrycznym jako zmianę jego energii potencjalnej</li> <li>zasadnia, że niezależnie od znaku źródła centralnego pola elektrycznego wzór na energię potencjalną ładunku ma taką samą postać; opisuje i interpretuje zależność energii potencjalnej od odległości od źródła pola</li> <li>wyprowadza wzór na natężenie pola jednorodnego</li> <li>wyjaśnia wyniki obserwacji: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola</li> <li>wykazuje, że natężenie pola przy powierzchni naładowanej metalowej kuli jest</li> </ul> | <b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy:           <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania</li> <li>wykorzystując prawo Coulomba</li> <li>dotyczące pola elektrycznego</li> <li>związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł</li> <li>związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym</li> <li>związane z rozkładem ładunków w przewodnikach</li> <li>dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym</li> <li>dotyczące kondensatorów</li> </ul> </li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Pole elektryczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Ocena   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
| <p>kondensatora płaskiego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstruje oddziaływanie ciał naelektryzowanych i elektryzowanie ciał</li> <li>– bada oddziaływanie ciała naelektryzowanego z ciałem elektrycznie obojętnym;</li> </ul> </li> <li>• opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania</li> <li>– z wykorzystaniem prawa Coulomba</li> <li>– dotyczące pola elektrycznego</li> <li>– związane z opisem pola elektrycznego pochodzącego z wielu źródeł</li> <li>– związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym</li> <li>– związane z rozkładem ładunków w przewodnikach</li> <li>– dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym</li> <li>– dotyczące kondensatorów,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <p>i polu jednorodnym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami <i>potencjału pola i napięcia elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami; oblicza potencjał w polu jednorodnym i polu centralnym</li> <li>• interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na natężenie pola jednorodnego; wykazuje równość jednostek <math>1 \text{ V/m}</math> i <math>1 \text{ N/C}</math></li> <li>• opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach, zerowe natężenie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya) oraz duże natężenie pola wokół ostrzy na powierzchni przewodnika</li> <li>• analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku ruchu zgodnie z kierunkiem linii pola oraz wtedy, gdy cząstka ma prędkość początkową prostopadłą do linii pola; opisuje siły działające na cząstki w polu elektrycznym, ilustruje to na schematycznych rysunkach</li> <li>• porównuje ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji – rzutem pionowym i rzutem poziomym; opisuje podobieństwa i różnice</li> <li>• opisuje ilościowo pole elektryczne wewnątrz kondensatora płaskiego; oblicza natężenie pola między jego okładkami</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>pojemności kondensatora</i> i jej jednostką (<math>1 \text{ F}</math>); posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów, stosuje ją do obliczeń</li> <li>• oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze</li> <li>• opisuje wpływ dielektryków na pojemność kondensatora; oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika</b></li> <li>– bada: rozkład ładunku w naładowanym przewodniku, działanie metalowego ostrza, układ linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola</li> <li>– <b>demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry);</b> bada od czego zależy pojemność kondensatora</li> </ul> </li> </ul> | <p>odwrotnie proporcjonalne do jej promienia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania burz; opisuje zjawisko ekranowania zewnętrznego pola elektrycznego przez swobodne ładunki w przewodniku</li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i opisuje ruch cząstek naładowanych w stałym jednorodnym polu elektrycznym w przypadku, gdy cząstka ma prędkość początkową skierowaną pod kątem do linii pola; porównuje ten ruch z ruchem ciał pod wpływem siły grawitacji (z rzutem ukośnym)</li> <li>• omawia przykłady zastosowania kondensatorów</li> <li>• wyjaśnia wyniki obserwacji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry); bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego</li> <li>• uzasadnia i interpretuje wzory na energię kondensatora</li> <li>• wyjaśnia, odwołując się do polaryzacji dielektryków w polu zewnętrznym, wpływ dielektryków na pojemność kondensatora</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstracji oddziaływania ciał naelektryzowanych i elektryzowania ciał</li> <li>– badania: rozkładu ładunku w naładowanym przewodniku, działania metalowego ostrza, układu linii wokół przewodnika w przypadku ekranowania pola</li> <li>– <b>demonstracji przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry);</b> bada, od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub</li> </ul> |                      |

| Ocena  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry  |
|  | <p> płaskiego;<br/> przedstawia na schematycznych rysunkach i opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li> dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania</li> <li> z wykorzystaniem prawa Coulomba</li> <li> dotyczące pola elektrycznego</li> <li> związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł</li> <li> związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym</li> <li> związane z rozkładem ładunków w przewodnikach</li> <li> dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym</li> <li> dotyczące kondensatorów,</li> </ul> </li> <li> w szczególności: ilustruje zjawisko lub problem na schematycznym rysunku; posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia odpowiedzi, ocenia podane stwierdzenia; interpretuje zależności</li> <li> posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Pole elektryczne</i></li> <li> dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Pole elektryczne</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <p> problemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> dotyczące ładunków elektrycznych i ich oddziaływania oraz pola elektrycznego</li> <li> z wykorzystaniem prawa Coulomba</li> <li> związane z opisem pola elektrycznego wielu źródeł</li> <li> związane z energią potencjalną ładunku w polu elektrycznym i potencjałem elektrycznym</li> <li> związane z rozkładem ładunków w przewodnikach</li> <li> dotyczące ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym</li> <li> dotyczące kondensatorów oraz ilustruje zjawisko lub problem graficznie; uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li> poszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego działu, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li> oddziaływań elektrycznych</li> <li> praktycznego wykorzystania rozkładu ładunków w przewodnikach (np. generator Van de Graaffa) oraz ruchu cząstek naładowanych w polu elektrycznym (np. akceleratory);</li> </ul> </li> <li> posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</li> <li> realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Generator Kelvina</i>, w szczególności wykonuje i demonstruje model generatora Kelvina</li> </ul> |   |
| <b>13. Prąd elektryczny</b>  |   |  |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> opisuje przewodnictwo – przepływ prądu elektrycznego w metalach, elektrolitach i gazach; określa umowny kierunek przepływu prądu</li> <li> posługuje się pojęciem <i>natężenia prądu</i></li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> wyjaśnia, na czym polegają procesy jonizacji w gazach, informuje, że na to zjawisko wpływają: promieniowanie, wysoka temperatury i duże natężenie pola elektrycznego</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> odróżnia dryf elektronów od ruchu chaotycznego i rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń, w szczególności <b>badania charakterystyki prądowo-napięciowej</b></li> </ul> |

| Ocena   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry  |
| <p><i>elektrycznego</i> wraz z jego jednostką</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się podstawowymi pojęciami związanymi z obwodem elektrycznym; odróżnia źródło napięcia od odbiornika energii elektrycznej; omawia hydrauliczny odpowiednik obwodu elektrycznego</li> <li>• rozpoznaje wybrane symbole graficzne stosowane w obwodach elektrycznych</li> <li>• posługuje się woltomierzem i amperomierzem</li> <li>• opisuje i rozróżnia połączenia szeregowo i równoległe w obwodach elektrycznych, przedstawia je na schematycznych rysunkach</li> <li>• omawia zastosowania połączeń szeregowych i równoległych i podaje ich przykłady</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>oporu elektrycznego</i> wraz z jego jednostką; rozróżnia opornik i potencjometr</li> <li>• rozróżnia podstawowe sposoby łączenia oporników</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>oporu zastępczego</i></li> <li>• rozróżnia przewodniki, półprzewodniki i izolatory</li> <li>• posługuje się pojęciami <i>pracy prądu elektrycznego</i> i <i>mocy prądu elektrycznego</i> wraz z ich jednostkami; stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami; przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie</li> <li>• wskazuje przykłady źródeł napięcia; opisuje budowę ogniwa</li> <li>• przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: sprawdza przepływ prądu przez elektrolit; opisuje wyniki obserwacji i formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych</li> <li>– dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych z wykorzystaniem zależności</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez poprzeczny przekrój przewodnika</li> <li>• wyjaśnia wyniki obserwacji przepływu prądu przez elektrolit</li> <li>• rysuje i opisuje (czyta) schematy obwodów elektrycznych, posługując się symbolami graficznymi stosowanymi w obwodach elektrycznych</li> <li>• posługuje się miernikiem uniwersalnym; określa niepewność pomiaru zarówno za pomocą miernika analogowego, jak i cyfrowego, posługując się klasą przyrządu pomiarowego</li> <li>• mierzy napięcie między biegunami żarówki i natężenie płynącego przez nią prądu, zapisuje wynik wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności</li> <li>• interpretuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk</li> <li>• opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniów lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii, stosuje ją do obliczeń</li> <li>• stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia w przypadku przewodników (prawo Ohma); posługuje się tym prawem</li> <li>• omawia sposób wyznaczenia oporu zastępczego w przypadku różnych układów połączeń oporników</li> <li>• wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe</li> <li>• stosuje do obliczeń wzór na opór przewodnika</li> <li>• opisuje przewodniki, półprzewodniki i izolatory; omawia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników</li> <li>• opisuje i stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem</li> <li>• wykorzystuje do obliczeń dane znamionowe urządzeń elektrycznych oraz pojęcie <i>sprawności</i></li> <li>• posługuje się pojęciami <i>oporu wewnętrznego</i> i <i>sily elektromotorycznej</i> jako cechami źródła; podaje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do obliczeń</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia z definicji napięcia zasadę dodawania napięć w układzie ogniów lub odbiorników połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii</li> <li>• omawia zastosowania oporników i potencjometrów</li> <li>• analizuje i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową oporników (zgodną z prawem Ohma), ustala zakresy wartości <math>I</math> i <math>U</math></li> <li>• analizuje i rysuje schematy układów oporników</li> <li>• wyznacza, interpretuje i oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo i równoległe</li> <li>• analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem <i>oporu właściwego materiału</i> i jego jednostką</li> <li>• opisuje i wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników; wyjaśnia, dlaczego żarówka nie spełnia prawa Ohma</li> <li>• analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma); porównuje wykresy <math>\rho(T)</math> dla przewodnika, półprzewodnika i <math>R_{nadprzewodnika}</math></li> <li>• wyjaśnia wyniki obserwacji doświadczalnego badania zależności jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia</li> <li>• wyjaśnia, kiedy wykorzystujemy związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a Lenza) z natężeniem prądu i oporem, a kiedy – z napięciem i oporem</li> <li>• doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny źródła napięcia, sporządza i interpretuje wykres zależności <math>U(I)</math> z uwzględnieniem niepewności pomiarów, określa współczynnik kierunkowy</li> <li>• interpretuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, stosuje to prawo do wyjaśniania zjawisk</li> </ul> | <p><b>żarówki</b> i grafitu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych</li> <li>– dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów</li> <li>– z wykorzystaniem prawa Ohma</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe oraz prawa Ohma</li> <li>– dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury</li> <li>– dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego</li> <li>– dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa oraz: projektuje i analizuje układy elektryczne, rysuje ich schematy; wykazuje poprawność podanych zależności</li> </ul> </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Prąd stały</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |



| Ocena   |  |  |                      |
|---|--|--|----------------------|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry |
| <p>między napięciami i natężeniami prądów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– z wykorzystaniem prawa Ohma</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma</li> <li>– dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury</li> <li>– dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego</li> <li>– dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia,</li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rysuje wykres zależności <math>U(I)</math>, uwzględniający SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny; stosuje do obliczeń wzór na siłę elektromotoryczną <math>\epsilon = U + I \cdot r</math></li> <li>• opisuje obwody elektryczne, w których występują oczka; zaznacza na ich schematach kierunki przepływu prądu</li> <li>• podaje drugie prawo Kirchhoffa</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa; bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo</b></li> <li>– bada zależność między natężeniem prądu i napięciem dla opornika, buduje potencjometr i sprawdza jego działanie</li> <li>– bada zależność jasności świecenia żarówek o różnych napięciach znamionowych od sposobu ich połączenia</li> <li>– buduje proste ogniwo i bada jego właściwości, bada zależność <math>U(I)</math>;</li> </ul> </li> <li>• przedstawia i analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności; sporządza wykres badanej zależności, dopasowuje prostą i interpretuje jej nachylenie; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych</li> <li>– dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów</li> <li>– z wykorzystaniem prawa Ohma</li> <li>– z wykorzystaniem wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle oraz prawa Ohma</li> <li>– dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury</li> <li>– dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego</li> <li>– dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje nachylenie zależności <math>U(I)</math>, uwzględniającej SEM ogniwa i jego opór wewnętrzny, i punkty przecięcia prostej z osiami; analizuje zależność <math>I(U)</math></li> <li>• analizuje, czy wykonać dodawanie, czy odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii; interpretuje drugie prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania energii i stosuje je do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>• na wybranym przykładzie opisuje zastosowanie praw Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>demonstracji pierwszego prawa Kirchhoffa; badania dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo</b></li> <li>– badania zależności między natężeniem prądu a napięciem dla opornika, zbudowania potencjometru i sprawdzania jego działania oraz sporządza wykres badanej zależności, uwzględniając niepewności pomiarów</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące prądu elektrycznego, z wykorzystaniem wzoru na natężenie prądu</li> <li>– dotyczące połączeń elementów w obwodach elektrycznych, z wykorzystaniem zależności między napięciami i natężeniami prądów</li> <li>– z wykorzystaniem prawa Ohma oraz wzorów na opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle</li> </ul> </li> </ul> |                      |



| Ocena  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
|  | <p>wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; analizuje, rysuje i opisuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje wykresy zależności <math>I(U)</math> dla oporników; analizuje schematy obwodów elektrycznych; rysuje i interpretuje wykresy wskazanych zależności; uzasadnia odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Prąd stały</i></li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Prąd stały</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące zależności oporu elektrycznego od wymiarów, rodzaju przewodnika i temperatury</li> <li>– dotyczące pracy i mocy prądu elektrycznego</li> <li>– dotyczące SEM i oporu wewnętrznego źródła napięcia</li> <li>– dotyczące obwodów elektrycznych i z wykorzystaniem praw Kirchhoffa</li> </ul> <p>oraz: sporządza i interpretuje wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; uzasadnia odpowiedzi, stwierdzenia i rozwiązania; ilustruje graficznie podane zależności; analizuje otrzymany wynik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą przewodnictwa elektrycznego oraz wykorzystania zależności oporu od wymiarów przewodnika, oporu właściwego i temperatury</li> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Prąd stały</i>; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</li> </ul> |   |
| <b>14. Pole magnetyczne</b>  |  |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje oddziaływanie między biegunami magnesów stałych; posługuje się pojęciem <i>biegunów magnetycznych Ziemi</i></li> <li>• posługuje się pojęciem <i>poła magnetycznego</i>, wymienia jego źródła; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych; rozpoznaje bieguny magnesu i wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą igły magnetycznej lub kompasu</li> <li>• opisuje budowę i działanie elektromagnesu;</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia ferromagnetyki, paramagnetyki i diamagnetyki; opisuje jakościowo podstawowe właściwości i zastosowania ferromagnetyków; posługuje się pojęciem <i>domen magnetycznych</i></li> <li>• analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji dotyczącej <b>doświadczalnej ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych</b>; modyfikuje przebieg doświadczenia</li> <li>• uzasadnia, że z polem magnetycznym jest związana energia potencjalna</li> <li>• rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica), określa ich</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zmiany układu domen pod wpływem namagnesowania ferromagnetyku</li> <li>• omawia przykłady pól magnetycznych w przyrodzie i technice oraz naturę siły magnetycznej, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</li> <li>• analizuje oddziaływanie pola magnetycznego i pola elektrycznego na cząstkę naładowaną poruszającą się w selektorze prędkości,</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza</li> <li>– ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym</li> <li>– siły elektrodynamicznej</li> <li>– indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem</li> </ul> </li> </ul> |

| Ocena  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
| <p>wymienia przykłady zastosowania elektromagnesów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>magnesuje stalowy spinacz oraz stalowy gwóźdź i bada ich właściwości, <b>doświadczalnie ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół magnesów trwałych</b></li> <li>obserwuje ruch jonów w polu magnetycznym; przedstawia i/lub opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych</li> <li>ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków</li> <li>wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza</li> <li> ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym</li> <li>siły elektrodynamicznej</li> <li>indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <p>zwrot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przykłady zastosowania elektromagnesów</li> <li>posługuje się pojęciem <i>wektora indukcji magnetycznej</i> wraz z jego jednostką (1 T); opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej, określa jego kierunek i zwrot</li> <li>analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną; podaje, interpretuje i stosuje do obliczeń wzór na siłę Lorentza; określa kierunek i zwrot siły Lorentza</li> <li>analizuje siłę Lorentza działającą na cząstkę naładowaną poruszającą się w jednorodnym polu magnetycznym oraz tor cząstki w zależności od kierunku jej ruchu względem linii pola: wzdłuż linii i prostopadle do nich</li> <li>stosuje do obliczeń wzory: na promień okręgu, po którym porusza się cząstka naładowana w polu magnetycznym, i na okres jej obiegu</li> <li>informuje, że pole magnetyczne Ziemi stanowi osłonę przed wiatrem słonecznym</li> <li>podaje przykłady wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną</li> <li>analizuje i opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem; wyjaśnia, że siła elektrodynamiczna i siła Lorentza to określenie siły magnetycznej w szczególnych sytuacjach</li> <li>interpretuje wzór na siłę elektrodynamiczną, oblicza wartość tej siły, wyznacza jej kierunek i zwrot</li> <li>opisuje zależność indukcji pola magnetycznego wokół prostego przewodu od natężenia prądu, odległości od niego i rodzaju osrodka; posługuje się pojęciem <i>przenikalności magnetycznej</i></li> <li>uzasadnia, interpretuje i stosuje do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika, pętli i długiej zwojnicy</li> <li>opisuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych</li> <li>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ilustruje układ linii pola magnetycznego wokół</b></li> </ul> </li> </ul> | <p>korzystając z opisu tego urządzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje tor cząstki poruszającej się w jednorodnym polu magnetycznym w dowolnym kierunku względem linii pola</li> <li>wyznacza promień okręgu, który stanowi tor, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym, i okres jej obiegu; interpretuje otrzymane wzory</li> <li>omawia zasadę działania cyklotron</li> <li>wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną</li> <li>wskazuje przykłady zastosowania siły elektrodynamicznej (inne niż silniki elektryczne)</li> <li>analizuje i wyznacza siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych; posługuje się definicją ampera w układzie SI – wyjaśnia, że obecnie jest ona oparta na wartości ładunku elementarnego</li> <li>omawia zależność siły magnetycznej i siły elektrycznej od układu odniesienia</li> <li>planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) oraz wyjaśnia wyniki obserwacji: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>ilustracji układu linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem:</b> prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; zobrazowania działania skonstruowanego elektromagnesu</li> <li>badania oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik z prądem, badania zmian obrazu włókna świecącej żarówki po zbliżeniu magnesu</li> <li>badania oddziaływania przewodników, w których płynie prąd</li> </ul> </li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych</li> <li>pola magnetycznego wytwarzanego przez</li> </ul> </li> </ul> | <p>oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Pole magnetyczne</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Ocena   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry   |
|   | <p><b>przewodnika z prądem:</b> prostego, w kształcie pętli lub zwojnicy; buduje elektromagnes i obrazuje jego działanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wykazuje, że wewnątrz magnesu występuje pole magnetyczne</li> <li>– bada oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem, obserwuje obraz włókna żarówki po zbliżeniu magnesu</li> <li>– bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd; analizuje, opisuje lub wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ilustracji pola magnetycznego magnesów stałych</li> <li>– ilustracji pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków</li> <li>– wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza</li> <li>– ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym</li> <li>– siły elektrodynamicznej</li> <li>– indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi</li> </ul> </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Pole magnetyczne</i>, w szczególności: pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych, pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków, wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Pole magnetyczne</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <p>ruch ładunków</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wektora indukcji magnetycznej i siły Lorentza</li> <li>– ruchu cząstek naładowanych w jednorodnym polu magnetycznym</li> <li>– siły elektrodynamicznej</li> <li>– indukcji magnetycznej pola wokół przewodnika z prądem</li> </ul> <p>oraz: ilustruje lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Pole magnetyczne</i>, w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– pola magnetycznego Ziemi i oddziaływań magnetycznych</li> <li>– pola magnetycznego wytwarzanego przez ładunki w ruchu</li> <li>– wykorzystania oddziaływania pola magnetycznego na poruszającą się naładowaną cząstkę;</li> </ul> </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</li> <li>• realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Kierunek linii ziemskiego pola magnetycznego</i>, w szczególności buduje kompas inklinacyjny</li> </ul> |  |
| <b>15. Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</b>  |   |   |  |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• informuje, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej; podaje przykłady jego</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej, odróżnia to zjawisko od indukcji magnetycznej i wskazuje przykłady jego</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje inne niż omówiono sposoby wytwarzania prądu elektrycznego – przez</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia bramki logiczne</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania</li> </ul> |

| Ocena   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
| <p>zastosowania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia prąd przemienny od prądu stałego</li> <li>opisuje funkcję izolacji i bezpieczników przeciążeniowych; rozpoznaje symbol graficzny bezpiecznika</li> <li>opisuje warunki bezpiecznego korzystania z energii elektrycznej; informuje, jak udzielić pierwszej pomocy osobie po porażeniu elektrycznym</li> <li>wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych</li> <li>podaje przykłady zastosowania prądnic</li> <li>rozpoznaje graficzny symbol diody na schematach obwodów</li> <li>rozpoznaje graficzny symbol tranzystora</li> <li>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada działanie bezpiecznika; omawia obserwacje, formułuje wniosek</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya</li> <li>dotyczące prądu przemiennego</li> <li>dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej</li> <li>dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy</li> <li>dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji</li> <li>dotyczące diod i tranzystorów,</li> </ul> </li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p> | <p>zastosowania; posługuje się pojęciami <i>prądu indukcyjnego</i> i <i>siły elektromotorycznej indukcji</i> (SEM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia eksperyment Faradaya</li> <li>podaje regułę Lenza</li> <li>posługuje się pojęciem <i>strumienia pola magnetycznego</i> wraz z jego jednostką, oblicza strumień, gdy pole jest jednorodne</li> <li>podaje prawo indukcji Faradaya; informuje, kiedy zmienia się strumień pola magnetycznego</li> <li>oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia pola magnetycznego</li> <li>wyjaśnia, jak powstaje napięcie przemiennie, na przykładzie ramki obracającej się w jednorodnym polu magnetycznym; opisuje jakościowo przemiany energii podczas działania prądnicy</li> <li>opisuje cechy prądu przemiennego; posługuje się pojęciami <i>napięcia skutecznego</i> i <i>natężenia skutecznego</i>; rozróżnia wartości napięcia i natężenia: chwilowe, maksymalne i skuteczne</li> <li>stosuje wzory na napięcie i natężenie skuteczne do obliczania napięcia i natężenia skutecznego w przypadku ich przebiegu sinusoidalnego</li> <li>opisuje domową sieć elektryczną jako przykład obwodu rozgałęzionego</li> <li>wyjaśnia funkcje wyłączników różnicowoprądowych i przewodu uziemiającego</li> <li>opisuje budowę i zasadę działania prądnicy oraz przemiany energii podczas jej działania</li> <li>porównuje silnik z prądnicą; wyjaśnia, jakie zjawisko fizyczne stanowi podstawę działania prądnicy, a jakie – silnika</li> <li>opisuje zjawisko indukcji wzajemnej; opisuje budowę i zasadę działania transformatora, przedstawia jego uproszczony model, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczby zwojów; podaje zastosowania transformatorów</li> <li>stosuje równanie transformatora do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej</li> </ul> | <p>zmiany pola magnetycznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii i stosuje ją do określania kierunku przepływu prądu indukcyjnego; <sup>R</sup>omawia budowę oraz zasadę działania mikrofonu i głośnika</li> <li>interpretuje wzór na strumień pola magnetycznego przez powierzchnię; wyjaśnia sposób obliczenia strumienia, gdy pole nie jest jednorodne</li> <li>analizuje ruch pręta po szynach w polu magnetycznym, a na tej podstawie wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji</li> <li>interpretuje i stosuje prawo indukcji Faradaya do wyjaśniania zjawisk</li> <li>opisuje i analizuje zależność napięcia od czasu dla prądu przemiennego</li> <li>rysuje siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym; na podstawie tego rysunku omawia zasadę działania silnika elektrycznego, posługując się pojęciem <i>momentu sił</i></li> <li><sup>R</sup>opisuje budowę i działanie najczęściej stosowanych silników elektrycznych, wymienia ich zastosowania</li> <li>uzasadnia równanie transformatora</li> <li>opisuje zastosowania transformatorów; omawia przesyłanie energii elektrycznej</li> <li>opisuje jakościowo zjawisko samoindukcji, podaje przykłady jego znaczenia w urządzeniach elektrycznych; <sup>R</sup>oblicza SEM samoindukcji</li> <li>przedstawia zastosowanie diody w prostownikach</li> <li>wyjaśnia – na uproszczonym schemacie – zasady działania tranzystora i wzmacniacza z jednym tranzystorem</li> <li><sup>R</sup>opisuje zastosowania tranzystora w technice analogowej i technice cyfrowej</li> </ul> | <p>lub problemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego</li> <li>dotyczące prądu przemiennego</li> <li>dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej</li> <li>dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy</li> <li>dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji</li> <li>dotyczące diod i tranzystorów</li> </ul> <p>oraz: wykazuje lub udowadnia podane zależności, projektuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje i wykonuje doświadczenia, np. buduje i demonstruje działający model silnika elektrycznego, buduje układy elektroniczne złożone z diod i tranzystorów; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Ocena                 |   |  |                      |
|-----------------------|---|--|----------------------|
| Stopień dopuszczający | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry |
|                       | <p>zastosowanie jako źródła światła – diody LED</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia funkcję prostownika, wskazuje przykłady jego zastosowań</li> <li>• opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie</b>; bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego i obserwuje zjawisko samoindukcji</li> <li>– <b>demonstruje funkcję diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła</b>; bada działanie diody <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada wzmacniające działanie tranzystora; przedstawia, opisuje i analizuje wyniki pomiarów i/lub obserwacji, formułuje wnioski</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>– z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya</li> <li>– dotyczące prądu przemiennego</li> <li>– dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej</li> <li>– dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy</li> <li>– dotyczące transformatora i zjawiska samoindukcji</li> <li>– dotyczące diod i tranzystorów,</li> </ul> <p>w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, posługuje się kalkulatorem, rysuje i interpretuje wykresy, stosuje do obliczeń prawo Ohma, związek mocy wydzielonej na oporniku z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem, wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych, analizuje schematy obwodów zawierających diody i określa, które diody przewodzą, uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania</p> </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>, w szczególności zjawisk indukcji wzajemnej</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada działanie głośników</li> <li>– porównuje napięcie maksymalne i skuteczne; opisuje i analizuje wyniki pomiaru, odczytu i obserwacji, formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• wyjaśnia wyniki badania wzmacniającego działania tranzystora</li> <li>• wyjaśnia wyniki pomiarów i/lub obserwacji oraz/lub planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>demonstracji zjawiska indukcji elektromagnetycznej i jego związku ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie</b>; badania kierunku przepływu prądu indukcyjnego i obserwacji zjawiska samoindukcji</li> <li>– <b>demonstracji roli diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła</b>; badania działanie diod</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> <li>– z wykorzystaniem prawa indukcji Faradaya i prawa Ohma dla obwodu zamkniętego</li> <li>– dotyczące prądu przemiennego</li> <li>– dotyczące bezpieczeństwa domowej sieci elektrycznej</li> <li>– dotyczące silnika elektrycznego i prądnicy</li> <li>– dotyczące transformatora i zjawiska</li> </ul> </li> </ul> |                      |

| Ocena                 |  |  |                      |
|-----------------------|--|--|----------------------|
| Stopień dopuszczający | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry |
|                       | i samoindukcji <ul style="list-style-type: none"> <li>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | samoindukcji <ul style="list-style-type: none"> <li>dotyczące diod i tranzystorów oraz: ilustruje i/lub uzasadnia odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia i/lub zależności, analizuje wynik rozwiązania, analizuje schematy obwodów elektronicznych zawierających diody i tranzystory</li> <li>analizuje tekst <i>Dynamo we wnętrzu Ziemi</i>, wyodrębnia z niego informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów; prezentuje wyniki doświadczeń domowych</li> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe dotyczące treści działu <i>Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny</i>, w szczególności:               <ul style="list-style-type: none"> <li>zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz prądów wirowych</li> <li>zjawisk indukcji wzajemnej i samoindukcji; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań i problemów</li> </ul> </li> </ul> |                      |



| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
|---|---|---|---|
| <b>16. Fale elektromagnetyczne i optyka</b>   |   |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej</li> <li>wymienia rodzaje fali elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania</li> <li>opisuje światło białe jako mieszaninę barw</li> <li>stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal</li> <li>opisuje zjawisko odbicia światła</li> <li>opisuje jakościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka, wskazuje kierunek załamania</li> <li>opisuje jakościowo i ilustruje na schematycznym rysunku częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie światła; posługuje się pojęciem kąta granicznego</li> <li>opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła</li> <li>rozdziela soczewki skupiające i rozpraszające, stosuje ich schematyczne oznaczenia, opisuje bieg wiązki światła przez te soczewki; posługuje się pojęciami ogniska, ogniskowej</li> <li>opisuje mechanizm tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą oraz podaje reguły jego konstruowania; rysuje konstrukcyjnie obrazy utworzone przez soczewkę skupiającą</li> <li>opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku: krótkowzroczności i dalekowzroczności</li> <li>rozdziela obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone</li> <li>opisuje zasadę działania lupy; wskazuje zastosowanie lupy, <sup>R</sup>lunety astronomicznej, <sup>R</sup>lunety Galileusza, <sup>R</sup>mikroskopu optycznego, <sup>R</sup>teleskopu zwierciadlanego</li> <li>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozdziela światło spolaryzowane i niespolaryzowane</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych</li> <li>stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych</li> <li>posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką</li> <li>opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma</li> <li>omawia schemat nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych</li> <li>opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów</li> <li>opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektro-magnetycznych na przykładzie światła</li> <li>opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki</li> <li>opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do obliczeń</li> <li>opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do obliczeń</li> <li>analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>opisuje jakościowo obraz dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na kryształach</li> <li>wskazuje przykłady interferencji światła w przyrodzie: kolory na bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria</li> <li>stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk</li> <li>wskazuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</li> <li>opisuje ilościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków</li> <li>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła oraz prawo Snelliusa do wyjaśniania zjawisk i/lub obliczeń</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się wielkościami związanymi z mocą światła</li> <li>opisuje praktyczne znaczenie zjawiska dyfrakcji fal elektromagnetycznych</li> <li>stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do wyjaśniania zjawisk</li> <li>stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do wyjaśniania zjawisk oraz udowadnia ten związek</li> <li>wyjaśnia zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie: kolory na bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria</li> <li>opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</li> <li>udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać: <math>\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}</math></li> <li>wyjaśnia powstawanie mirażu</li> <li>opisuje mechanizm powstawania okna Snelliusa</li> <li>wskazuje, że <math>n_{\text{fiolet}} &gt; n_{\text{czerw}}</math></li> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy</li> <li>opisuje ilościowo i interpretuje zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania</li> <li>rozdziela soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia, na czym polegają aberracje sferyczna i chromatyczna, wskazuje sposoby korygowania tych wad soczewek</li> <li>wyprowadza i interpretuje równanie soczewki</li> <li>opisuje zasady działania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego; rysuje</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje, że pas tęczy widzimy pod kątem 42°, a tęcza jest kolorowa</li> <li>wyprowadza równanie soczewki przy obrazach pozornych</li> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>fali elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>interferencji światła</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczepienia światła</li> <li>soczewek</li> <li>tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>przyrządów optycznych</li> <li>wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła</li> <li>polaryzacji światła</li> </ul> </li> <li>oraz uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia, wykazuje lub udowadnia podane związki oraz zależności</li> <li>projektuje i przeprowadza obserwacje oraz doświadczenia, formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i></li> </ul> |

| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry |
|---|---|---|----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>– dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>– związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>– odbicia i rozpraszania światła</li> <li>– załamania światła</li> <li>– wewnętrznego odbicia światła</li> <li>– rozszczepienia światła</li> <li>– soczewek</li> <li>– tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>– tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>– lupy</li> <li>– polaryzacji światła,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: 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 oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła (<math>n</math>) w danym ośrodku</li> <li>• opisuje miraż (dolny i górny) jako przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła</li> <li>• stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła</li> <li>• oblicza kąt graniczny z prawa Snelliusa, interpretuje jego związek z współczynnikiem <math>n</math></li> <li>• opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia</li> <li>• opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>• wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła przy jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat</li> <li>• opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykładu zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozszczepienia światła</li> <li>• stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody</li> <li>• posługuje się pojęciem zdolności skupiającej wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń</li> <li>• opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania; stosuje przybliżenie cienkiej soczewki</li> <li>• stosuje do obliczeń równanie soczewki przy obrazach rzeczywistych i pozornych; opisuje sposób pomiaru przybliżonej ogniskowej soczewki</li> <li>• opisuje konstrukcję obrazów pozornych tworzonych przez soczewki oraz rysuje konstrukcyjnie te obrazy; określa cechy obrazu tworzonego przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki</li> <li>• opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i podczas odbicia</li> <li>• wskazuje i opisuje zastosowania polaryzatorów</li> <li>• przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>- obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej</li> <li>- obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody,</li> <li>- <b>obserwuje zjawisko interferencji fal</b></li> <li>- obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej</li> <li>- <b>demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku</b></li> <li>- wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji</li> <li>- <b>wyznacza wartość współczynnika załamania</b></li> </ul> </li> </ul> | <p>konstrukcyjnie obrazy tworzone przez te przyrządy; posługuje się pojęciem powiększenia kąтового</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych w kontekście zjawiska dyfrakcji</li> <li>• wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i podczas jego odbicia</li> <li>• opisuje zmianę natężenia światła podczas przejścia przez polaryzator</li> <li>• wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>- dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>- interferencji światła</li> <li>- odbicia i rozpraszania światła</li> <li>- załamania światła</li> <li>- wewnętrznego odbicia światła</li> <li>- rozszczepienia światła</li> <li>- soczewek</li> <li>- tworzenia obrazu rzeczywistego</li> <li>- przez soczewkę skupiającą</li> <li>- tworzenia obrazów pozornych</li> <li>- przez soczewki</li> <li>- przyrządów optycznych</li> <li>- wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła</li> <li>- polaryzacji światła</li> </ul> </li> </ul> <p>oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>, zwłaszcza dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- własności i zastosowań fal elektromagnetycznych</li> <li>- dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>- wykorzystania światłowodów</li> </ul> </li> </ul> |                      |

| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
|--|--|--|--|
|  | <p><b>światła z pomiaru kąta granicznego</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe</li> <li>- <b>bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu</b></li> <li>- bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki</li> <li>- buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza oraz teleskop zwierciadlany</li> <li>- <b>obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle</b> oraz polaryzację światła podczas jego odbicia; opisuje wyniki obserwacji, analizuje wyniki pomiarów, wyciąga wnioski</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>- dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>- związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>- odbicia i rozpraszania światła</li> <li>- załamania światła</li> <li>- wewnętrznego odbicia światła</li> <li>- rozszczepienia światła</li> <li>- soczewek i tworzenia obrazów przez soczewki oraz wykorzystania równania soczewki</li> <li>- przyrządów optycznych</li> <li>- polaryzacji światła,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje wynik analizie, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub ilustruje je na schematycznych rysunkach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących zwłaszcza: fal elektromagnetycznych, wykorzystania światłowodów, powstawania tęczy i halo, przyrządów optycznych, zastosowania polaryzatorów</li> <li>• analizuje tekst: <i>O tym, do czego służą „odblaski”</i> lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania prostych zadań lub problemów</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- powstawania tęczy i halo</li> <li>- przyrządów optycznych</li> <li>- zastosowania polaryzatorów;</li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</li> </ul> |  |
| <b>17. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego</b>   |  |  |  |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem promieniowania</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje na wybranych przykładach promieniowanie</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, do czego służy model ciała</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>R</sup>wyznacza <i>n</i>-ty promień orbity</li> </ul> |

| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
|--|--|--|--|
| <p>termicznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia</li> <li>rozdziela smog i efekt cieplarniany</li> <li>objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne</li> <li>opisuje światło jako strumień fotonów</li> <li>posługuje się pojęciem pędu fotonu</li> <li>wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe własności światła</li> <li>wskazuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii</li> <li>rozdziela widma ciągłe i nieciągłe – dyskretne; wskazuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>rozdziela widma emisyjne i absorpcyjne gazów</li> <li>rozdziela stan podstawowy i stany wzbudzone atomu</li> <li>wskazuje zastosowania laserów</li> <li>opisuje promieniowanie rentgenowskie jako fale elektromagnetyczne</li> <li>wskazuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego: zdjęcia rentgenowskie, tomografia komputerowa, obserwacje astronomiczne</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> <li>promieniowania rentgenowskiego i jego widma,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: 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 oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>termiczne ciało i jego zależność od temperatury</li> <li>porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki</li> <li>przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej; posługuje się pojęciem kwantu energii</li> <li>wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni</li> <li>omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu cieplarnianego</li> <li>przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu</li> <li>porównuje smog i efekt cieplarniany</li> <li>opisuje zjawiska fotoelektryczne, fotochemiczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej</li> <li>stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska; posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowoltom</li> <li>stosuje zależność między pędem fotonu a jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy</li> <li>przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła</li> <li>opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła</li> <li>opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek</li> <li>objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii; oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek</li> <li>opisuje pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronów między poziomami energetycznymi</li> <li>w atomach połączonych z emisją lub absorpcją kwantu światła</li> <li>analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru</li> <li>opisuje model Bohra atomu wodoru</li> <li>schematycznie przedstawia poziomy energetyczny atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami połączone z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem</li> </ul> | <p>doskonale czarnego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>stosuje do obliczeń bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona</li> <li>wyjaśnia, dlaczego zjawiska związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym</li> <li>objaśnia założenia mechaniki kwantowej</li> <li>wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego; uzasadnia ograniczoną zdolność rozdzielczą mikroskopu optycznego</li> <li>opisuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru; stosuje do obliczeń wzór Rydberga</li> <li>opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; omawia zastosowania laserów</li> <li>uzasadnia założenia modelu Bohra atomu wodoru odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia</li> <li>omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w laserze na swobodnych elektronach oraz zastosowania tego lasera</li> <li>opisuje na przykładach zastosowania promieniowania rentgenowskiego</li> <li>wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formuluje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> <li>promieniowania rentgenowskiego i jego widma</li> </ul> </li> </ul> | <p>elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie; wyprowadza wzór Rydberga z modelu Bohra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> <li>promieniowania rentgenowskiego i jego widma</li> </ul> </li> <li>oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności, ilustruje je graficznie</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka atomowa</i>; formuluje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny  | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry  |
|---|--|--|---|
|   | <p>energii jonizacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje powstawanie promieniowania rentgenowskiego jako promieniowania hamowania; oblicza krótkofalową granicę widma promieniowania rentgenowskiego</li> <li>omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w lampie rentgenowskiej; analizuje widmo tego promieniowania</li> <li>przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada promieniowanie termiczne</li> <li>– bada rolę diody LED jako fotodiody</li> <li>– obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej;</li> </ul> </li> <li>opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– promieniowania termicznego</li> <li>– efektu cieplarnianego</li> <li>– zjawiska fotoelektrycznego i fotokomórki</li> <li>– pędu fotonu</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>– <math>R</math>modelu Bohra</li> <li>– promieniowania rentgenowskiego i jego widma, w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, w tym: efektu cieplarnianego, falowej natury materii, widm, promieniowania rentgenowskiego</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <p>oraz: uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, a w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– efektu cieplarnianego</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm</li> <li>– promieniowania rentgenowskiego;</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li> <li>realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Spektroskop</i></li> </ul> |   |
| <b>18. Fizyka jądrowa</b>   |  |  |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna</li> <li>posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa</li> <li>wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</li> <li>wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej</li> <li>posługuje się pojęciami: antycząstka, antymateria, antyelektron (pozyton)</li> <li>opisuje kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji</li> <li>opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe</li> <li>przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, a w szczególności omawia doświadczenie Rutherforda</li> <li>opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus (<math>\beta^+</math> i <math>\beta^-</math>) oraz</li> </ul>  | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron-pozyton</li> <li>omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i <math>R</math>dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe</li> <li>omawia przykłady zastosowania zjawiska</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii jądrowej</li> </ul> </li> </ul> |



| Stopień dopuszczający   | Stopień dostateczny   | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry   |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>rozdziela promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe</li> <li>wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy</li> <li>wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</li> <li>wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozdziela syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia</li> <li>posługuje się pojęciem galaktyki, rozdziela galaktyki i gwiazdozbiory</li> <li>podaje przybliżony wiek Wszechświata</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>składu jądra atomowego</li> <li>reakcji jądrowych</li> <li>promieniowania jądrowego</li> <li>rozpadu promieniotwórczego</li> <li>energii jądrowej</li> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: 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 oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje przykłady takich przemian jądrowych</li> <li>zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku</li> <li>opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki</li> <li>omawia wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia</li> <li>omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych</li> <li>opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu</li> <li>opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór <math>DE = Dmc^2</math></li> <li>wykazuje, że jednostkę współczynnika <math>c^2</math> można zapisać <math>\frac{J}{\text{kg}}</math>; interpretuje wartość tego współczynnika</li> <li>posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór <math>E = mc^2</math> do obliczeń</li> <li>posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych</li> <li>oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania</li> <li>opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu <math>^{235}\text{U}</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>opisuje zasadę działania elektronu jądrowej</li> <li>porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia</li> <li>wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach</li> <li>opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>rozdziela białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury</li> <li>opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego i parseka</li> <li>opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; oblicza przybliżony wiek Wszechświata,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna</li> <li>stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań</li> <li>opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość</li> <li>omawia problemy związane z budową elektronu termojądrowych i plany przewyżczenia tych problemów</li> <li>omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy</li> <li>omawia supernowe i czarne dziury</li> <li>omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie</li> <li>opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata</li> <li>stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>reakcji jądrowych</li> <li>promieniowania jądrowego</li> <li>rozpadu promieniotwórczego</li> <li>związku między masą a energią</li> <li>energii jądrowej</li> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk</li> </ul> </li> </ul> <p>oraz: ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>zastosowania czasu połowicznego rozpadu</li> <li>energetyki jądrowej</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk</li> </ul> <p>oraz wykazuje podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka jądrowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |



| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
|--|---|---|---|
|  | <p>opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zależność między odległością do galaktyki a prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a</li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka</li> <li>reakcji jądrowych</li> <li>promieniowania jądrowego</li> <li>rozpadu promieniotwórczego</li> <li>energii jądrowej</li> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk, w tym: posługuje się tablicami fizycznymi lub chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi, zapisuje równania reakcji jądrowych</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, zwłaszcza: zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie, datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math>, energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji gwiazd</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>różnych rodzajów elektrowni</li> <li>ewolucji gwiazd</li> <li>rozszerzania się Wszechświata;</li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów...</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów</li> </ul>   |   |
| <b>19. Elementy fizyki relatywistycznej</b>  |   |   |   |
| <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</li> <li>wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora</li> <li>wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu informacji</li> <li>wskazuje, że równoczesność zdarzeń zależy od układu odniesienia</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>czasoprzestrzeni</li> <li>względności równoczesności</li> <li>historii rozwoju teorii względności</li> </ul> </li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje i stosuje transformacje Galileusza</li> <li>posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria</li> <li>analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</li> <li>stosuje zasadę względności Einsteina</li> <li>wyjaśnia, kiedy możemy stosować transformację Galileusza</li> <li>opisuje względność równoczesności</li> <li>wskazuje na diagramie czasoprzestrzennym przykłady zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia</li> <li>opisuje paradoks bliźniąt</li> <li>przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności</li> <li>posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy</li> </ul>   | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia transformacje Galileusza w czasoprzestrzeni</li> <li>stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań</li> <li>rysuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</li> <li>wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina; porównuje teorie Galileusza i Einsteina</li> <li>opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań</li> <li>wykazuje stałość prędkości światła</li> </ul> | <p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów</li> <li>opisuje ruch plamki światła przesuwanej się po Księżycu</li> <li>wykazuje na wybranym przykładzie, że poruszające ciało skraca się w kierunku ruchu</li> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>czasoprzestrzeni</li> <li>transformacji Lorentza</li> </ul> </li> </ul> |

| Stopień dopuszczający  | Stopień dostateczny   | Stopień dobry   | Stopień bardzo dobry  |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- związku między masą a energią, w tym: 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 oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną</li> <li>• posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje do obliczeń wzór na energię całkowitą</li> <li>• wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii</li> <li>• analizuje zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- czasoprzestrzeni</li> <li>- transformacji Lorentza</li> <li>- względności równoczesności</li> <li>- historii rozwoju teorii względności</li> <li>- związku między masą a energią</li> <li>- energii całkowitej,</li> </ul>           w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi         </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i></li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia względność równoczesności zdarzeń na podstawie diagramu czasoprzestrzennego</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego istnienie zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia, nie prowadzi do paradoksów</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym</li> <li>• <sup>R</sup>wyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; wyjaśnia paradoks bliźniąt</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz ideę ogólnej teorii względności</li> <li>• porównuje wskazane teorie z historii rozwoju teorii względności</li> <li>• porównuje energię spoczynkową z innymi formami energii</li> <li>• wyjaśnia, że zasada zachowania energii obowiązuje także w fizyce relatywistycznej oraz, że są różne umowy, co do znaczenia słowa <i>masa</i></li> <li>• opisuje zależność energii całkowitej od prędkości</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła</li> <li>• porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- czasoprzestrzeni</li> <li>- transformacji Lorentza</li> <li>- względności równoczesności</li> <li>- <sup>R</sup>dylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza</li> <li>- energii całkowitej</li> </ul>           oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje         </li> <li>• analizuje tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- względności równoczesności</li> <li>- <sup>R</sup>dylatacji czasu i skrócenia Lorentza</li> <li>- energii całkowitej oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności</li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul> |

| Stopień dopuszczający | Stopień dostateczny | Stopień dobry  | Stopień bardzo dobry |
|-----------------------|---------------------|--|----------------------|
|                       |                     | lub problemów<br><ul style="list-style-type: none"><li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści tego działu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów oraz wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li></ul> |                      |

**Wymagania na poszczególne oceny**

**Ocenę niedostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ nie opanował podstawowych pojęć i praw fizyki w stopniu pozwalającym na dalsze zdobywanie wiedzy,
- ▶ popełnia poważne błędy, opisując zjawiska i podając wielkości fizyczne, które tych zjawisk dotyczą.

**Ocenę dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który:

- ▶ wykazuje braki w znajomości praw i zasad fizyki ujętych w podstawie programowej oraz popełnia błędy w przedstawianiu ich w formie słownej i matematycznej, błędy te jednak nie przekreślają dalszej możliwości kształcenia,
- ▶ wymienia zjawiska fizyczne ujęte w podstawie programowej i omawiane na lekcjach, lecz popełnia nieznaczące błędy w ich opisie,
- ▶ wymienia podstawowe wielkości fizyczne potrzebne do opisanie poznanych zjawisk, ale popełnia błędy w ich definiowaniu,
- ▶ wybiera przyrządy do pomiaru poznanych wielkości fizycznych,
- ▶ rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dostateczną** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności na stopień dopuszczający, a ponadto:

- ▶ wyjaśnia niewykraczające poza podstawę programową zależności między wielkościami fizycznymi opisującymi zjawiska poznane na lekcjach,
- ▶ opisuje i wyjaśnia typowe zjawiska omawiane na lekcjach,
- ▶ opisuje wykonywane na lekcjach doświadczenia i ćwiczenia,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o niewielkim stopniu trudności.

**Ocenę dobrą otrzymuje uczeń**, który spełnia wymagania przewidziane na stopień dostateczny, a ponadto:

29 [www.dlanauczyciela.pl](http://www.dlanauczyciela.pl) © Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.

- ▶ wyjaśnia ćwiczenia i pokazy wykonywane na lekcjach,
- ▶ prezentuje, analizuje i interpretuje wyniki doświadczeń, przewiduje wystąpienie określonych zjawisk na podstawie ogólnych zasad i praw fizyki,
- ▶ planuje czynności w celu wywołania zjawiska,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o średnim stopniu trudności.

**Ocenę bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto:

- ▶ stosuje poznane prawa do rozwiązywania nietypowych problemów występujących w otaczającej rzeczywistości,
- ▶ planuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające określoną tezę,
- ▶ wykorzystuje wiadomości i umiejętności z innych przedmiotów przy rozwiązywaniu problemów z fizyki,
- ▶ wykorzystuje wiadomości pochodzące ze środków masowego przekazu,
- ▶ rozwiązuje zadania obliczeniowe o zwiększonym stopniu trudności.

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na niższe oceny, a ponadto wyróżnia się w jednej z niżej podanych dziedzin:

- ▶ samodzielnie dociera do informacji zawartych w literaturze naukowej i popularnonaukowej, wykorzystuje je praktycznie,
- ▶ interesuje się określoną dziedziną fizyki lub astronomii, co przejawia się studiowaniem literatury lub prowadzeniem badań, których wyniki przedstawia w określonej formie.
- ▶ jest finalistą lub laureatem olimpiady przedmiotowej i/lub odnosi znaczące sukcesy w konkursach fizycznych albo astronomicznych na szczeblu co najmniej wojewódzkim.

Dobrze przeprowadzona kontrola i ocena wyników nauczania:

- ▶ dostarcza nauczycielowi informacji o jego pracy,
- ▶ dostarcza rodzicom lub opiekunom danych o pracy ucznia,
- ▶ zachęca ucznia do dalszej nauki; pomaga mu dostrzec, a następnie usuwać własne braki,
- ▶ stanowi podstawę procesów selekcyjnych (promocja do następnej klasy, przejście do szkoły wyższego szczebla),
- ▶ odzwierciedla jakość i zakres kompetencji uzyskanych przez absolwenta szkoły.