**3** **Plan wynikowy**

*"Wymagania edukacyjne z fizyki dla klasy 3c na rok szkolny 2024/25 w oparciu o program nauczania fizyki dla liceum ogólnokształcącego i technikum "Odkryć Fizykę 3"- Marcin Braun, Weronika Śliwa, wydawnictwo Nowa Era*

1 Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką.

2 W kolumnie „Wymagania" nawiasami oznaczono wymagania odnoszące się do zapisów celów operacyjnych ujętych w nawias w kolumnie „Cele operacyjne".

Symbolem D oznaczono treści spoza podstawy programowej

| **Zagadnienie** | **Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)1**  **Uczeń:** | **Wymagania2** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **podstawowe** | | **ponadpodstawowe** | |
| **konieczne** | **podstawowe** | **rozszerzające** | **dopełniające** |
| **Rozdział 7. Termodynamika** | | | | | |
| 1. Cząsteczki i energia | wyjaśnia, czym zajmuje się termodynamika; porównuje właściwości substancji w różnych stanach skupienia, wynikające z ich budowy mikroskopowej; analizuje jakościowo związek między temperaturą a średnią energią kinetyczną cząsteczek | X |  |  |  |
| wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisów: ilustruje model zjawiska dyfuzji, bada jakościowo szybkość topnienia lodu; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji; formułuje wnioski | X | (X) |  |  |
| opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek, wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości; (opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych) |  | X | (X) |  |
| (informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując mu energię w postaci ciepła); odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy | (X) | X |  |  |
| posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji; uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; bada zjawisko dyfuzji, korzystając z internetu (planuje i modyfikuje jego przebieg) |  |  | X | (X) |
| **2. Rozszerzalność cieplna** | opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje odpowiednie przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości |  | X |  |  |
| wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych** (bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski) |  | X | (X) |  |
| omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystywania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków (analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystywania |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **3. Ciepło właściwe** | posługuje się pojęciem *ciepła właściwego* wraz z jego jednostką (interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk); porównuje ciepło właściwe różnych substancji | X | (X) |  |  |
| wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii |  | X |  |  |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy, termometru, cylindra miarowego; analizuje wyniki pomiarów, oblicza sprawność czajnika |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących historii poglądów na naturę ciepła |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem (posługuje się skalami temperatur: Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem *mocy*); ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego* |  |  | X | (X) |
| **4. Przemiany fazowe** | rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje i opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; wskazuje (i opisuje) przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości | X | (X) |  |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji; formułuje wnioski | X |  | (X) |  |
| odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych (Dopisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi przemian fazowych |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z przemianami fazowymi; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z przemianami fazowymi; uzasadnia podane stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **5. Ciepło topnienia i ciepło parowania** | posługuje się pojęciem *ciepła przemiany fazowej* – *ciepła topnienia* i *ciepła parowania* – wraz z jednostką, interpretuje to pojęcie i stosuje je do obliczeń (oraz wyjaśniania zjawisk) |  | X | (X) |  |
| informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania energia się wydziela (opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał) | X |  | (X) |  |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada wpływ soli na topnienie lodu; opisuje (i wyjaśnia) zaobserwowane zjawisko |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą przemian fazowych; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych (Dopisuje działanie lodówki) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z wykorzystywaniem ciepła przemiany fazowej; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wykorzystywaniem ciepła przemiany fazowej; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 6. Bilans cieplny | analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i zmiany stanu skupienia |  | X |  |  |
| wyjaśnia, na czym polega bilans cieplny, analizuje go jako zasadę zachowania energii i stosuje go do obliczeń (oraz wyjaśniania zjawisk) |  | X | (X) |  |
| wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej w*analizie bilansu cieplnego |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; analizuje otrzymany wynik |  |  | X | (X) |
| 7. Wyznaczanie ciepła właściwego | **doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe metalu, posługując się bilansem cieplnym**; zapisuje wyniki pomiarów wraz ich jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów (ocenia wynik doświadczenia z uwzględnieniem niepewności pomiarowych), wskazuje ich przyczyny (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; analizuje otrzymany wynik |  |  | X | (X) |
| 8. Wartość energetyczna | posługuje się pojęciem *wartości energetycznej paliw*, podaje jej jednostkę dla paliw: stałych, gazowych i płynnych; |  | X |  |  |
| posługuje się pojęciem *wartości energetycznej żywności* wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń (porównuje wartości energetyczne wybranych pokarmów) | (X) | X |  |  |
| informuje, od czego zależy zapotrzebowanie energetyczne człowieka (odróżnia wartość energetyczną od wartości odżywczej) | X | (X) |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności; analizuje otrzymany wynik |  |  | X | (X) |
| 9. Niezwykłe właściwości wody | wymienia (i omawia) szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości (uzasadnia, że woda łagodzi klimat) | X | (X) |  |  |
| opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody (szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi szczególnych własności wody |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące własności wody; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące własności wody |  |  | X | (X) |
| Powtórzenie i sprawdzian | realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ruchy Browna* (lub inny związany z tematyką tego rozdziału); prezentuje wyniki doświadczeń domowych (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy) |  |  | X | (X) |
| dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału *Termodynamika* |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Termodynamika*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne) | X  (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności) | | | |
| **Rozdział 8. Drgania i fale** | | | | | |
| 10. Prawo Hooke’a | posługuje się pojęciem *siły ciężkości*, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa *siłę sprężystości* | X |  |  |  |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada rozciąganie sprężyny; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości (z uwzględnieniem niepewności pomiaru), formułuje wniosek (interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości) |  | X | (X) |  |
| podaje i omawia prawo Hooke’a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke’a do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk) |  | X | (X) |  |
| opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem *współczynnika sprężystości* i jego jednostką, interpretuje ten współczynnik; stosuje wzór na siłę sprężystości do obliczeń |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą osiągnięć Roberta Hooke’a |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke’a; wykonuje obliczenia; ustala i uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke’a; planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke’a |  |  | X | (X) |
| **11. Opis ruchu drgającego** | opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań | X |  |  |  |
| analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami : *wychylenia,* *amplitudy* oraz *okresu drgań* (rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu) | (X) | X |  |  |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – tworzy wykres zależności *x*(*t*) w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker (planuje i modyfikuje jego przebieg), wyznacza okres drgań |  | X | (X) |  |
| Dopisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową |  |  | X |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących ruchu drgającego (np. ruchu wahadła Foucaulta) |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem ruchu drgającego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; szkicuje wykres *x*(*t*); ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem ruchu drgającego |  |  | X | (X) |
| **12. Wahadło sprężynowe** | analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek drgający na sprężynie, zwany też wahadłem sprężynowym; (wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na ciężarek w różnych jego położeniach)) | X | (X) |  |  |
| posługuje się pojęciami *energii*: *kinetycznej,* *potencjalnej grawitacji* i *potencjalnej sprężystości*; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym (wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu tych przemian; Dinterpretuje podany wzór na energię sprężystości) | X | (X) |  |  |
| opisuje zmiany prędkości i przyspieszenia drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z analizą ruchu oraz przemian energii w ruchu drgającym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z analizą ruchu oraz przemian energii w ruchu drgającym |  |  | X | (X) |
| **13. Badanie wahadła sprężynowego** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy**, **bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy** i od współczynnika sprężystości (Dbada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości, planuje i modyfikuje jego przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy); przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy i współczynnika sprężystości; Dinterpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o masie *m* na sprężynie i wahadła matematycznego | X |  | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ruchu wahadeł |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z okresem drgań wahadła sprężynowego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z okresem drgań wahadeł, sprężynowego i Dmatematycznego |  |  | X | (X) |
| **14. Drgania wymuszone i tłumione. Rezonans** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; bada drgania tłumione; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność *x*(*t*) dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu (szkicuje wykresy tej zależności) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystywania zjawiska rezonansu i jego negatywnych skutków |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 15. Fale mechaniczne | opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem *prędkości fali* (opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych); wskazuje impuls falowy | X | (X) |  |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: (obserwuje fale na wodzie) oraz fale w układzie ciężarków i sprężyn; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski | (X) | X |  |  |
| posługuje się pojęciami *amplitudy*, *okresu*, *częstotliwości i długości fali* wraz z ich jednostkami do opisu fal (stosuje do obliczeń związki między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali) | X | (X) |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych |  |  | X | (X) |
| 16. Fale dźwiękowe | opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków (opisuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych) | X | (X) |  |  |
| rozróżnia fale poprzeczne i fale podłużne; wskazuje ich przykłady |  | X |  |  |
| opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali i między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia (i wyjaśnia) zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury (uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu) |  | X | (X) |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków; opisuje obserwacje, formułuje wnioski |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących fal dźwiękowych |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące dźwięków; analizuje oscylogramy, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące dźwięków |  |  | X | (X) |
| Temat dodatkowy. Dźwięki muzyki | Dwyjaśnia, że w muzyce taki sam interwał oznacza taki sam stosunek częstotliwości dźwięków |  |  | X |  |
| Dprzeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada współbrzmienie dźwięków (demonstruje na modelu drgania struny); opisuje odczucia i obserwacje, formułuje wnioski | (X) | X |  |  |
| Dpodaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków; Domawia strój równomiernie temperowany oraz drgania struny; Dwyjaśnia, od czego zależy barwa dźwięku instrumentu |  |  | X |  |
| Drozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące dźwięków instrumentów muzycznych; wykonuje obliczenia | (X) | X |  |  |
| Drozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy, które dotyczą dźwięków instrumentów muzycznych |  |  | X | (X) |
| 17. Fale elektromagnetyczne | wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (opisuje światło jako falę elektromagnetyczną) | X | (X) |  |  |
| omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna (Domawianadawanie i odbiór fal radiowych) |  | X | (X) |  |
| (wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i przykłady ich zastosowania); omawia widmo fal elektromagnetycznych | (X) | X |  |  |
| Dwyjaśnia naukowe znaczenie słowa *teoria;* posługuje się informacjami na temat roli, jaką odegrał Maxwell w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia; ustala odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące fal elektromagnetycznych; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| Powtórzenie i sprawdzian | realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ten zegar stary...* (lub inny związany z tematyką tego rozdziału); prezentuje wyniki doświadczeń domowych (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy) |  |  | X | (X) |
| dokonuje syntezy wiedzy o drganiach i falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału *Drgania i fale* |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia liczbowe i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Drgania i fale*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne) | X  (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności) | | | |
| **Rozdział 9. Zjawiska falowe** | | | | | |
| **18. Powierzchnie falowe. Odbicie fal** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – demonstruje fale koliste i fale płaskie; opisuje i ilustruje na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji | X |  |  |  |
| (posługuje się pojęciami*: powierzchnia falowa*, *promień fali*; rozróżnia fale: płaskie, koliste i kuliste; wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości); opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych | (X) | X |  |  |
| opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej (stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i obliczeń) | X | (X) |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, dotyczącymi zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał) |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **19. Rozpraszanie fal** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: **demonstruje** (rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej) oraz **rozpraszanie światła w ośrodku**; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, formułuje wnioski | X | (X) |  |  |
| opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej (oraz na niejednorodnościach ośrodka); wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości | X | (X) |  |  |
| opisuje (i wyjaśnia) przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie, wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **20. Załamani fal** | opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania (Dopisuje zależność między kątami podania i kątami załamania – prawo Snelliusa); podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce | X |  | (X) |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku i (wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska załamania fal; wskazuje, opisuje (i wyjaśnia) przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np. złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące załamania fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **21. Całkowite wewnętrzne odbicie** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje odbicie i załamanie światła; opisuje i ilustruje – na schematycznych rysunkach – wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X |  |  |
| opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem *kąta granicznego* (Dzapisuje prawo Snelliusa dla tego kąta) |  | X | (X) |  |
| opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania; omawia inne przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych) |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania światła; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania światła; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 22. Tęcza i halo | opisuje światło białe jako mieszaninę barw, ilustruje to rozszczepieniem światła za pomocą pryzmatu (opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach) | X | (X) |  |  |
| opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze powstających dzięki rozszczepieniu światła – tęcza, (druga tęcza), halo |  | X | (X) |  |
| wykorzystuje informacje pochodzące z analizy materiałów źródłowych lub z internetu dotyczące tęczy i halo do wyjaśniania zjawisk |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem tęczy i halo; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem tęczy i halo; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 23. Dyfrakcja | (ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym); opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie: związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali | (X) | X |  |  |
| przeprowadza doświadczenia. korzystając z ich opisu – obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie (i dyfrakcji światła); opisuje i ilustruje na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal; wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości (omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z dyfrakcją fal, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z dyfrakcją fal |  |  | X | (X) |
| 24. Interferencja fal | podaje zasadę superpozycji fal; stosuje ją do wyjaśniania zjawisk | X |  | (X) |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| opisuje (i wyjaśnia) zjawisko interferencji fal oraz przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal (opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami dotyczącymi historii falowej teorii fal elektromagnetycznych; Drozróżnia światło spójne i światło niespójne |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z interferencją fal |  |  | X | (X) |
| 25. Dyfrakcja i interferencja światła w przyrodzie | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| Dopisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; Danalizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy |  |  | X |  |
| wskazuje (i opisuje) przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła – w przyrodzie: barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych, i Dw atmosferze: wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z interferencją fal |  |  | X | (X) |
| 26. Polaryzacja światła | opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora (rozróżnia światło spolaryzowane i światło niespolaryzowane) | (X) | X |  |  |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: **obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle**, Dobserwuje polaryzację przy odbiciu; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) obserwacje, formułuje wnioski |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi polaryzacji światła; wskazuje (i opisuje) przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; uzasadnia stwierdzenia; projektuje okulary polaryzacyjne |  |  | X | (X) |
| 27. Efekt Dopplera | analizuje efekt Dopplera dla fal na wodzie i dla fali dźwiękowej w przypadku, gdy źródło porusza się wolniej niż fala – gdy zbliża się do obserwatora i gdy oddala się od obserwatora |  | X |  |  |
| podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera |  | X |  |  |
| interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk (i obliczeń) |  | (X) | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 28. Więcej o efekcie Dopplera | analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala – gdy zbliża się do źródła i gdy oddala się od źródła; podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych |  | X |  |  |
| podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera (Domawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi historii badań efektu Dopplera |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| Powtórzenie i sprawdzian | dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego rozdziału |  | X | (X) |  |
| prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych (lub projektów) dotyczących treści rozdziału *Zjawiska falowe* (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Zjawiska falowe*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne) | X  (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności) | | | |
| **Rozdział 10. Fizyka atomowa** | | | | | |
| 29. Podwójna natura światła | opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wskazuje, opisuje (i wyjaśnia) przykłady tego zjawiska |  | X | (X) |  |
| opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk) |  | X | (X) |  |
| posługuje się pojęciami e*lektronowoltu* i *pracy wyjścia* (wykorzystuje pojęcia *energii fotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu) |  | X | (X) |  |
| opisuje zjawisko fotochemiczne jako zjawisko wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości równej lub większej od granicznej, wskazuje przykłady jego występowania w otaczającej rzeczywistości |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury światła |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **30. Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?** | Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, wskazuje przykłady ich wykorzystania |  |  | X |  |
| Dposługuje się pojęciem fal materii – fal de Broglie’a (Dinterpetuje podany wzór na długość fali de Broglie’a, stosuje go do obliczeń) i wyjaśniania zjawisk |  | (X) | X |  |
| Duzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy, oraz wyjaśnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał |  |  | X |  |
| Drozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z falami materii, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, i analizuje otrzymany wynik |  | X |  |  |
| Drozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z falami materii; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **31. Promieniowanie termiczne** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje promieniowanie termiczne (opisuje wynik obserwacji, formułuje wniosek) | X | (X) |  |  |
| analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności (Danalizuje zależność mocy promieniowania od jego częstotliwości dla Słońca i włókna żarówki) |  | X | (X) |  |
| Dposługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie |  | X |  |  |
| przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania – założenie Plancka |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; analizuje przedstawione teksty oraz ilustracje i wyodrębnia z nich informacje kluczowe; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **32. Mechanizm efektu cieplarnianego** | Dwyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany, opisuje jego powstawanie |  |  | X |  |
| Dpodaje przyczyny efektu cieplarnianego (oraz omawia jego skutki dla przyrody i ludzi) | X | (X) |  |  |
| Drozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |  | X | (X) |  |
| **33. Ograniczanie efektu cieplarnianego** | Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje źródła, analizując w jakim stopniu przyczyniają się one do efektu cieplarnianego |  | X |  |  |
| Domawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego |  | X |  |  |
| Dposługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą efektu cieplarnianego |  | X |  |  |
| Drozwiązuje typowe (albo złożone) zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |  | X | (X) |  |
| 34. Promieniowanie rozgrzanego gazu | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje i porównuje widma żarówki i świetlówki (opisuje obserwacje) | X | (X) |  |  |
| posługuje się pojęciem *widma*; rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów |  | X |  |  |
| analizuje i porównuje widma emisyjne i widma absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami dotyczącymi wykorzystania analizy promieniowania – widm: poznawanie na tej podstawie budowy gwiazd, stosowanie tej metody we współczesnej kryminalistyce |  |  | X |  |
| rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |  | X | (X) |  |
| 35. Jak powstaje widmo liniowe | opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu; posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; wskazuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra |  | X |  |  |
| rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach, co jest połączone z emisją lub absorpcją kwantu światła (wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych znajdują się dla danego gazu w tych samych miejscach – przy tych samych częstotliwościach) |  | X | (X) |  |
| opisuje zjawisko jonizacji jako zjawisko wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem *energii jonizacji* |  | X |  |  |
| przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej |  | X |  |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące promieniowania gazu, powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji; analizuje otrzymany wynik; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| Temat dodatkowy. Model atomu Bohra | Dwymienia postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia (Dwyznacza promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru); wykazuje, że jest on proporcjonalny do kwadratu numeru orbity |  | X | (X) |  |
| opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia (Danalizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; Dposługuje się wzorem Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń) |  | X | (X) |  |
| Dposługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na *n*-tej orbicie, interpretuje ten wzór (Dwykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga); Danalizuje różne modele wybranego zjawiska |  |  | X | (X) |
| Drozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |  | X | (X) |  |
| Powtórzenie i sprawdzian | dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą treści tego rozdziału; prezentuje efekty pracy własnej, np. doświadczeń domowych i obserwacji (planuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy); (prezentuje efekty projektu związanego z tematyką tego rozdziału) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności: (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Fizyka atomowa*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne) | X  (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności) | | | |
| **Rozdział 11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat** | | | | | |
| 36. Budowa jądra atomowego | posługuje się pojęciami: *pierwiastek*, *jądro atomowe*, *izotop*, *proton*, *neutron*, *elektron* do opisu składu materii (opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej) | X | (X) |  |  |
| informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze; posługuje się pojęciem *sił przyciągania jądrowego* | X | (X) |  |  |
| przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej (omawia doświadczenie Rutherforda) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje rozwiązania na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| **37. Promieniowanie jądrowe** | wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia (i opisuje) wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego |  | X | (X) |  |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: wykrywa – obserwuje promieniotwórczość różnych substancji (opisuje obserwacje, formułuje wniosek; wskazuje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości) | X | (X) |  |  |
| wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (), beta () i gamma () |  | X |  |  |
| wymienia (i opisuje) przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie; przedstawia wybrane informacje z historii badań promieniotwórczości naturalnej |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z właściwościami promieniowania jądrowego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| **38. Wpływ promieniowania na materię i organizmy** | odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; ukazuje (i opisuje) wpływ promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe |  | X | (X) |  |
| podaje (i opisuje) przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą skutków i zastosowań promieniowania jądrowego |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe; formułuje hipotezy, uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| **39. Reakcje jądrowe** | posługuje się pojęciami *jądra stabilnego* i *jądra niestabilnego* (odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych); opisuje powstawanie promieniowania gamma | (X) | X |  |  |
| opisuje rozpady alfa () i beta (); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku |  | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą występowania (np. radonu) oraz wykorzystywania izotopów promieniotwórczych (np. helu) |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące reakcji jądrowych; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych |  |  | X | (X) |
| **40. Czas połowicznego rozpadu** | opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem *czasu połowicznego rozpadu*, wskazuje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu |  | X |  |  |
| opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności (wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu) |  | X | (X) |  |
| Dopisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych i stosuje ją do obliczeń |  |  | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia szacunkowe | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu |  |  | X | (X) |
| 41. Energia jądrowa | opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu 235U zachodzącą w wyniku pochłonięcia przezeń neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; podaje, co to jest masa krytyczna |  | X |  |  |
| (wskazuje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia); opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej | (X) | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą energii jądrowej (omawia budowę reaktora jądrowego) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią jądrową; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z energią jądrową |  |  | X | (X) |
| 42. Energia syntezy termojądrowej | opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej zachodzącą w gwiazdach (podaje warunki, w jakich ta reakcja może zachodzić); zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru | (X) | X |  |  |
| wskazuje ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej (wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym – w jego przypadku nie można uzyskać energii jądrowej) |  | X | (X) |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych dotyczących reakcji jądrowych |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |  | X | (X) |  |
| 43. Masa i energia | stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy: |  | X |  |  |
| Dposługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*; Dopisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton; posługuje się (przedstawionymi) lub samodzielnie wyszukanymi informacjami dotyczącymi równoważności masy i energii |  | (X) | X |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy |  |  | X | (X) |
| 44. Deficyt masy | posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu |  | X |  |  |
| stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych (oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji) |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje analizie otrzymany wynik | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; uzasadnia stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| 45. Życie Słońca | wskazuje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia (opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel) | X | (X) |  |  |
| podaje przybliżony wiek Słońca; opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł) | X | (X) |  |  |
| rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące życia Słońca; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia |  | X | (X) |  |
| 46. Życie gwiazd – kosmiczna menażeria | (wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję); opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury | (X) | X |  |  |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ewolucji gwiazd |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z ewolucją gwiazd; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik |  | X | (X) |  |
| 47. Wszechświat | opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata (podaje przybliżony wiek Wszechświata), opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk | (X) | X |  |  |
| wymienia najważniejsze metody badania kosmosu (posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, które dotyczą historii badań dziejów Wszechświata) |  | X | (X) |  |
| opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalszy losy Wszechświata |  |  | X |  |
| rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące Wszechświata; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |  | X | (X) |  |
| Powtórzenie i sprawdzian | dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą treści tego rozdziału; prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy tekstu, obserwacji, realizacji projektu |  | X | (X) |  |
| rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi | (X) | X |  |  |
| rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia |  |  | X | (X) |
| rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne) | X  (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności) | | | |

Wymagania edukacyjne są dostosowywane do indywidualnych potrzeb rozwojowych i edukacyjnych oraz możliwości psychofizycznych ucznia zgodnie z wskazanymi przepisami ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania w sprawie oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy w szkołach publicznych :

1) posiadającego orzeczenie o potrzebie kształcenia specjalnego – na podstawie tego orzeczenia oraz ustaleń zawartych w Indywidualnym Programie Edukacyjno-Terapeutycznym,

2) posiadającego orzeczenie o potrzebie indywidualnego nauczania – na podstawie tego orzeczenia,

3) posiadającego opinię poradni psychologiczno-pedagogicznej, w tym poradni specjalistycznej, o specyficznych trudnościach w uczeniu się, lub inną opinię poradni psychologiczno-pedagogicznej, w tym poradni specjalistycznej, wskazującą na potrzebę takiego dostosowania – na podstawie tej opinii,

4) nieposiadającego orzeczenia lub opinii wymienionych w pkt. 1-3, który jest objęty pomocą psychologiczno-pedagogiczną w szkole – na podstawie rozpoznania indywidualnych potrzeb rozwojowych i edukacyjnych oraz indywidualnych możliwości psychofizycznych ucznia dokonanego przez nauczycieli i specjalistów;

5) posiadającego opinię lekarza o ograniczonych możliwościach wykonywania przez ucznia określonych ćwiczeń fizycznych na zajęciach wychowania fizycznego – na podstawie tej opinii.

Szczegółowe opisy dostosowań są ujęte w dokumentacji pomocy pedagogiczno- psychologicznej.

Wymagania edukacyjne zostały opracowane przez dr Jolantę Dercz