

**Wymagania edukacyjne niezbędne do otrzymania przez ucznia poszczególnych śródrocznych i rocznych ocen klasyfikacyjnych z fizyki w klasie trzeciej .**

**Wymagania na oceny śródroczne (I półrocze) obejmują wymagania z działów od I do III włącznie, zaś na oceny roczne obejmują wszystkie wymagania z działów od I do V włącznie (cały rok szkolny)**

| <b>I. Termodynamika</b>          |  |
|----------------------------------|--|
| <b>1. Cząsteczki i energia</b>   | 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                 |
|                                  | wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisów: ilustruje model zjawiska dyfuzji, bada jakościowo szybkość topnienia lodu; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji; formułuje wnioski   |
|                                  | opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek, wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości; (opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych)   |
|                                  | (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                |
|                                  | postępuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i> ; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; postępuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji |
|                                  | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji; uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>2. Rozszerzalność cieplna</b> | opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje odpowiednie przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości  |
|                                  | wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych (bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza); opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski   |
|                                  | omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystywania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków (analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu)  |
|                                  | postępuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z Internetu, które dotyczą zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystywania  |
|                                  | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |

|   |   |
|---|---|
| <b>3. Ciepło właściwe</b>                     | posługuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką (interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk); porównuje ciepło właściwe różnych substancji   |
|   | wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii  |
|   | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy, termometru, cylindra miarowego; analizuje wyniki pomiarów, oblicza sprawność czajnika   |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących historii poglądów na naturę ciepła  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia <i>ciepła właściwego</i> ; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem (posługuje się skalami temperatur: Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem <i>mocy</i> ); ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |
| <b>4. Przemiany fazowe</b>                    | rozdziela 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 |
|   | 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   |
|   | odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych ( <sup>o</sup> opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego)   |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi przemian fazowych  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z przemianami fazowymi; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia  |
| <b>5. Ciepło topnienia i ciepło parowania</b> | posługuje się pojęciem <i>ciepła przemiany fazowej – ciepła topnienia i ciepła parowania</i> – wraz z jednostką, interpretuje to pojęcie i stosuje je do obliczeń (oraz wyjaśniania zjawisk)  |
|   | informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania energia się wydzielają (opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał)   |
|   | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada wpływ soli na topnienie lodu; opisuje (i wyjaśnia) zaobserwowane zjawisko   |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą przemian fazowych; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych ( <sup>o</sup> opisuje działanie lodówki)  |

|   |  |
|---|--|
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z wykorzystywaniem ciepła przemiany fazowej; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>6. Bilans cieplny</b>                    | analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i zmiany stanu skupienia  |
|   | wyjaśnia, na czym polega bilans cieplny, analizuje go jako zasadę zachowania energii i stosuje go do obliczeń (oraz wyjaśniania zjawisk)   |
|   | wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |
| <b>7. Wyznaczanie ciepła właściwego</b>     | 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) |
| <b>8. Wartość energetyczna</b>              | posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw</i> , podaje jej jednostkę dla paliw: stałych, gazowych i płynnych;   |
|   | posługuje się pojęciem <i>wartości energetycznej żywności</i> wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń (porównuje wartości energetyczne wybranych pokarmów)  |
|   | informuje, od czego zależy zapotrzebowanie energetyczne człowieka (odróżnia wartość energetyczną od wartości odżywczej)  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>9. Niezwykłe właściwości wody</b>        | wymienia (i omawia) szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości (uzasadnia, że woda łagodzi klimat)  |
|   | opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody (szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury)   |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z Internetu, dotyczącymi szczególnych właściwości wody   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące własności wody; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia  |
| <b>II. Ruch drgający i fale mechaniczne</b> |  |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>10. Prawo Hooke'a</b>         | posługuje się pojęciem <i>siły ciężkości</i> , stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa <i>siłę sprężystości</i>  |
|                                  | 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) |
|                                  | podaje i omawia prawo Hooke'a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke'a do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk)  |
|                                  | opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem <i>współczynnika sprężystości</i> i jego jednostką, interpretuje ten współczynnik; stosuje wzór na siłę sprężystości do obliczeń  |
|                                  | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą osiągnięć Roberta Hooke'a  |
|                                  | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke'a; wykonuje obliczenia; ustala i uzasadnia odpowiedzi  |
| <b>11. Opis ruchu drgającego</b> | opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań  |
|                                  | analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami : <i>wychylenia, amplitudy oraz okresu drgań</i> (rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu)                           |
|                                  | 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   |
|                                  | opisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową   |
|                                  | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących ruchu drgającego (np. ruchu wahadła Foucaulta)  |
|                                  | 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  |
| <b>12. Wahadło sprężynowe</b>    | 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))  |
|                                  | posługuje się pojęciami <i>energii: kinetycznej, potencjalnej grawitacji i potencjalnej sprężystości</i> ; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym (wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu tych przemian; interpretuje podany wzór na energię sprężystości)                                       |
|                                  | opisuje zmiany prędkości i przyspieszenia drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym   |

|   |   |
|---|---|
|   | 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   |
| <b>13. Badanie wahadła sprężynowego</b>           | 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 (bada 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 |
|   | opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy i współczynnika sprężystości; interpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o masie $m$ na sprężynie i wahadła matematycznego  |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ruchu wahadeł  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z okresem drgań wahadła sprężynowego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>14. Drgania wymuszone i tłumione. Rezonans</b> | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego; bada drgania tłumione; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski   |
|   | 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)   |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystywania zjawiska rezonansu i jego negatywnych skutków   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |
| <b>15. Fale mechaniczne</b>                       | opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem <i>prędkości fali</i> (opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych); wskazuje impuls falowy   |
|   | 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   |
|   | posługuje się pojęciami <i>amplitudy</i> , <i>okresu</i> , <i>częstotliwości</i> i <i>długości fali</i> wraz z ich jednostkami do opisu fal (stosuje do obliczeń związku między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali)  |

|   |   |
|---|---|
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>16. Fale dźwiękowe</b>                   | 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)  |
|   | rozróżnia fale poprzeczne i fale podłużne; wskazuje ich przykłady   |
|   | 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) |
|   | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków; opisuje obserwacje, formułuje wnioski  |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących fal dźwiękowych   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące dźwięków; analizuje oscylogramy, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia   |
|   | rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące dźwięków  |
| <b>17. Fale elektromagnetyczne</b>          | wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (opisuje światło jako falę elektromagnetyczną)   |
|   | omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna (omawia nadawanie i odbiór fal radiowych)  |
|   | (wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i przykłady ich zastosowania); omawia widmo fal elektromagnetycznych   |
|   | wyjaśnia naukowe znaczenie słowa <i>teoria</i> ; posługuje się informacjami na temat roli, jaką odegrał Maxwell w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia; ustala odpowiedzi   |
| <b>III. Zjawiska falowe</b>                 |   |
| <b>18. Powierzchnie falowe. Odbicie fal</b> | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – demonstruje fale koliste i fale płaskie; opisuje i ilustruje na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji   |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
|                             | <p>(posługuje się pojęciami: <i>powierzchnia falowa, promień fali</i>; 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</p>                                    |
|                             | <p>opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej (stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i obliczeń)</p>   |
|                             | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, dotyczącymi zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał)</p>  |
|                             | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi</p>   |
| <b>19. Rozpraszanie fal</b> | <p>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</p>  |
|                             | <p>opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej (oraz na niejednorodnościach ośrodka); wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</p>   |
|                             | <p>opisuje (i wyjaśnia) przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie, wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca</p>  |
|                             | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi</p>  |
| <b>20. Załamani fal</b>     | <p>opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania (<sup>D</sup>opisuje zależność między kątami padania i kątami załamania – prawo Snelliusa); podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce</p> |
|                             | <p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku i (wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p>  |
|                             | <p>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)</p>  |
|                             | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące załamania fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi;</p>   |
|                             | <p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje odbicie i załamanie światła; opisuje i ilustruje – na schematycznych rysunkach – wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <b>21. Całkowite wewnętrzne odbicie</b> | 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 <i>kąta granicznego</i> ( <sup>D</sup> zapisuje prawo Snelliusa dla tego kąta) |
|   | opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania; omawia inne przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)  |
|   | 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  |
| <b>22. Tęcza i halo</b>                 | 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)   |
|   | opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze powstających dzięki rozszczepieniu światła – tęcza, (druga tęcza), halo  |
|   | wykorzystuje informacje pochodzące z analizy materiałów źródłowych lub z internetu dotyczące tęczy i halo do wyjaśniania zjawisk  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem tęczy i halo; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>23. Dyfrakcja</b>                    | (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  |
|   | 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  |
|   | podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal; wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości (omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku)  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z dyfrakcją fal, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |
| <b>24. Interferencja fal</b>            | podaje zasadę superpozycji fal; stosuje ją do wyjaśniania zjawisk   |
|   | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski   |
|   | 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)   |
|   | posługuje się informacjami dotyczącymi historii falowej teorii fal elektromagnetycznych; rozróżnia światło spójne i światło niespójne   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi  |

|   |  |
|---|--|
| <b>25. Dyfrakcja i interferencja światła w przyrodzie</b> | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski   |
|   | opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy  |
|   | wskazuje (i opisuje) przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła – w przyrodzie: barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych, i w atmosferze: wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>26. Polaryzacja światła</b>                            | opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora (rozdzieli światło spolaryzowane i światło niespolaryzowane)   |
|   | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle, obserwuje polaryzację przy odbiciu; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) obserwacje, formułuje wnioski   |
|   | 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                         |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>27. Efekt Dopplera</b>                                 | 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  |
|   | podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera  |
|   | interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk (i obliczeń)   |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem   |
| <b>IV. Fizyka atomowa.</b>                                |  |
| <b>28. Podwójna natura światła</b>                        | opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wskazuje, opisuje (i wyjaśnia) przykłady tego zjawiska  |
|   | opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie <i>fotonu</i> oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk)  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>posługuje się pojęciami <i>elektronowolta</i> i <i>pracy wyjścia</i> (wykorzystuje pojęcia <i>energii fotonu</i> oraz <i>pracy wyjścia</i> w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu)</p>           |
|   | <p>opisuje zjawisko fotochemiczne jako zjawisko wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości równej lub większej od granicznej, wskazuje przykłady jego występowania w otaczającej rzeczywistości</p>   |
|   | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury światła</p>   |
|   | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>   |
| <b>29. Promieniowanie termiczne</b>           | <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje promieniowanie termiczne (opisuje wynik obserwacji, formułuje wniosek)</p>  |
|   | <p>analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności (analizuje zależność mocy promieniowania od jego częstotliwości dla Słońca i włókna żarówki)</p>                     |
|   | <p>posługuje się pojęciem <i>ciała doskonale czarnego</i>; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie</p>   |
|   | <p>przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania – założenie Plancka</p>  |
|   | <p>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</p> |
|   | <p>rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; uzasadnia stwierdzenia</p>  |
| <b>30. Mechanizm efektu cieplarnianego</b>    | <p>wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany, opisuje jego powstawanie</p>  |
|   | <p>podaje przyczyny efektu cieplarnianego (oraz omawia jego skutki dla przyrody i ludzi)</p>  |
| <b>31. Ograniczanie efektu cieplarnianego</b> | <p>wymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje źródła, analizując w jakim stopniu przyczyniają się one do efektu cieplarnianego</p>   |
|   | <p>omawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego</p>  |
|   | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą efektu cieplarnianego</p>   |

|  |   |
|--|---|
| <b>32. Promieniowanie rozgrzanego gazu</b>       | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje i porównuje widma żarówki i świetlówki (opisuje obserwacje)  |
|  | posługuje się pojęciem <i>widma</i> ; rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów  |
|  | analizuje i porównuje widma emisyjne i widma absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo  |
|  | posługuje się informacjami dotyczącymi wykorzystania analizy promieniowania – widm: poznawanie na tej podstawie budowy gwiazd, stosowanie tej metody we współczesnej kryminalistyce   |
| <b>33. Jak powstaje widmo liniowe</b>            | opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu; posługuje się pojęciem <i>orbit dozwolonych</i> ; wskazuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra  |
|  | rozdziela 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) |
|  | opisuje zjawisko jonizacji jako zjawisko wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem <i>energii jonizacji</i>   |
|  | przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej   |
|  | rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi   |
| <b>V. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat.</b> |   |
| <b>34. Budowa jądra atomowego</b>                | posługuje się pojęciami: <i>pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron</i> do opisu składu materii (opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej)   |
|  | informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze; posługuje się pojęciem <i>siły przyciągania jądrowego</i>  |
|  | przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej (omawia doświadczenie Rutherforda)  |
|  | 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   |
| <b>35. Promieniowanie jądrowe</b>                | wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia (i opisuje) wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: wykrywa – obserwuje promieniotwórczość różnych substancji (opisuje obserwacje, formułuje wniosek; wskazuje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości)</p> |
|  | <p>wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (<math>\alpha</math>), beta (<math>\beta</math>) i gamma (<math>\gamma</math>)</p>   |
|  | <p>wymienia (i opisuje) przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie; przedstawia wybrane informacje z historii badań promieniotwórczości naturalnej</p>  |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z właściwościami promieniowania jądrowego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi</p>  |
| <b>36. Wpływ promieniowania na materię i organizmy</b> | <p>odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; ukazuje (i opisuje) wpływ promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe</p>  |
|  | <p>podaje (i opisuje) przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie</p>  |
|  | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą skutków i zastosowań promieniowania jądrowego</p>  |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi</p>  |
| <b>37. Reakcje jądrowe</b>                             | <p>posługuje się pojęciami <i>jądra stabilnego</i> i <i>jądra niestabilnego</i> (odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych); opisuje powstawanie promieniowania gamma</p>   |
|  | <p>opisuje rozpady alfa (<math>\alpha</math>) i beta (<math>\beta</math>); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku</p>  |
|  | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą występowania (np. radonu) oraz wykorzystywania izotopów promieniotwórczych (np. helu)</p>   |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące reakcji jądrowych; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia</p>   |
| <b>38. Czas połowicznego rozpadu</b>                   | <p>opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem <i>czasu połowicznego rozpadu</i>, wskazuje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu</p>  |
|  | <p>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)</p>  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Opisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych i stosuje ją do obliczeń</p>  |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia szacunkowe</p>  |
| <b>39. Energia jądrowa</b>               | <p>opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu <math>^{235}\text{U}</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia przez nie neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; podaje, co to jest masa krytyczna</p>                                      |
|  | <p>(wskazuje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia); opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</p>   |
|  | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą energii jądrowej (omawia budowę reaktora jądrowego)</p>   |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią jądrową; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych</p>   |
| <b>40. Energia syntezy termojądrowej</b> | <p>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</p>                           |
|  | <p>wskazuje ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej (wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym – w jego przypadku nie można uzyskać energii jądrowej)</p>  |
|  | <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych dotyczących reakcji jądrowych</p>   |
| <b>41. Masa i energia</b>                | <p>stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy: <math>E = m \cdot c^2</math></p>   |
|  | <p>posługuje się pojęciem <i>energii spoczynkowej</i>; opisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton; posługuje się (przedstawionymi) lub samodzielnie wyszukanyimi informacjami dotyczącymi równoważności masy i energii</p> |
|  | <p>rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <b>42. Deficyt masy</b>                       | posługuje się pojęciami <i>energii wiązania</i> i <i>deficytu masy</i> ; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu   |
|   | stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych (oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji)  |
|   | rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje analizie otrzymany wynik  |
| <b>43. Życie Słońca</b>                       | 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)      |
|   | podaje przybliżony wiek Słońca; opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł)  |
| <b>44. Życie gwiazd – kosmiczna menażeria</b> | (wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję); opisuje elementy ewolucji gwiazd: najbliższych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury |
|   | posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ewolucji gwiazd   |
| <b>45. Wszechświat</b>                        | opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata (podaje przybliżony wiek Wszechświata), opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk   |
|   | wymienia najważniejsze metody badania kosmosu (posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, które dotyczą historii badań dziejów Wszechświata)  |
|   | opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalszy losy Wszechświata  |