

Przedmiotowy system oceniania dla klasy 4 Technikum Rok szkolny 2023/2024

Zasady ogólne

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający - przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
3. W wypadku wymagań na stopnie **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dotatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. **Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.**

Wymagania ogólne – uczeń:

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

Ponadto:

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

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie:

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

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

Termodynamika

Stopień dopuszczający:

Uczeń:

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

wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; ustala odpowiedzi; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny:

Uczeń:

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

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

Stopień dobry:

Uczeń:

- opisuje i wyjaśnia mechanizm zjawiska dyfuzji w ciałach stałych
- analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu
- ^Dopisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego
- stosuje pojęcie *ciepła przemiany fazowej* (ciepła topnienia i ciepła parowania) do wyjaśniania zjawisk
- opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał
- ^Dopisuje działanie lodówki
- stosuje bilans cieplny do wyjaśniania zjawisk
- szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji:

- badania procesu topnienia lodu
- obserwacji szybkości wydzielania gazu
- wykazania zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego
- ocenia wynik **doświadczalnie wyznaczonego ciepła właściwego metalu** z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
 - energii wewnętrznej
 - zjawiska dyfuzji
 - rozszerzalności cieplnej
 - **przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: ciepła właściwego, ciepła przemiany fazowej oraz bilansu cieplnego**
 - wartości energetycznej paliw i żywności
 - szczególnych własności wody;
 - ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; analizuje otrzymany wynik
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności niezwykłych własności wody; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ruchy Browna*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych

Stopień bardzo dobry:

Uczeń:

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

Drgania i fale

Stopień dopuszczający:

Uczeń:

- posługuje się pojęciem *siły ciężkości*, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą;

rozpoznaje i nazywa siłę sprężystości

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

Stopień dostateczny:

Uczeń:

- podaje i omawia prawo Hooke’a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke’a do obliczeń
- opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką, interpretuje ten współczynnik; stosuje do obliczeń wzór na siłę sprężystości

- analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: *wychylenia*, *amplitudy* oraz *okresu drgań*; szkicuje wykres $x(t)$
- wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na wahadło sprężynowe, które wykonuje ruch drgający w różnych położeniach ciężarka
- wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu przemian energii w ruchu drgającym; ^Dinterpretuje podany wzór na energię sprężystości
- opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od współczynnika sprężystości
- opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność $x(t)$ dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystania rezonansu oraz jego negatywnych skutków
- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych
- stosuje do obliczeń związki między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali
- opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną
- **omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem**; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna
- omawia widmo fal elektromagnetycznych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
 - bada rozciąganie sprężyny, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości
 - tworzy wykres zależności $x(t)$ w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker, wyznacza okres drgań
 - **demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy, bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy i współczynnika sprężystości**
 - **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; bada drgania tłumione
 - obserwuje fale w układzie ciężarków i sprężyn
 - obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków
 - ^Dbada współbrzmienie dźwięków;
 - przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; opracowuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności, formułuje wnioski
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - z wykorzystaniem prawa Hooke'a
 - związane z opisem ruchu drgającego oraz analizą przemian energii w ruchu drgającym
 - związane z okresem drgań wahadła sprężynowego
 - dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
 - dotyczące fal mechanicznych
 - dotyczące dźwięków oraz ^Ddźwięków instrumentów muzycznych
 - dotyczące fal elektromagnetycznych;
 - posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi

- dokonuje syntezy wiedzy o drganiach i falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, które dotyczą treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności: osiągnięć Roberta Hooke'a, zjawiska rezonansu, fal dźwiękowych

Stopień dobry:

Uczeń:

- stosuje prawo Hooke'a do wyjaśniania zjawisk
- sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości z uwzględnieniem niepewności pomiaru; interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości
- ^Dopisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową
- opisuje, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym
- ^Dinterpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o pewnej masie zawieszzonego na sprężynie oraz wahadła matematycznego
- szkicuje wykresy zależności $x(t)$ dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu
- wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska rezonansu oraz badania drgań tłumionych
- wyjaśnia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury; uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu
- ^Dwyjaśnia, że w muzyce taki sam interwał oznacza taki sam stosunek częstotliwości dźwięków
- ^Dpodaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków; ^Domawia strój równomiernie temperowany oraz drgania struny; ^Dwyjaśnia, od czego zależy barwa dźwięku instrumentu
- ^Domawia nadawanie i odbiór fal radiowych
- **^Dwyjaśnia naukowe znaczenie słowa *teoria*; posługuje się informacjami nt. roli Maxwella w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem**
- planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke'a
- planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia związanego z tworzeniem wykresu zależności $x(t)$ w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker
- ^Dbada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości; planuje i modyfikuje przebieg badania, formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
 - z wykorzystaniem prawa Hooke'a
 - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
 - związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i ^Dmatematycznego)
 - dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
 - dotyczące fal mechanicznych

- dotyczące dźwięków oraz ^Ddźwięków instrumentów muzycznych
- dotyczące fal elektromagnetycznych;
- ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności ruchu drgającego i wahadeł (np. wahadła Foucaulta)
- **realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ten zegar stary...*; prezentuje wyniki doświadczeń domowych**

Stopień bardzo dobry:

Uczeń:

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności:
 - z wykorzystaniem prawa Hooke'a
 - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
 - związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i ^Dmatematycznego)
 - dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych oraz zjawiska rezonansu
 - dotyczące fal mechanicznych
 - dotyczące dźwięków
 - ^Ddotyczące dźwięków instrumentów muzycznych
 - dotyczące fal elektromagnetycznych;
 - ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- **realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału (inny niż opisany w podręczniku); planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy**

Zjawiska falowe

Stopień dopuszczający:

Uczeń:

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

- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
 - demonstruje fale koliste i płaskie
 - **demonstruje rozpraszanie się światła w ośrodku;**
 przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku) i opisuje obserwacje, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
 - dotyczące załamania fal
 - dotyczące odbicia i załamania światła
 - związane z opisem tęczy i halo
 - związane z dyfrakcją i interferencją fal
 - dotyczące polaryzacji światła
 - związane z efektem Dopplera, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ilustruje i ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny:

Uczeń:

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

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

Stopień dobry:

Uczeń:

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

- prezentuje efekty własnej pracy, np. projekty dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy

Stopień bardzo dobry:

Uczeń:

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

Fizyka atomowa

Stopień dopuszczający:

Uczeń:

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

Stopień dostateczny:

Uczeń:

- pisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; wskazuje i opisuje przykłady tego zjawiska
- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń
- posługuje się pojęciami *elektronowoltu* i *pracy wyjścia*
- opisuje zjawisko fotochemiczne jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości równej lub większej od granicznej, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
- ^Dinterpretuje podany wzór na długość fali de Broglie'a, stosuje go do obliczeń
- opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek
- analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności
- ^Dposługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie
- ^Domawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi
- ^Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego
- ^Domawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego
- porównuje widma żarówki i świetlóвки
- rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów
- analizuje i porównuje widma emisyjne i absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo
- posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra
- rozróżnia stan podstawowy atomu i jego stany wzbudzone; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach w związku z emisją lub absorpcją kwantu światła
- opisuje zjawisko jonizacji jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem *energii jonizacji*
- ^Dpodaje postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia; wykazuje, że promień n -tej orbity elektronu w atomie wodoru jest proporcjonalny do kwadratu numeru tej orbity
- opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
- dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał
 - ^Dzwiązane z falami materii
 - ^Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
 - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
 - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
 - ^Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;

- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: ^Defektu cieplarnianego, historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej
- prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji

Stopień dobry:

Uczeń:

- wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego
- stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu
- wykorzystuje pojęcia *energii fotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu
- ^Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania
- ^Dposługuje się pojęciem *fal materii* (fal de Broglie'a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie'a do wyjaśniania zjawisk
- ^Duzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał
- ^Danalizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki
- ^Dwyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany; opisuje jego powstawanie
- wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych dla danego gazu przy tych samych częstotliwościach znajdują się w tych samych miejscach
- ^Dwyznacza promień n -tej orbity elektronu w atomie wodoru
- ^Danalizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; ^Dposługuje się wzorami Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń
- ^Dposługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na n -tej orbicie, interpretuje ten wzór
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz promieniowania termicznego ciał
 - ^Dzwiązane z falami materii
 - ^Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
 - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
 - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
 - ^Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;
 - ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą treści tego rozdziału, w szczególności: zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury

światła, historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania (założenie Plancka), wykorzystania analizy promieniowania (widm) podczas poznawania budowy gwiazd i jako metody współczesnej kryminalistyki

- planuje przebieg wybranych doświadczeń domowych i obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy; prezentuje przedstawiony projekt związany z tematyką tego rozdziału

Stopień bardzo dobry:

Uczeń:

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

Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświata

Stopień dopuszczający:

Uczeń:

- posługuje się pojęciami: *pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron i elektron* do opisu składu materii
- informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze
- obserwuje wykrywanie promieniotwórczości różnych substancji; przedstawia wyniki obserwacji
- odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych
- podaje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia
- podaje warunki, w jakich może zachodzić reakcja termojądrowa przemiany wodoru w hel
- podaje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia
- podaje przybliżony wiek Słońca
- wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję
- podaje przybliżony wiek Wszechświata
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów
 - związane z właściwościami promieniowania jądrowego

- dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe
- dotyczące reakcji jądrowych
- związane z czasem połowicznego rozpadu
- związane z energią jądrową
- dotyczące równoważności energii i masy
- związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy,
- w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Stopień dostateczny:

Uczeń:

- opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej
- posługuje się pojęciem *sił przyciągania jądrowego*
- wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
- opisuje obserwacje związane z wykrywaniem promieniotwórczości różnych substancji; podaje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości
- wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (α), beta (β) i gamma (γ)
- podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; informuje, że promieniowanie jonizujące wpływa na materię oraz na organizmy żywe
- podaje przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie
- posługuje się pojęciami *jądra stabilnego* i *jądra niestabilnego*; opisuje powstawanie promieniowania gamma
- opisuje rozpady alfa (α) i beta (β); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku
- opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem *czasu połowicznego rozpadu*, podaje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu
- opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności
- opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; informuje, co to jest masa krytyczna
- opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej
- opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej – zachodzącą w gwiazdach; zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru
- wymienia ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej
- stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy $E = m \cdot c^2$
- posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla

dowolnego izotopu

- stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
- opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel
- opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł)
- opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury
- opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk
- wymienia najważniejsze metody badania kosmosu
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
 - związane z opisem składu jądra atomowego i właściwościami promieniowania jądrowego
 - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
 - dotyczące reakcji jądrowych
 - związane z czasem połowicznego rozpadu
 - związane z energią jądrową i z reakcją oraz energią syntezy termojądrowej
 - dotyczące równoważności energii i masy
 - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
 - dotyczące życia Słońca
 - dotyczące Wszechświata;
 - wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych; wykonuje obliczenia szacunkowe, posługuje się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi
- dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej, historii badań promieniotwórczości naturalnej, energii jądrowej, reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd
- prezentuje efekty własnej pracy, np.: analizy wskazanego tekstu, wybranych obserwacji

Stopień dobry:

Uczeń:

- omawia doświadczenie Rutherforda
- opisuje wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
- opisuje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- opisuje wpływ promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
- opisuje przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w medycynie
- wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu
- ^Dopisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych; stosuje ją do obliczeń

- omawia budowę reaktora jądrowego
- wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym w możliwościach pozyskiwania energii jądrowej
- ^Dposługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*; ^Dopisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton
- oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji
- opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalsze losy Wszechświata
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
 - dotyczące reakcji jądrowych
 - związane z czasem połowicznego rozpadu
 - związane z energią jądrową
 - związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej
 - dotyczące równoważności energii i masy
 - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
 - dotyczące życia Słońca
 - dotyczące Wszechświata;
- ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: skutków i zastosowań promieniowania jądrowego, występowania oraz wykorzystania izotopów promieniotwórczych (np. występowanie radonu, pozyskiwanie helu), reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd, historii badań dziejów Wszechświata
- prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy samodzielnie wyszukanego tekstu, wybranych obserwacji, realizacji przedstawionego projektu

Stopień bardzo dobry:

Uczeń:

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

Uwagi: ^D – treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe wyróżniono pogrubioną czcionką

Sposoby sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia

Osiągnięcia edukacyjne ucznia są sprawdzane:

- 1.ustnie,
- 2.pisemnie,
- 3.praktycznie, tzn. w trakcie wykonywania doświadczeń.

Ocena klasyfikacyjna jest średnią ważoną ocen cząstkowych.

Na ocenę klasyfikacyjną wpływają również aktywność na lekcji i zaangażowanie w naukę. Te czynniki są brane pod uwagę zwłaszcza wtedy, gdy ocena jest pośrednia (np. 4,5).

Warunki i tryb uzyskiwania oceny wyższej niż przewidywana

Zgodne z zapisami w **statucie** szkoły.

Starając się o podwyższenie przewidywanej oceny klasyfikacyjnej, uczeń powinien się wykazać umiejętnościami w zakresie tych elementów oceny, w których jego osiągnięcia nie spełniały wymagań. Jeśli np. jego słabą stroną były oceny „ustne”, sprawdzanie odbywa się ustnie.