

Szczegółowe wymagania na poszczególne oceny

(wymagania na kolejne oceny się **kumulują** – obejmują również wymagania na oceny niższe)

Ocena				
dopuszczająca	dostateczna	dobra	bardzo dobra	celująca
7. Termodynamika				
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką; porównuje ciepła właściwe różnych substancji posługuje się skalami temperatur Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem <i>mocy</i> rozdzieli 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, 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; 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 <i>ciepła właściwego</i> i stosuje je do obliczeń oraz do wyjaśniania zjawisk wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub do obliczania energii oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu stosuje pojęcie <i>ciepła przemiany fazowej</i> (ciepła topnienia i ciepła parowania) do wyjaśniania zjawisk opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał 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: <ul style="list-style-type: none"> badania procesu topnienia lodu obserwacji szybkości wydzielania gazu wykazania zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego ocenia wynik doświadczalnie wyznaczonego ciepła właściwego substancji; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> energii wewnętrznej rozszerzalności cieplnej przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: <i>ciepła właściwego</i>, <i>ciepła przemiany fazowej</i> 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> energii wewnętrznej rozszerzalności cieplnej przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: <i>ciepła właściwego</i>, <i>ciepła przemiany fazowej</i> szczególnych własności wody

natomiast podczas krzepnięcia i skraplania wydziela się energia

- wymienia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
 - bada jakościowo szybkość topnienia lodu
 - bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielenia gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego;przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - dotyczące energii wewnętrznej
 - dotyczące rozszerzalności cieplnej
 - z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*
 - związane z przemianami fazowymi
 - związane z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej
 - 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 odpowiedź; czytelnie przedstawia odpowiedź i rozwiązanie

- opisuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości
- odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla obu rodzajów
- 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
- wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej* do obliczeń
- 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 ciał stałych**
 - wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy
 - bada wpływ soli na topnienie lodu
 - **doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe substancji**; opracowuje wyniki pomiarów;

- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
 - energii wewnętrznej
 - rozszerzalności cieplnej
 - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej*
 - 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

przedstawia, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, wskazuje przyczyny niepewności pomiarowych; formułuje wnioski

- wyjaśnia wyniki przeprowadzonego doświadczenia jakościowego badania szybkości topnienia lodu
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
 - energii wewnętrznej
 - rozszerzalności cieplnej
 - pojęcia *ciepła właściwego*
 - przemian fazowych
 - 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, zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystania, , przemian fazowych; posługuje się informacjami pochodzącymi z tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań

8. Drgania i fale

Uczeń:

Uczeń:

Uczeń:

Uczeń:

Uczeń:

<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem <i>siły ciężkości</i>, 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 <i>energii kinetycznej</i>, <i>energii potencjalnej grawitacji</i> i <i>energii potencjalnej sprężystości</i>; 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 <i>prędkości fali</i>; wskazuje impuls falowy • posługuje się pojęciami: <i>amplitudy fali</i>, <i>okresu fali</i>, <i>częstotliwości fali</i> i <i>długości fali</i>, wraz z ich jednostkami, do opisu fal • opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje i omawia prawo Hooke'a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke'a do obliczeń • opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; • analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: <i>wychylenia</i>, <i>amplitudy</i> oraz <i>okresu drgań</i>; 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; • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność $x(t)$ 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 związku 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; 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • opisuje, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym • szkicuje wykresy zależności $x(t)$ w przypadku rezonansu • wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska rezonansu • 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 • 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 • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – z wykorzystaniem prawa Hooke'a – związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Drgania i fale</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – z wykorzystaniem prawa Hooke'a – związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym – związane z okresem drgań wahadła sprężynowego – dotyczące zjawiska rezonansu – dotyczące fal mechanicznych – 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 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Drgania i fale</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – z wykorzystaniem prawa Hooke'a – związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym – związane z okresem drgań wahadła sprężynowego – dotyczące zjawiska rezonansu – dotyczące fal mechanicznych – dotyczące dźwięków – dotyczące fal elektromagnetycznych
---	--	---	---	---

<p>powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i podaje przykłady ich zastosowania przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: <ul style="list-style-type: none"> obserwuje fale na wodzie rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> z wykorzystaniem prawa Hooke'a związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w tym ruchu związane z okresem drgań wahadła sprężynowego dotyczące zjawiska rezonansu dotyczące dźwięków 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 	<p>wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia widmo fal elektromagnetycznych przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: <ul style="list-style-type: none"> 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 bada jakościową zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego; obserwuje fale w układzie ciężarków i sprężyn obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; opracowuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> z wykorzystaniem prawa Hooke'a związane z opisem ruchu drgającego oraz analizą przemian energii w ruchu drgającym związane z okresem drgań wahadła sprężynowego dotyczące zjawiska rezonansu dotyczące fal mechanicznych dotyczące dźwięków dotyczące fal elektromagnetycznych; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i 	<ul style="list-style-type: none"> związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego i matematycznego) dotyczące zjawiska rezonansu dotyczące fal mechanicznych dotyczące dźwięków 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 <i>Ten zegar stary...</i>; prezentuje wyniki doświadczeń domowych 		
---	---	---	--	--

	<p>stałych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <i>Drgania i fale</i>, w szczególności: osiągnięć Roberta Hooke'a, zjawiska rezonansu, fal dźwiękowych 			
--	--	--	--	--

9. Zjawiska falowe

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozdziela 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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> opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków omawia inne niż światłowód przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych) 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 wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Zjawiska falowe</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Zjawiska falowe</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła dotyczące załamania fal dotyczące odbicia i załamania światła związane z dyfrakcją i interferencją fal dotyczące polaryzacji światła związane z efektem Dopplera
---	---	--	---	---

- 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 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

- opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach)
- opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczeliny – związek pomiędzy dyfrakcją na szczeliny 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
- 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 jakościowo efekt Dopplera; podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera
- 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

- wyjaśnia obserwację wygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle
- 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
- 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 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

- 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**, 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 dyfrakcją i interferencją fal
 - dotyczące polaryzacji światła
 - związane z efektem Dopplera; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; 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, polaryzacji światła,

Uczeń:

- informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem *fotonu*
- 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
 - powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji,w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

Uczeń:

- opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; wskazuje i opisuje przykłady tego zjawiska
- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń
- posługuje się pojęciami *elektronowoltu* i *pracy wyjścia*
- opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek
- porównuje widma żarówki i świetlówki
- rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów
- analizuje i porównuje widma emisyjne i absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo
- posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra
- rozróżnia stan podstawowy atomu i jego stany wzbudzone; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach w związku z emisją lub absorpcją kwantu światła
- opisuje zjawisko jonizacji jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości

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
- wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych dla danego gazu przy tych samych częstotliwościach znajdują się w tych samych miejscach
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
 - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i promieniowania termicznego ciał
 - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
 - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacjiilustruje 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 natury światła, 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

Uczeń:

- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
 - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego
 - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacjiilustruje 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

Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
 - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego
 - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji

	<p>większej od granicznej; posługuje się pojęciem <i>energii jonizacji</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące zjawisk fotoelektrycznego <ul style="list-style-type: none"> – związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych – dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> • dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: ^Ddefektu cieplarnianego prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji 	projekt związany z tematyką tego rozdziału		
--	---	--	--	--

11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami: <i>pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron i elektron</i> do opisu składu materii • informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej • posługuje się pojęciem <i>sił przyciągania jądrowego</i> • wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia wybrane metody 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia doświadczenie Rutherforda • opisuje wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego • opisuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat</i>, w szczególności: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące wpływu promieniowania jonizującego
--	--	--	---	--

<ul style="list-style-type: none"> • 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 • rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów – związane z właściwościami promieniowania jądrowego – dotyczące wpływu promieniowania jonizującego 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 	<p>wykrywania promieniowania jądrowego</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) • odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; informuje, że promieniowanie jonizujące wpływa na materię oraz na organizmy żywe • 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 <i>czasu połowicznego rozpadu</i>, 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 reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu • wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym w możliwościach pozyskiwania energii jądrowej • oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> – dotyczące wpływu promieniowania jonizującego 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 • 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 prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy samodzielnie wyszukanego tekstu, wybranych obserwacji, realizacji przedstawionego projektu 	<ul style="list-style-type: none"> – 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 	<p>na materię i na organizmy żywe</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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
--	--	--	---	--

zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

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 równowagę energii i masy
 - posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu
 - stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
 - 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 organizmy żywe
 - dotyczące reakcji jądrowych
 - związane z czasem połowicznego rozpadu
 - związane z energią jądrową i z reakcją oraz energią syntezy termojądrowej
 - dotyczące równowagi energii i masy
 - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
- 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: energii jądrowej, reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd
- prezentuje efekty własnej pracy, np.: analizy wskazanego tekstu, wybranych obserwacji