

# Wymagania edukacyjne dla klasy 4 realizującej fizykę w zakresie rozszerzonym

**Uwaga!** Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

Wymagania edukacyjne uwzględniają zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej. Szarym kolorem oznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel.

## Zasady ogólne

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

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

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>zwierciadlanego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane</li> <li>objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek</li> <li>tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>lupy</li> <li>polaryzacji światła,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p>	<p>związek z współczynnikiem <math>n</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia</li> <li>opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła przy jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat</li> <li>stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody</li> <li>posługuje się pojęciem zdolności skupiającej wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń</li> <li>opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania; stosuje przybliżenie cienkiej soczewki</li> <li>stosuje do obliczeń równanie soczewki przy obrazach rzeczywistych i pozornych; opisuje sposób pomiaru przybliżonej ogniskowej soczewki</li> <li>opisuje konstrukcję obrazów pozornych tworzonych przez soczewki oraz rysuje konstrukcyjnie te obrazy; określa cechy obrazu tworzonego przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki</li> <li>opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator</li> <li>wskazuje i opisuje zastosowania polaryzatorów</li> <li>przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej</li> <li>obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, <b>obserwuje zjawisko interferencji fal</b> obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej</li> <li><b>demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku</b></li> <li>wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji</li> <li><b>wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</b></li> <li>demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe</li> <li><b>bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu</b></li> <li>bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki</li> <li>buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza oraz teleskop zwierciadlany</li> <li><b>obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle</b></li> </ul> </li> </ul>	<p>te przyrządy; posługuje się pojęciem powiększenia kąтового</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator</li> <li>opisuje zmianę natężenia światła podczas przejścia przez polaryzator</li> <li>wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>interferencji światła</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek</li> <li>tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>przyrządów optycznych</li> <li>wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła polaryzacji światła</li> </ul> </li> </ul> <p>oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>, zwłaszcza dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>własności i zastosowań fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>wykorzystania światłowodów</li> <li>powstawania tęczy i halo</li> <li>przyrządów optycznych</li> <li>zastosowania polaryzatorów;</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi</p>	

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p><b>i prostopadłe</b>; opisuje wyniki obserwacji, analizuje wyniki pomiarów, wyciąga wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek i tworzenia obrazów przez soczewki oraz wykorzystania równania soczewki</li> <li>przyrządów optycznych</li> <li>polaryzacji światła,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje wynik analizie, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub ilustruje je na schematycznych rysunkach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących zwłaszcza: fal elektromagnetycznych, wykorzystania światłowodów, powstawania tęczy i halo, przyrządów optycznych, zastosowania polaryzatorów</li> <li>analizuje tekst: <i>O tym, do czego służą „odblaski”</i> lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania prostych zadań lub problemów</li> <li>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</li> </ul>	
<b>17. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem promieniowania termicznego</li> <li>przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia</li> <li>rozdziela smog i efekt cieplarniany</li> <li>objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne</li> <li>opisuje światło jako strumień fotonów</li> <li>posługuje się pojęciem pędu fotonu</li> <li>wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe własności światła</li> <li>wskazuje doświadczenia ujawniające</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciało i jego zależność od temperatury</li> <li>porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki</li> <li>posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej</li> <li>wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni</li> <li>omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu cieplarnianego</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego</li> <li>podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>stosuje do obliczeń bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona</li> <li>wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym</li> <li>objaśnia założenia mechaniki kwantowej</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza <math>n</math>-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie;</li> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych</li> </ul> </li> </ul>

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>falową naturę materii</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnia widma ciągłe i nieciągłe – dyskretne; wskazuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów</li> <li>rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu</li> <li>wskazuje zastosowania laserów</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu</li> <li>porównuje smog i efekt cieplarniany</li> <li>opisuje zjawiska fotoelektryczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej</li> <li>stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska; posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowoltem</li> <li>stosuje zależność między pędem fotonu a jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy</li> <li>przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła</li> <li>opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła</li> <li>opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek</li> <li>objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii; oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek</li> <li>opisuje pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronów między poziomami energetycznymi</li> <li>w atomach połączonych z emisją lub absorpcją kwantu światła</li> <li>analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru</li> <li>opisuje model Bohra atomu wodoru</li> <li>schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami połączone z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji</li> <li>przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>bada promieniowanie termiczne</li> <li>bada rolę diody LED jako fotodiody</li> <li>obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej;</li> </ul> </li> <li>opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego</li> <li>efektu cieplarnianego</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego;</li> <li>opisuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru</li> <li>opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; omawia zastosowania laserów</li> <li>uzasadnia założenia modelu Bohra atomu wodoru odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia</li> <li>wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> </ul> </li> <li>uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie</li> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, a w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm</li> </ul> </li> <li>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li> <li>realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Spektroskop</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i absorpcyjnych <ul style="list-style-type: none"> <li>modelu Bohra</li> </ul> </li> <li>oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności, ilustruje je graficznie</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka atomowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>



Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zjawiska fotoelektrycznego i fotokomórki</li> <li>– pędu fotonu</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>– modelu Bohra</li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, w tym: efektu cieplarnianego, falowej natury materii, widm</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
<b>18. Fizyka jądrowa</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna</li> <li>• posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa</li> <li>• wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</li> <li>• wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta</li> <li>• wymienia właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>• rozróżnia promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe</li> <li>• wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy</li> <li>• wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</li> <li>• wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozróżnia syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia</li> <li>• posługuje się pojęciem galaktyki,</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej</li> <li>• posługuje się pojęciami: antycząstka, antymateria, antyelektron (pozyton)</li> <li>• opisuje reakcję lub anihilację par cząstka-antycząstka; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji</li> <li>• opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe</li> <li>• przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, a w szczególności omawia doświadczenie Rutherforda</li> <li>• opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus (<math>\beta^+</math> i <math>\beta^-</math>) oraz zapisuje przykłady takich przemian jądrowych</li> <li>• zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku</li> <li>• opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>• doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki</li> <li>• omawia wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia</li> <li>• omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych</li> <li>• opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron-pozyton</li> <li>• omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe</li> <li>• omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna</li> <li>• stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań</li> <li>• opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość</li> <li>• omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany przezwyciężenia tych problemów</li> <li>• omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy</li> <li>• omawia supernowe i czarne dziury</li> <li>• omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie</li> <li>• opisuje obserwacje świadczące zarówno</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii jądrowej</li> <li>– reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>– ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>– przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk</li> </ul> </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka jądrowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; różniczy galaktyki i gwiazdozbiory</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przybliżony wiek Wszechświata</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– energii jądrowej</li> <li>– reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>– ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>– rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>• opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór <math>\Delta E = \Delta mc^2</math></li> <li>• wykazuje, że jednostkę współczynnika <math>c^2</math> można zapisać w postaci <math>\frac{\text{J}}{\text{kg}}</math>; interpretuje wartość tego współczynnika</li> <li>• posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równowagę masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór <math>E = mc^2</math> do obliczeń</li> <li>• posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych</li> <li>• oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania</li> <li>• opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu <math>^{235}\text{U}</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>• opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej</li> <li>• porównuje syntezy termojądrową z reakcją rozszczepienia</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach</li> <li>• opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>• rozróżnia białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury</li> <li>• opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego</li> <li>• opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk</li> <li>• opisuje zależność między odległością do galaktyki a prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– energii jądrowej</li> <li>– reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>– ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>– rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi lub chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, ilustruje</p>	<p>o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii jądrowej</li> <li>– reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>– ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>– przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk</li> </ul> </li> </ul> <p>oraz: ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>– zastosowania czasu połowicznego rozpadu</li> <li>– energetyki jądrowej</li> <li>– różnych rodzajów elektrowni</li> <li>– ewolucji gwiazd</li> <li>– rozszerzania się Wszechświata;</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów...</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów</li> </ul>	

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi, zapisuje równania reakcji jądrowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, zwłaszcza: zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie, datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math>, energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji gwiazd</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
<b>19. Elementy fizyki relatywistycznej</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</li> <li>• wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora</li> <li>• wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu informacji</li> <li>• wskazuje, że równoczesność zdarzeń zależy od układu odniesienia</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– czasoprzestrzeni</li> <li>– historii rozwoju teorii względności</li> <li>– związku między masą a energią, w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje i stosuje transformację Galileusza</li> <li>• posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria</li> <li>• analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</li> <li>• stosuje zasadę względności Einsteina</li> <li>• wyjaśnia, kiedy możemy stosować transformację Galileusza</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje względność równoczesności</li> <li>• wskazuje na diagramie czasoprzestrzennym przykłady zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje paradoks bliźniąt</li> <li>• przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności</li> <li>• posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną</li> <li>• posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje do obliczeń wzór na energię całkowitą</li> <li>• wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii</li> <li>• analizuje zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– czasoprzestrzeni</li> <li>– transformacji Lorentza</li> <li>– historii rozwoju teorii względności</li> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii całkowitej,</li> </ul>           w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi         </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia transformację Galileusza w czasoprzestrzeni</li> <li>• stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań</li> <li>• rysuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina; porównuje teorie Galileusza i Einsteina</li> <li>• opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań</li> <li>• wykazuje stałość prędkości światła</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym</li> <li>• <sup>D</sup>wyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; wyjaśnia paradoks bliźniąt</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz ideę ogólnej teorii względności</li> <li>• porównuje wskazane teorie z historii rozwoju teorii względności</li> <li>• porównuje energię spoczynkową z innymi formami energii</li> <li>• wyjaśnia, że zasada zachowania energii obowiązuje także w fizyce relatywistycznej oraz, że są różne umowy, co do znaczenia słowa <i>masa</i></li> <li>• opisuje zależność energii całkowitej od prędkości</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>D</sup>zapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje ruch plamki światła przesuwającej się po Księżycu</li> <li>• <sup>D</sup>wykazuje na wybranym przykładzie, że poruszające ciało skraca się w kierunku ruchu</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– czasoprzestrzeni</li> <li>– transformacji Lorentza</li> <li>– <sup>D</sup>dylatacji czasu i skrócenia Lorentza</li> <li>– energii całkowitej</li> </ul>           oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności         </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>



Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>czasoprzestrzeni</li> <li>transformacji Lorentza</li> <li>Dylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza</li> <li>energii całkowitej</li> </ul> </li> <li>oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje</li> <li>analizuje tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów</li> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści tego działu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów oraz wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li> </ul>	