

# FIZYKA klasa 4 LO

(poziom rozszerzony)

## Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<b>16. Fale elektromagnetyczne i optyka</b>			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej</li><li>wymienia rodzaje fale 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></ul>	<p>Uczeń:</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</li></ul>	<p>Uczeń:</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: kolory na</li></ul>	<p>Uczeń:</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>wewnętrzne odbicia światła</li></ul></li></ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje jakościowo i ilustruje 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>• rozróżnia 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>• rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone</li> </ul>	<p>elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych 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>• opisuje jakościowo obraz dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na kryształach</li> <li>• wskazuje przykłady interferencji światła w przyrodzie: kolory na bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria</li> <li>• stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk</li> <li>• wskazuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania</li> </ul>	<p>bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</li> <li>• udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać: <math>\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>• wykazuje, że <math>n_{\text{fiol}} &gt; n_{\text{czerw}}</math></li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy</li> <li>• rozróżnia 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>• analizuje zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych w</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozszczepienia 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</li> <li>– polaryzacji światła</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</li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu Fale elektromagnetyczne i optyka</li> </ul>

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zasadę działania lupy; wskazuje zastosowanie lupy</li> <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>– rozszczepienia światła</li> <li>– soczewek</li> <li>– tworzenia obrazu rzeczywistego</li> <li>– przez soczewkę skupiającą</li> <li>– tworzenia obrazów</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla</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>• opisuje miraż (dolny i górny) jako przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła</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 związek z współczynnikiem <math>n</math></li> <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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kontekście zjawiska dyfrakcji</li> <li>• wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i podczas jego odbicia</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>– rozszczepienia światła</li> <li>– soczewek</li> <li>– tworzenia obrazu rzeczywistego</li> </ul> </li> </ul>	

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
<p>pozornych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– przez soczewki</li> <li>– lupy</li> <li>– polaryzacji światła,</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>jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykładu zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozszczepienia światła</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 tworzonych przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki</li> <li>• opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i</li> </ul>	<p>przez soczewkę skupiającą</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– tworzenia obrazów pozornych</li> <li>– przez soczewki</li> <li>– wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła</li> <li>– polaryzacji światła</li> <li>• oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia</li> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu Fale elektromagnetyczne i optyka, 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> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</li> </ul>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>podczas odbicia</p> <ul style="list-style-type: none"> <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, obserwuje zjawisko interferencji fal</li> <li>– obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej</li> <li>– demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku</li> <li>– wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji</li> <li>– wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</li> <li>– demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe</li> <li>– bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu</li> <li>– bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki</li> <li>– buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza oraz teleskop zwierciadlany</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</li> </ul>	

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle oraz polaryzację światła podczas jego odbicia; opisuje wyniki obserwacji, analizuje wyniki pomiarów, wyciąga wnioski</li> <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>– rozszczepienia światła</li> <li>– soczewek i tworzenia obrazów przez soczewki oraz wykorzystania równania soczewki</li> <li>– polaryzacji światła,</li> </ul> </li> <li>• 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,</li> </ul>		

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<p>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: O tym, do czego służą „odblaski” lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania prostych zadań lub problemów</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu Fale elektromagnetyczne i optyka; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
<b>17. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego</b>			
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem promieniowania termicznego</li> <li>• przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia</li> <li>• rozróżnia smog i efekt cieplarniany</li> <li>• objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne</li> <li>• opisuje światło jako strumień</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury</li> <li>• porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki</li> <li>• przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej;</li> </ul>	<p>Uczeń:</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> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznacza n-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie; wyprowadza wzór Rydberga z modelu Bohra</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące:</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>fotonów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem pędu fotonu</li> <li>• wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe własności światła</li> <li>• wskazuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii</li> <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>• opisuje promieniowanie rentgenowskie jako fale elektromagnetyczne</li> <li>• wskazuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego: zdjęcia rentgenowskie, tomografia komputerowa, obserwacje astronomiczne</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</li> </ul> </li> </ul>	<p>posługuje się pojęciem kwantu energii</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <li>• przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu</li> <li>• porównuje smog i efekt cieplarniany</li> <li>• opisuje zjawiska fotoelektryczne, fotochemiczne 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 – elektronowoltom</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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>• wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego; uzasadnia ograniczoną zdolność rozdzielczą mikroskopu optycznego</li> <li>• opisuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>• interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru; stosuje do obliczeń wzór Rydberga</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>• omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w laserze na swobodnych</li> </ul>	<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> <li>– promieniowania rentgenowskiego i jego widma</li> </ul> <p>oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności, ilustruje je graficznie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu Fizyka atomowa; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>



<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
<p>fotonu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>– modelu Bohra</li> <li>– promieniowania rentgenowskiego i jego widma, 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>	<p>do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>• opisuje powstawanie promieniowania</li> </ul>	<p>elektronach oraz zastosowania tego lasera</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje na przykładach zastosowania promieniowania rentgenowskiego</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> <li>– promieniowania rentgenowskiego i jego widma</li> </ul> </li> <li>oraz: uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie</li> <li>• wyszukuje i analizuje materiały</li> </ul>	

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<p>rentgenowskiego jako promieniowania hamowania; oblicza krótkofalową granicę widma promieniowania rentgenowskiego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w lampie rentgenowskiej; analizuje widmo tego promieniowania</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> </ul> <p>opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– promieniowania termicznego</li> <li>– efektu cieplarnianego</li> <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> <li>– promieniowania rentgenowskiego i jego widma,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia</p>	<p>źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu Fizyka atomowa, a w szczególności dotyczące:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– efektu cieplarnianego</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm</li> <li>– promieniowania rentgenowskiego;</li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt Spektroskop</li> </ul>	

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<p>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 Fizyka atomowa, w tym: efektu cieplarnianego, falowej natury materii, widm, promieniowania rentgenowskiego</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu Fizyka atomowa; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
<b>18. Fizyka jądrowa</b>			
<p>Uczeń:</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> </ul>	<p>Uczeń:</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 kreację 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> </ul>	<p>Uczeń:</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> </ul>	<p>Uczeń:</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> </ul> </li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta</li> <li>wymienia właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>rozdziela promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz 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; rozdziela syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia</li> <li>posługuje się pojęciem galaktyki, rozdziela galaktyki i gwiazdozbiory</li> <li>podaje przybliżony wiek Wszechświata</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 materię oraz 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> <li>opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>opisuje ilościowo związek między zmianą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata</li> <li>stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk oraz wykazuje podane stwierdzenia</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu Fizyka jądrowa; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<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</li> <li>– i ucieczki galaktyk,</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>energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór <math>DE = Dmc^2</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje, że jednostkę współczynnika <math>c^2</math> można zapisać w postaci <math>\frac{J}{kg}</math>; interpretuje wartość tego współczynnika</li> <li>• posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność 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}U</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>• opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej</li> <li>• porównuje syntezę 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</li> </ul>	<p>światła</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 Fizyka jądrowa, dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>– zastosowania czasu połowicznego rozpadu</li> </ul> </li> </ul>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>gwiazd</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 i parseka</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</li> <li>– 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</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– energetyki jądrowej</li> <li>– różnych rodzajów elektrowni</li> <li>– ewolucji gwiazd</li> <li>– rozszerzania się Wszechświata; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów</li> <li>• analizuje tekst: Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów... lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów</li> </ul>	

<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<p>chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, ilustruje 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 Fizyka jądrowa, 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 Fizyka jądrowa; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
<b>19. Elementy fizyki relatywistycznej</b>			
<p>Uczeń:</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> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje i stosuje transformacje 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> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia transformacje Galileusza w czasoprzestrzeni</li> <li>• stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań</li> <li>• rysuje trajektorie ciał</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów</li> <li>• opisuje ruch plamki światła</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <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>– względności równoczesności</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, kiedy możemy stosować transformację Galileusza</li> <li>• opisuje względność równoczesności</li> <li>• wskazuje na diagramie czasoprzestrzennym przykłady zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia</li> <li>• 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>– względności równoczesności</li> <li>– historii rozwoju teorii względności</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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>• wyjaśnia względność równoczesności zdarzeń na podstawie diagramu czasoprzestrzennego</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego istnienie zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia, nie prowadzi do paradoksów</li> <li>• opisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; wyjaśnia paradoks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przesuwającej się po Księżycu</li> <li>• 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>– względności równoczesności</li> <li>– dylatacji czasu i skrócenia Lorentza</li> <li>– energii całkowitej oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności</li> </ul> </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu Elementy fizyki relatywistycznej; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>



<b>Ocena</b>			
<b>Stopień dopuszczający</b>	<b>Stopień dostateczny</b>	<b>Stopień dobry</b>	<b>Stopień bardzo dobry</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii całkowitej,</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, 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 Elementy fizyki relatywistycznej</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu Elementy fizyki relatywistycznej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>bliźniąt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 masa</li> <li>• opisuje zależność energii całkowitej od prędkości</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła</li> <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>– względności równoczesności</li> </ul> </li> </ul>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– dylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza</li> <li>– energii całkowitej</li> </ul> <p>oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje tekst: Świat zdrowo zafalował 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>	

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto uczeń powinien wykazać się twórczością, rozwiązywać zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; dokonywać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji.

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie opanował wiadomości i umiejętności określonych programem nauczania fizyki, nie jest w stanie rozwiązać, wykonać zadań o niewielkim, elementarnym stopniu trudności; opanował poniżej 30 % wiadomości programowych.