

Wymagania edukacyjne z fizyki do klasy czwartej – IV letnie liceum – poziom rozszerzony.

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 **wyższym** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. **Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto uczeń rozwiązuje zadania **problemowe i obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności łączące zagadnienia z różnych działów fizyki. Uczeń także posiada umiejętność wykorzystania nowych informacji podanych w formie tekstu źródłowego do rozwiązywania problemów.**

Wymagania ogólne – uczeń:

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

Ponadto:

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

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

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

Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej. Treści te nie będą brane pod uwagę przy ocenianiu. Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką.

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
16. Fale elektromagnetyczne i optyka			
Uczeń: - wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej - wymienia rodzaje fale elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania - opisuje światło białe jako mieszaninę barw - stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal - opisuje zjawisko odbicia światła - opisuje jakościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka, wskazuje kierunek załamania - opisuje jakościowo i ilustruje na schematycznym rysunku częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie światła; posługuje się pojęciem kąta granicznego - opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła - rozdziela soczewki skupiające i rozpraszające, stosuje ich schematyczne oznaczenia, opisuje bieg wiązki światła przez te soczewki; posługuje się pojęciami ogniska, ogniskowej - opisuje mechanizm tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą oraz podaje reguły jego konstruowania; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewkę skupiającą - opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku: krótkowzroczności i dalekowzroczności - rozdziela obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone - opisuje zasadę działania lupy; wskazuje zastosowanie lupy, ^Rlunety astronomicznej, ^Rlunety Galileusza, ^Rmikroskopu optycznego, ^Rteleskopu zwierciadlanego - opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozdziela światło spolaryzowane i niespolaryzowane - objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych	Uczeń: - opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych - stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych - posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką - opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma - omawia schemat nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych - opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach - opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów - opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektro-magnetycznych na przykładzie światła - opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki - opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do obliczeń - opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do obliczeń - analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy - opisuje jakościowo obraz dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego na kryształach - wskazuje przykłady interferencji światła w przyrodzie: kolory na bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria - stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk - wskazuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla - opisuje ilościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków - opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła oraz prawo Snelliusa do wyjaśniania zjawisk i/lub obliczeń - posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła (n) w danym ośrodku - opisuje miraż (dolny i górny) jako przykłady zjawisk	Uczeń: - posługuje się wielkościami związanymi z mocą światła - opisuje praktyczne znaczenie zjawiska dyfrakcji fal elektromagnetycznych - stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do wyjaśniania zjawisk - stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do wyjaśniania zjawisk oraz udowadnia ten związek - wyjaśnia zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy - opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie: kolory na bańkach mydlanych, barwy strukturalne, wieniec wokół księżyca, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria - opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba i czerwony kolor zachodzącego Słońca, zjawisko Tyndalla - udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$ - wyjaśnia powstawanie mirażu - opisuje mechanizm powstawania okna Snelliusa - wskazuje, że $n_{\text{fiolet}} > n_{\text{czerw}}$ - wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy ^Ropisuje ilościowo i interpretuje zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania - rozdziela soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia, na czym polegają aberracje sferyczna i chromatyczna, wskazuje sposoby korygowania tych wad soczewek - wyprowadza i interpretuje równanie soczewki ^Ropisuje zasady działania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego; rysuje konstrukcyjnie obrazy tworzone przez te przyrządy; posługuje się pojęciem powiększenia kąтового	Uczeń: - wykazuje, że pas tęczy widzimy pod kątem 42°, a tęcza jest kolorowa - wyprowadza równanie soczewki przy obrazach pozornych - rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: - fale elektromagnetycznych - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych - interferencji światła - odbicia i rozpraszania światła - załamania światła - wewnętrznego odbicia światła - rozszerzenia światła - soczewek - tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki ^Rprzyrządów optycznych - wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła - polaryzacji światła - oraz uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia, wykazuje lub udowadnia podane związki oraz zależności - 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>

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: - powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych - związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali - odbicia i rozpraszania światła - załamania światła - wewnętrznego odbicia światła - rozszczenia światła - soczewek - tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki - lupy - polaryzacji światła, - 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	- optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła - stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła - oblicza kąt graniczny z prawa Snelliusa, interpretuje jego związek z współczynnikiem n - opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia - opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach - wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła przy jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat - opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykładu zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozszczepienia światła - stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody - posługuje się pojęciem zdolności skupiającej wraz z jej jednostką, stosuje to pojęcie do obliczeń - opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania; stosuje przybliżenie cienkiej soczewki - stosuje do obliczeń równanie soczewki przy obrazach rzeczywistych i pozornych; opisuje sposób pomiaru przybliżonej ogniskowej soczewki - 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 - opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i podczas odbicia - wskazuje i opisuje zastosowania polaryzatorów - przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: - obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej - obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, obserwuje zjawisko interferencji fal - obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku - wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego - demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie - połączenie barw w światło białe bada związek między ogniskową soczewki a położeniem przedmiotu i obrazu	- analizuje zdolność rozdzielczą przyrządów optycznych w kontekście zjawiska dyfrakcji - wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator i podczas jego odbicia - opisuje zmianę natężenia światła podczas przejścia przez polaryzator - wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) - rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: - powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych - interferencji światła - odbicia i rozpraszania światła - załamania światła - wewnętrznego odbicia światła - rozszczenia światła - soczewek - tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki - przyrządów optycznych - wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła - polaryzacji światła - oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia - wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>, zwłaszcza dotyczące: - własności i zastosowań fal elektromagnetycznych - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych - wykorzystania światłowodów - powstawania tęczy i halo - przyrządów optycznych	

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	- bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki - buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza oraz teleskop zwierciadlany - 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 • rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: - powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych - związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali - odbicia i rozpraszania światła - załamania światła - wewnętrznego odbicia światła - rozszczepienia światła - soczewek i tworzenia obrazów przez soczewki oraz wykorzystania równania soczewki - Rprzrządów optycznych - polaryzacji światła, 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 • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących zwłaszcza: fal elektromagnetycznych, wykorzystania światłowodów, powstawania tęczy i halo, przyrządów optycznych, zastosowania polaryzatorów • 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 • dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	- zastosowania polaryzatorów; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów • prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych	
17. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego			
Uczeń: • posługuje się pojęciem promieniowania termicznego • przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia • rozróżnia smog i efekt cieplarniany • objaśnia, na czym polega zjawisko	Uczeń: • analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciało i jego zależność od temperatury • porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki • przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla	Uczeń: • wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego • podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń • stosuje do obliczeń bilans energetyczny	Uczeń: • Rwyznacza n-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie; Rwyprowadza wzór Rydberga z modelu Bohra • rozwiązuje nietypowe, złożone

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
fotoelektryczne • opisuje światło jako strumień fotonów • posługuje się pojęciem pędu fotonu • wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe własności światła • wskazuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii • rozróżnia widma ciągłe i nieciągłe – dyskretne; wskazuje przykłady zastosowania analizy widm • rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów • rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu • wskazuje zastosowania laserów • opisuje promieniowanie rentgenowskie jako fale elektromagnetyczne • wskazuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego: zdjęcia rentgenowskie, tomografia komputerowa, obserwacje astronomiczne • rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: – promieniowania termicznego – efektu cieplarnianego – zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu – falowej natury materii – widm emisyjnych i absorpcyjnych – R modelu Bohra – 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	stworzenia mechaniki kwantowej; posługuje się pojęciem kwantu energii • wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni • omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu cieplarnianego • przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu • porównuje smog i efekt cieplarniany • opisuje zjawiska fotoelektryczne, fotochemiczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej • stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń • przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska; posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowolt • stosuje zależność między pędem fotonu a jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i obliczeń • opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy • przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła • opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła • opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek • objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii; oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek • opisuje pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronów między poziomami energetycznymi w atomach połączonych z emisją lub absorpcją kwantu światła • analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru • R opisuje model Bohra atomu wodoru • schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami połączone z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji • opisuje powstawanie promieniowania rentgenowskiego jako promieniowania hamowania; oblicza krótkofalową	zjawiska fotoelektrycznego • wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona • wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym • objaśnia założenia mechaniki kwantowej • wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego; uzasadnia ograniczoną zdolność rozdzielczą mikroskopu optycznego • opisuje przykłady zastosowania analizy widm • interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru; stosuje do obliczeń wzór Rydberga • R opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; omawia zastosowania laserów • R uzasadnia założenia modelu Bohra atomu wodoru odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia • omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w laserze na swobodnych elektronach oraz zastosowania tego lasera • opisuje na przykładach zastosowania promieniowania rentgenowskiego • wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formuluje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji) • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: - promieniowania termicznego i prawa Wiena - efektu cieplarnianego - zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu - falowej natury materii - widm emisyjnych i absorpcyjnych - R modelu Bohra - promieniowania rentgenowskiego i jego widma oraz: uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie • wyszukuje i analizuje materiały źródłowe,	zadania lub problemy dotyczące: – promieniowania termicznego i prawa Wiena – efektu cieplarnianego – zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu – falowej natury materii – widm emisyjnych i absorpcyjnych – R modelu Bohra – promieniowania rentgenowskiego i jego widma oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności, ilustruje je graficznie • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka atomowa</i>; formuluje i weryfikuje hipotezy

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	granice widma promieniowania rentgenowskiego • omawia wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego w lampie rentgenowskiej; analizuje widmo tego promieniowania • przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: – bada promieniowanie termiczne – bada rolę diody LED jako fotodiody – obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: – promieniowania termicznego – efektu cieplarnianego – zjawiska fotoelektrycznego i fotokomórki – pędu fotonu – falowej natury materii – widm emisyjnych i absorpcyjnych – modelu Bohra – promieniowania rentgenowskiego i jego widma, 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 • 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, promieniowania rentgenowskiego • dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, a w szczególności dotyczące: - efektu cieplarnianego - falowej natury materii - widm - promieniowania rentgenowskiego; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów • realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Spektroskop</i>	
18. Fizyka jądrowa			
Uczeń: • posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna • posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa • wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego • wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta • wymienia właściwości promieniowania jądrowego • rozróżnia promieniowanie jonizujące	Uczeń: • opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej • posługuje się pojęciami: antycząstka, antymateria, antyelektron (pozyton) • opisuje kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji • opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe • przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, a w szczególności omawia doświadczenie Rutherforda • opisuje rozpad alfa, beta plus i beta minus (β^+ i β^-) oraz zapisuje przykłady takich przemian jądrowych • zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku	Uczeń: • stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron-pozyton • omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe • omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie • wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna –	Uczeń: • rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: – składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka – reakcji jądrowych – promieniowania jądrowego – rozpadu promieniotwórczego – związku między masą a energią – energii jądrowej – reakcji syntezy termojądrowej – ewolucji Słońca i innych gwiazd – przesunięcia ku czerwieni

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe - wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie - opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy - wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej - wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozróżnia syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia - posługuje się pojęciem galaktyki, rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory - podaje przybliżony wiek Wszechświata - rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: - składu jądra atomowego - reakcji jądrowych - promieniowania jądrowego - rozpadu promieniotwórczego - energii jądrowej - reakcji syntezy termojądrowej - ewolucji Słońca i innych gwiazd - rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk, 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	- opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego - doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki - omawia wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia - omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie - opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych - opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu - opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla ^{14}C - opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór $DE = Dmc^2$ - wykazuje, że jednostkę współczynnika c^2 można zapisać $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; interpretuje wartość tego współczynnika - posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór $E = mc^2$ do obliczeń - posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych - oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania - opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej - opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej - porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia - wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach - opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd - rozszerza białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury - opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego i parseka - opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk - opisuje zależność między odległością do galaktyki a prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a	indeterministyczna - stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań - opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość - omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany przezwyciężenia tych problemów - omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy - omawia supernowe i czarne dziury - omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie - opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata - stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła - rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: - składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka - reakcji jądrowych - promieniowania jądrowego - rozpadu promieniotwórczego - związku między masą a energią - energii jądrowej - reakcji syntezy termojądrowej - ewolucji Słońca i innych gwiazd - przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk oraz: ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia - wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, dotyczące: - zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie - zastosowania czasu połowicznego rozpadu - energetyki jądrowej - różnych rodzajów elektrowni - ewolucji gwiazd - rozszerzania się Wszechświata;	i ucieczki galaktyk oraz wykazuje podane stwierdzenia planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka jądrowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: - składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka - reakcji jądrowych - promieniowania jądrowego - rozpadu promieniotwórczego - energii jądrowej - reakcji syntezy termojądrowej - ewolucji Słońca i innych gwiazd - rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk, 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 i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi, zapisuje równania reakcji jądrowych - 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 ^{14}C, energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji gwiazd - dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów 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	
19. Elementy fizyki relatywistycznej			
Uczeń: - stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza) - wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora - wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu informacji - wskazuje, że równoczesność zdarzeń zależy od układu odniesienia - rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: - czasoprzestrzeni - względności równoczesności - historii rozwoju teorii względności - 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,	Uczeń: - opisuje i stosuje transformacje Galileusza - posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria - analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się - stosuje zasadę względności Einsteina - wyjaśnia, kiedy możemy stosować transformację Galileusza - opisuje względność równoczesności - wskazuje na diagramie czasoprzestrzennym przykłady zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia Ropisuje paradoks bliźniąt - przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności - posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną - posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje do obliczeń wzór na energię całkowitą - wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną	Uczeń: - przedstawia transformacje Galileusza w czasoprzestrzeni - stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań - rysuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się - wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina; porównuje teorie Galileusza i Einsteina - opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań - wykazuje stałość prędkości światła - wyjaśnia względność równoczesności zdarzeń na podstawie diagramu czasoprzestrzennego - wyjaśnia, dlaczego istnienie zdarzeń,	Uczeń: Rzapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów Ropisuje ruch plamki światła przesuwanej się po Księżycu Rwykazuje na wybranym przykładzie, że poruszające ciało skraca się w kierunku ruchu - rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: - czasoprzestrzeni - transformacji Lorentza - względności równoczesności Rdylatacji czasu i skrócenia Lorentza - energii całkowitej

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania	prędkość przekazu energii • analizuje zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej • rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: – czasoprzestrzeni – transformacji Lorentza – względności równoczesności – historii rozwoju teorii względności – związku między masą a energią – energii całkowitej, 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 • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> • dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia, nie prowadzi do paradoksów • ^Ropisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym • ^Rwyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; wyjaśnia paradoks bliźniąt • ^Ropisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz ideę ogólnej teorii względności • porównuje wskazane teorie z historii rozwoju teorii względności • porównuje energię spoczynkową z innymi formami energii • wyjaśnia, że zasada zachowania energii obowiązuje także w fizyce relatywistycznej oraz, że są różne umowy, co do znaczenia słowa <i>masa</i> • opisuje zależność energii całkowitej od prędkości • wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła • porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: - czasoprzestrzeni - transformacji Lorentza - względności równoczesności - ^Rdylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza - energii całkowitej oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje • analizuje tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów • wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści tego działu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów oraz wykorzystuje	oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności • planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy