

WYMAGANIE EDUKACYJNE NA POSZCZEGÓLNE OCENY

FIZYKA KLASA IV POZIOM ROZSZERZONY

NA OCENĘ DOPUSZCZAJĄCĄ UCZEŃ:

- wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej
- wymienia rodzaje fali 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
- rozróżnia 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
- rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone
- opisuje zasadę działania lupy; wskazuje zastosowanie lupy, (lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego – spoza podstawy programowej)
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane
- objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych
- 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
 - rozszczepienia światła
 - soczewek
 - tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą
 - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki
 - lupy
 - polaryzacji światła,
- posługuje się pojęciem promieniowania termicznego
- przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia
- rozróżnia smog i efekt cieplarniany
- objaśnia, na czym polega zjawisko 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
- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:
 - promieniowania termicznego
 - efektu cieplarnianego
 - zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu
 - falowej natury materii
 - widm emisyjnych i absorpcyjnych

- (modelu Bohra – spoza podstawy programowej)
- 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 i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe
- opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy
- wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- 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, wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; 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,
- 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
 - historii rozwoju teorii względności
 - związku między masą a energią,

DO WSZYSTKICH DZIAŁÓW:

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.

NA OCENĘ DOSTATECZNĄ 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
- wskazuje przykłady interferencji światła w przyrodzie
- wskazuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła

- 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
- 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
- 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 tworzonego przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki
- opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator
- 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 i połączenie barw w światło białe
 - bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu
 - 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; 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
 - polaryzacji światła,
- 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: *O tym, do czego służą „odblaski”* lub inny; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania prostych zadań lub problemów
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fale elektromagnetyczne i optyka*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury
- porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki
- posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej
- 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 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 – elektronowoltem
- 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
- 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
- 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
- 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
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- 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 rozpady 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
- opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego
- doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki
- omawia wpływ promieniowania jonizującego 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 zasadę datowania substancji za pomocą węgla
- opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu
- opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór $\Delta E = \Delta mc^2$
- wykazuje, że jednostkę współczynnika c^2 można zapisać w postaci $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; 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
- rozróżnia białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury
- opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego
- 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
- 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,
- 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 ^{14}C , energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji
- dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fizyka jądrowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
- 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
- opisuje 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 prędkość przekazu energii
- analizuje zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące:
 - czasoprzestrzeni
 - transformacji Lorentza
 - historii rozwoju teorii względności
 - związku między masą a energią
 - energii całkowitej,
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu *Elementy fizyki relatywistycznej*

DO WSZYSTKICH DZIAŁÓW:

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

NA OCENĘ DOBRĄ 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
- opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła
- udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$
- wyjaśnia powstawanie mirażu
- opisuje mechanizm powstawania ognia Snelliusa
- wykazuje, że $n_{\text{fiolet}} > n_{\text{czerw}}$
- wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy oraz współczynnika załamania
- rozróżnia soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia, na czym polegają aberracje sferyczna i chromatyczna, wskazuje sposoby korygowania tych wad soczewek
- wyprowadza i interpretuje równanie soczewki
- wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator
- 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
 - rozszczepienia światła
 - soczewek
 - tworzenia obrazu rzeczywistego
 - przez soczewkę skupiającą
 - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki
 - wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła polaryzacji światła
- 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 *Fale elektromagnetyczne i optyka*, zwłaszcza dotyczące:
 - własności i zastosowań fal elektromagnetycznych
 - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
 - wykorzystania światłowodów
 - powstawania tęczy i halo
 - przyrządów optycznych
 - zastosowania polaryzatorów;
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów
- prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych
- wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego
- podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśnienia zjawisk i obliczeń
- stosuje do obliczeń bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego
- wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona
- wyjaśnia, dlaczego zjawiska związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym
- objaśnia założenia mechaniki kwantowej
- wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego;
- opisuje przykłady zastosowania analizy widm
- interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje 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
 - oraz: uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu *Fizyka atomowa*, a w szczególności dotyczące:
 - efektu cieplarnianego
 - falowej natury materii
 - widm
 - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązywania zadań i problemów
- realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Spektroskop*
- 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
- omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna
- stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań
- opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość
- 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
 - przesunięcie 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 *Fizyka jądrowa*
- 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
- 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 *masa*
- 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
 - energii całkowitej
 - oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje

- analizuje tekst: *Świat zdrowo zafalował* lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania 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 do rozwiązywania zadań i problemów

NA OCENĘ BARDZO DOBRĄ UCZEŃ:

- wykazuje, że pas tęczy widzimy pod kątem 42° , a tęcza jest kolorowa
- wyprowadza równanie soczewki przy obrazach pozornych
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
 - fal elektromagnetycznych
 - dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
 - interferencji światła
 - odbicia i rozpraszania światła
 - załamania światła
 - wewnętrznego odbicia światła
 - rozszczepienia światła
 - soczewek
 - tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą
 - tworzenia obrazów pozornych przez soczewki
 - 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 *Fale elektromagnetyczne i optyka*
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
 - promieniowania termicznego i prawa Wiena
 - efektu cieplarnianego
 - zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu
 - falowej natury materii
 - widm emisyjnych i absorpcyjnych
 - oraz wykazuje lub udowadnia podane zależności, ilustruje je graficznie
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Fizyka atomowa*; formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje 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 i ucieczki galaktyk
 - oraz wykazuje podane stwierdzenia
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Fizyka jądrowa*; formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące:
 - czasoprzestrzeni
 - transformacji Lorentza
 - energii całkowitej
 - oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności
- planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu *Elementy fizyki relatywistycznej*; formułuje i weryfikuje hipotezy

NA OCENĘ CELUJĄCĄ UCZEŃ:

- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące:
 - fal elektromagnetycznych

- dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
- interferencji światła
- odbicia i rozpraszania światła
- załamania światła
- wewnętrznego odbicia światła
- rozszczepienia światła
- soczewek
- tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą
- tworzenia obrazów pozornych przez soczewki
- wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła
- polaryzacji światła
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące:
 - Promieniowania termicznego i prawa Wiena
 - efektu cieplarnianego
 - zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu
 - falowej natury materii
 - widm emisyjnych i absorpcyjnych