

Wymagania edukacyjne niezbędne do otrzymania przez ucznia poszczególnych rocznych ocen klasyfikacyjnych z fizyki w klasie 4 – poziom rozszerzony

Formy sprawdzania wiedzy i umiejętności ucznia podlegające ocenie wraz z przyporządkowanymi wagami:

1. Prace klasowe (waga 4)
2. Kartkówki (waga 2)
3. Odpowiedzi ustne (waga 2)
4. Praca na lekcji, systematyczność (waga 1-2)
5. Prace domowe (waga 1)
6. Prace dodatkowe (waga 2-4)

Oceny z prac pisemnych (kartkówki, prace klasowe, prace dodatkowe) ustalane będą z przedziałów procentowych:

- 0% - 34% - niedostateczny
- 35% - 49% - dopuszczający
- 50% - 69% - dostateczny
- 70% - 88% - dobry
- 89%- 97% - bardzo dobry
- 98% - 100% – celujący

Uczeń jest zobowiązany do napisania wszystkich prac klasowych czyli prac pisemnych obejmujących większy zakres materiału (np. dział). W przypadku nieobecności na pracy klasowej w pierwszym terminie, uczeń ma obowiązek napisać zaległą pracę klasową w terminie ustalonym z nauczycielem zaraz po powrocie do szkoły. Liczba nieprzygotowań w ciągu roku szkolnego zostanie podana na pierwszym spotkaniu i będzie uwzględniać liczbę godzin w cyklu kształcenia.

Wymagania edukacyjne do poszczególnych działów:

Fale elektromagnetyczne i optyka

Uczeń:

- wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej; wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych;
- 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 oraz wielkościami związanymi z mocą światła
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z powstawaniem i rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z powstawaniem i rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania; opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma
- opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego na przykładzie schematu nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych
- opisuje światło białe jako mieszaninę barw, opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych przy opisywaniu zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów widma

- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z falami elektromagnetycznymi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania i problemy związane z falami elektromagnetycznymi; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych na przykładzie światła oraz praktyczne znaczenie tego zjawiska
- obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, obserwuje zjawisko interferencji fal; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń, formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)
- stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal; 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 (wyjaśniania zjawisk)
- posługuje się informacjami związanymi z dyfrakcją i interferencją fal elektromagnetycznych pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych, ilustruje je na schematycznych rysunkach;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych; uzasadnia swoje rozwiązania, udowadnia podane stwierdzenia i/lub związki
- przeprowadza doświadczenie na podstawie z jego opisu: obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, wyciąga wnioski
- opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk) związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali, (udowadnia ten związek)
- analizuje jakościowo (i wyjaśnia) zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
- wskazuje (i opisuje) przykłady interferencji światła w przyrodzie
- wykorzystuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do rozwiązywania typowych (prostych) zadań lub problemów;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące zjawiska interferencji; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- opisuje zjawisko odbicia światła; stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków
- demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku; opisuje (i wyjaśnia) obserwację, wyciąga wnioski;
- wskazuje (i opisuje) przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; przeprowadza obliczenia liczbowe, uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje (jakościowo) i ilościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; (wskazuje kierunek załamania); 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
- przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów, przedstawia je na wykresie i wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)
- posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła n w danym ośrodku;
- opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła, (wyjaśnia ich powstawanie)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z załamaniem światła;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z załamaniem światła; udowadnia podane stwierdzenia lub związki
- opisuje jakościowo częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie światła i ilustruje je na schematycznym rysunku; posługuje się pojęciem kąta granicznego; stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła
- korzysta z prawa Snelliusa do obliczania kąta granicznego, interpretuje jego związek ze współczynnikiem n
- opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego

odbicia; opisuje przykłady wykorzystania światłowodów, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych

- doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów;
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; uzasadnia i/lub ilustruje na schematycznych rysunkach swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła; opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach
- demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, wyciąga wnioski
- wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła przy jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat; (wykazuje, że $n_{\text{fiolet}} > n_{\text{czerw}}$)
- opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykłady zjawisk optycznych występujących w przyrodzie i wynikających z rozszczepienia światła, do ich opisu posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych; (wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy)
- stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody;
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z rozszczepieniem światła; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania, ilustruje je na schematycznych rysunkach
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z rozszczepieniem światła; uzasadnia podane stwierdzenia
- rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające, stosuje ich schematyczne oznaczenia, opisuje bieg wiązki światła przez te soczewki; posługuje się pojęciami ogniska, ogniskowej (i zdolności skupiającej wraz z jej jednostką)
- opisuje jakościowo ilościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania, (interpretuje tę zależność); stosuje przybliżenie cienkiej soczewki
- rozróżnia soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia na czym polega aberracja sferyczna i chromatyczna, wskazuje sposoby korygowania tych wad soczewek
- stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące soczewek; ustala i uzasadnia swoje odpowiedzi,
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące soczewek; uzasadnia swoje rozwiązania oraz ilustruje je na schematycznych rysunkach; wykazuje podane zależności
- opisuje mechanizm tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą oraz podaje reguły jego konstruowania; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewkę skupiającą
- doświadczalnie bada związek między ogniskową soczewki i położeniami przedmiotu i obrazu; opisuje, analizuje (i opracowuje) wyniki pomiarów; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)
- stosuje do obliczeń równanie soczewki; opisuje sposób pomiaru przybliżonej ogniskowej soczewki
- opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku: krótkowzroczności i dalekowzroczności
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia, wykonuje obliczenia
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą
- rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone; 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
- stosuje do obliczeń równanie soczewki przy obrazach pozornych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazów pozornych przez soczewki; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia; stosuje do obliczeń równanie soczewki,
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazów pozornych

przez soczewki

- opisuje zasadę działania przyrządów optycznych: (lupy), lunety astronomicznej i Galileusza, mikroskopu optycznego (wskazuje ich zastosowania)
- rysuje konstrukcyjnie obrazy tworzone przez soczewki i zwierciadła (oraz poznane przyrządy optyczne), określa cechy tych obrazów; posługuje się pojęciem powiększenia kąтового
- przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisu: buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza opisuje (i wyjaśnia) obserwacje; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane (z lupą) i innymi przyrządami optycznymi oraz z wykorzystaniem równania soczewki; uzasadnia swoje odpowiedzi, konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów, wykonuje obliczenia
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z przyrządami optycznymi oraz z wykorzystaniem równania soczewki i/lub równania zwierciadła; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane
- doświadczalnie obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadłe; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń)
- opisuje jakościowo (i wyjaśnia) zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator
- objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych; (opisuje zmianę natężenia światła przy przejściu przez polaryzator)
- wskazuje i opisuje zastosowania polaryzatorów, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z polaryzacją światła;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z polaryzacją światła; uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia; doświadczalnie bada, czy światło jest spolaryzowane
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Fale elektromagnetyczne i optyka”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu; (prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fale elektromagnetyczne i optyka”, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania, ilustruje je na schematycznych rysunkach
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fale elektromagnetyczne i optyka”; ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia; (wykazuje lub udowadnia podane stwierdzenia i/lub związki)

Fizyka atomowa

Uczeń:

- posługuje się pojęciem promieniowania termicznego; (analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury)
- wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego; □porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki
- podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń
- posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego;
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego; uzasadnia podane stwierdzenia
- wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni
- przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia;
- przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu na podstawie informacji pochodzących z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych
- rozróżnia (oraz porównuje) smog i efekt cieplarniany
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z efektem cieplarnianym
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z efektem cieplarnianym oraz

- wykorzystaniem prawa Wiena lub podanych informacji; uzasadnia swoje rozwiązania i odpowiedzi
- objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; opisuje zjawiska fotoelektryczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej
- opisuje światło jako strumień fotonów; stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu i częstotliwością oraz długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go
- do wyjaśniania tego zjawiska i obliczeń posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowolt
- rozróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne, wskazuje przykłady ich wykorzystania
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące zjawiska fotoelektrycznego
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące zjawiska fotoelektrycznego; uzasadnia swoje rozwiązania
- posługuje się pojęciem pędu fotonu; stosuje zależność między pędem fotonu i 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;
- wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym
- korzysta ze wzoru na pęd fotonu przy rozwiązywaniu typowych (prostych) zadań lub problemów;
- korzysta ze wzoru na pęd fotonu przy rozwiązywaniu złożonych (nietypowych) zadań lub problemów; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, (wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe jego własności)
- wskazuje i opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek
- objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii (oraz założenia mechaniki kwantowej); oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek
- wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych, np. z internetu) materiałów źródłowych dotyczących falowej natury materii
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z falową naturą materii;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z falową naturą materii; uzasadnia rozwiązania lub podane stwierdzenia
- rozróżnia widma ciągłe i nieciągłe – dyskretne; wskazuje (i opisuje przykłady zastosowania analizy widm)
- przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski;
- rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów, opisuje ich pochodzenie; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomach połączone z emisją lub absorpcją kwantu światła; (rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu)
- analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru; interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru
- opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; (wskazuje) i omawia zastosowania laserów
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące widm emisyjnych i absorpcyjnych; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące widm emisyjnych i absorpcyjnych; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje model Bohra atomu wodoru, (uzasadnia jego założenia odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia)
- wyznacza n-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie
- schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami związane z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące modelu Bohra
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące modelu Bohra; uzasadnia swoje

rozwiązania oraz podane związki lub zależności, ilustruje je graficznie

- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Fizyka atomowa”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fizyka atomowa”, a zwłaszcza: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, ustala i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fizyka atomowa”; uzasadnia swoje rozwiązania, podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie

Jądro atomowe

Uczeń:

- posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna, przy opisie składu materii
- posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa; (opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej)
- posługuje się pojęciami: antycząstka, antimateria, antyelektron; opisuje kreację lub anihilację par cząstka–antycząstka; (stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron–pozyton); oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji; opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe
- przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, w tym omawia doświadczenie Rutherforda
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące (składu jądra atomowego) oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka
- wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego
- opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus (β^+ i β^-) oraz (wskazuje) i zapisuje przykłady takich przemian jądrowych
- stosuje zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku do zapisu reakcji jądrowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadania lub ustalenia odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania
- opisuje powstawanie promieniowania gamma; (wymienia) i opisuje właściwości promieniowania jądrowego
- rozróżnia promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje i omawia wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia
- omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe
- wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie na podstawie informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące promieniowania jądrowego; wykonuje obliczenia, zapisuje reakcje rozpadu, uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące promieniowania jądrowego; uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia
- opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych; (wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna)
- opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu;

- analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu;
- stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań
- opisuje zasadę datowania substancji na podstawie węgla ^{14}C (oraz inne zastosowania czasu połowicznego rozpadu)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące rozpadu promieniotwórczego
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące rozpadu promieniotwórczego; uzasadnia swoje rozwiązania
- opisuje (jakościowo) i ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy;
- posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór $E = mc^2$ do obliczeń; (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
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące związku między masą i energią;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące związku między masą i energią; uzasadnia swoje rozwiązania
- 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 (oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej)
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących energetyki jądrowej
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące energii jądrowej; zapisuje równania reakcji jądrowych
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii jądrowej; uzasadnia rozwiązania, wykazuje podane stwierdzenia
- wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej i źródło energii; (porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia), rozróżnia te reakcje
- wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany ich przewyżczenia
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące reakcji syntezy termojądrowej;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące reakcji syntezy termojądrowej; uzasadnia swoje rozwiązania
- posługuje się pojęciem galaktyka, rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory; wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; posługuje się pojęciem roku świetlnego
- opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; (podaje) i oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk
- opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata
- opisuje zależność między odległością do galaktyki i prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a (oraz wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła)
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk;
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk
- dokonuje syntezy wiedzy z działu „Fizyka jądrowa”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fizyka jądrowa” a zwłaszcza: (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), przelicza jednostki, wykonuje

obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących, zapisuje równania reakcji jądrowych, uzasadnia swoje odpowiedzi

- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Fizyka jądrowa”; ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania, uzasadnia (lub wykazuje) podane stwierdzenia

Elementy fizyki relatywistycznej

Uczeń:

- zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)
- opisuje i stosuje transformacje Galileusza, (przedstawia je w czasoprzestrzeni)
- posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria, (stosuje je w rozwiązywaniu zadań)
- analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się
- przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności, w szczególności prac Einsteina i Galileusza
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje rozwiązania
- wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora; (stosuje zasadę względności Einsteina)
- wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina (i kiedy możemy stosować transformację Galileusza); porównuje teorie Galileusza i Einsteina
- opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące transformacji Lorentza; uzasadnia swoje odpowiedzi,
- rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące transformacji Lorentza; uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie
- posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną; (opisuje zależność energii całkowitej od prędkości)
- 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; (wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła)
- analizuje (i porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące energii całkowitej; uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii całkowitej; uzasadnia swoje rozwiązania
- rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Elementy fizyki relatywistycznej”, a zwłaszcza: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, uzasadnia swoje odpowiedzi
- rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu „Elementy fizyki relatywistycznej”; ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia; (wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności)

Powtórzenie materiału przed maturą

Uczeń:

- rozwiązuje typowe i złożone zadania maturalne korzystając z karty wzorów, kalkulatora prostego lub naukowego, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, uzasadnia swoje odpowiedzi – po powtórzeniu działów z fizyki