

## Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z fizyki dla klasy czwartej (zakres rozszerzony)

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

### Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

---

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).

Czynności wymagane na poziomach wymagań wyższych niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać samodzielnie (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).

W wypadku wymagań na stopnie wyższym niż dostateczny uczeń wykonuje zadania dodatkowe (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności i złożoności.

Wymagania na kolejne stopnie się kumulują - obejmują również wymagania na stopnie niższe.

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<b>Dualna natura promieniowania i materii</b>			
<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej</li></ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych</li><li>stosuje zależność między długością,</li></ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>posługuje się wielkościami związanymi z mocą światła</li><li>opisuje praktyczne znaczenie</li></ul>	<b>Uczeń:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>wykazuje, że pas tęczy widzimy pod kątem <math>42^\circ</math>, a tęcza jest kolorowa</li><li>wyprowadza równanie</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje fale elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania</li> <li>opisuje światło białe jako mieszaninę barw</li> <li>stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal</li> <li>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane</li> <li>objaśnia działanie filtrów polaryzacyjnych</li> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>związku między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek</li> <li>tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>lupy</li> <li>polaryzacji światła,</li> </ul> </li> <li>posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna</li> </ul>	<p>prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką</li> <li>opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma</li> <li>omawia schemat nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych</li> <li>opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> <li>opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów</li> <li>opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych na przykładzie światła</li> <li>opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki</li> <li>opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do obliczeń</li> <li>opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do obliczeń</li> <li>analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciała i jego zależność od temperatury</li> <li>porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki</li> <li>posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej</li> <li>wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni</li> <li>omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu</li> </ul>	<p>zjawiska dyfrakcji fal elektromagnetycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali do wyjaśniania zjawisk</li> <li>stosuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do wyjaśniania zjawisk oraz udowadnia ten związek</li> <li>wyjaśnia zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie</li> <li>wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator</li> <li>opisuje zmianę natężenia światła podczas przejścia przez polaryzator</li> <li>wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji, opracowuje wyniki wykonanych pomiarów oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</li> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>powstawania i rozchodzenia się fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>interferencji światła</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek</li> </ul> </li> </ul>	<p>soczewki przy obrazach pozornych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>fal elektromagnetycznych</li> <li>dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>interferencji światła</li> <li>odbicia i rozpraszania światła</li> <li>załamania światła</li> <li>wewnętrznego odbicia światła</li> <li>rozszczenia światła</li> <li>soczewek</li> <li>tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą</li> <li>tworzenia obrazów pozornych przez soczewki</li> <li>przyrządów optycznych</li> <li>wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła</li> <li>polaryzacji światła</li> </ul> </li> <li>oraz uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia, wykazuje lub udowadnia podane związki oraz zależności</li> <li>projektuje i przeprowadza obserwacje oraz doświadczenia, formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>planuje, realizuje i prezentuje własny projekt</li> </ul>
--	---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa</li> <li>• wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</li> <li>• wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta</li> <li>• wymienia właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>• rozróżnia promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe</li> <li>• wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy</li> <li>• wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</li> <li>• wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozróżnia syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia</li> <li>• posługuje się pojęciem galaktyki, wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory</li> <li>• podaje przybliżony wiek Wszechświata</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub</li> </ul>	<p>cieplarnianego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu</li> <li>• porównuje smog i efekt cieplarniany</li> <li>• opisuje zjawiska fotoelektryczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej</li> <li>• stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>• przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska; posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowoltem</li> <li>• stosuje zależność między pędem fotonu a jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>• opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy</li> <li>• przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła</li> <li>• opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła</li> <li>• opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek</li> <li>• objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii; oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek</li> <li>• opisuje pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronów między poziomami energetycznymi</li> <li>• w atomach połączonych z emisją lub absorpcją</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tworzenia posługuje się pojęciem promieniowania termicznego</li> <li>• przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia</li> <li>• rozróżnia smog i efekt cieplarniany</li> <li>• objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne</li> <li>• opisuje światło jako strumień fotonów</li> <li>• posługuje się pojęciem pędu fotonu</li> <li>• wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe własności światła</li> <li>• wskazuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii</li> <li>• rozróżnia widma ciągle i nieciągle – dyskretne; wskazuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>• rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów</li> <li>• rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu</li> <li>• wskazuje zastosowania laserów</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– promieniowania termicznego</li> <li>– efektu cieplarnianego</li> <li>– zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>– modelu Bohra</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia</p>	<p>związany z treściami działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>D</sup>wyznacza <i>n</i>-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie;</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>– promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>– efektu cieplarnianego</li> <li>– zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>– falowej natury materii</li> <li>– widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>– modelu Bohra</li> </ul> </li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka atomowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>
--	--	---	--

<p>problemy dotyczące:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- składu jądra atomowego</li> <li>- reakcji jądrowych</li> <li>- promieniowania jądrowego</li> <li>- rozpadu promieniotwórczego</li> <li>- energii jądrowej</li> <li>- reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>- ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>- rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p>	<p>kwantu światła</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje model Bohra atomu wodoru</li> <li>• schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami połączone z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji</li> <li>• przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>- bada promieniowanie termiczne</li> <li>- bada rolę diody LED jako fotodiody</li> <li>- obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej;</li> </ul> </li> <li>• opisuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- promieniowania termicznego</li> <li>- efektu cieplarnianego</li> <li>- zjawiska fotoelektrycznego i fotokomórki</li> <li>- pędu fotonu</li> <li>- falowej natury materii</li> <li>- widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>- <sup>D</sup>modelu Bohra</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, w tym: efektu cieplarnianego, falowej natury materii, widm</li> </ul>	<p>je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania obrazu rzeczywistego</li> <li>- przez soczewkę skupiającą</li> <li>- tworzenia obrazów pozornych</li> <li>- przez soczewki</li> <li>- <sup>D</sup>przyrządów optycznych</li> <li>- wykorzystania równania soczewki i/lub równania zwierciadła</li> <li>- polaryzacji światła</li> </ul> <p>oraz: ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i>, zwłaszcza dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>- własności i zastosowań fal elektromagnetycznych</li> <li>- dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych</li> <li>- wykorzystania światłowodów</li> <li>- powstawania tęczy i halo</li> <li>- przyrządów optycznych</li> <li>- zastosowania polaryzatorów;</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi</p>	
---	---	--	--

	<p>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</p>	<p>z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</li> <li>• wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego</li> <li>• podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</li> <li>• stosuje do obliczeń bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym</li> <li>• objaśnia założenia mechaniki kwantowej</li> <li>• wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego;</li> <li>• opisuje przykłady zastosowania analizy widm</li> <li>• interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; omawia zastosowania laserów</li> <li>• <sup>D</sup>uzasadnia założenia modelu Bohra atomu wodoru odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia</li> <li>• wyjaśnia wyniki przeprowadzonych obserwacji oraz planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń</li> </ul>	
--	---	---	--

		<p>(formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>promieniowania termicznego i prawa Wiena</li> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>zjawiska fotoelektrycznego pędu fotonu</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm emisyjnych i absorpcyjnych</li> <li>modelu Bohra</li> </ul> </li> </ul> <p>oraz: uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, a w szczególności dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>efektu cieplarnianego</li> <li>falowej natury materii</li> <li>widm</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt <i>Spektroskop</i></li> </ul>	
<b>Fizyka jądrowa</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton,</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej</li> <li>posługuje się pojęciami: antycząstka,</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy reakcji lub</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące:</li> </ul>

<p>neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa</li> <li>• wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</li> <li>• wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta</li> <li>• wymienia właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>• rozróżnia promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe</li> <li>• wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy</li> <li>• wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</li> <li>• wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozróżnia syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia</li> <li>• posługuje się pojęciem galaktyki, wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory</li> <li>• podaje przybliżony wiek</li> </ul>	<p>antymateria, antyelektron (pozyton)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji</li> <li>• opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe</li> <li>• przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, a w szczególności omawia doświadczenie Rutherforda</li> <li>• opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus (<math>\beta^+</math> i <math>\beta^-</math>) oraz zapisuje przykłady takich przemian jądrowych</li> <li>• zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku</li> <li>• opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego</li> <li>• doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki</li> <li>• omawia wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia</li> <li>• omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych</li> <li>• opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu</li> <li>• opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla <math>^{14}\text{C}</math></li> <li>• opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór <math>\Delta E = \Delta mc^2</math></li> <li>• wykazuje, że jednostkę współczynnika <math>c^2</math></li> </ul>	<p>anihilacji pary elektron-pozyton</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i <math>^{13}\text{C}</math> dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe</li> <li>• omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>• wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna</li> <li>• stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań</li> <li>• opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość</li> <li>• omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany przezwyciężenia tych problemów</li> <li>• omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy</li> <li>• omawia supernowe i czarne dziury</li> <li>• omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie</li> <li>• opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata</li> <li>• stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła <ul style="list-style-type: none"> <li>– rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące:</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>– reakcji jądrowych</li> <li>– promieniowania jądrowego</li> <li>– rozpadu promieniotwórczego</li> <li>– związku między masą a energią</li> <li>– energii jądrowej</li> <li>– reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>– ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>– przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk oraz wykazuje podane stwierdzenia</li> <li>• planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu <i>Fizyka jądrowa</i>; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> </ul>
--	--	---	---

<p>Wszechświata</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>składu jądra atomowego</li> <li>reakcji jądrowych</li> <li>promieniowania jądrowego</li> <li>rozpadu promieniotwórczego</li> <li>energii jądrowej</li> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> </li> </ul> <p>w tym: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania</p>	<p>można zapisać <math>\frac{J}{kg}</math>; interpretuje wartość tego współczynnika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równowagę masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór <math>E = mc^2</math> do obliczeń</li> <li>posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych</li> <li>oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania</li> <li>opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu <math>^{235}U</math> zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</li> <li>opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej</li> <li>porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia</li> <li>wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach</li> <li>opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>rozróżnia białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury</li> <li>opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego</li> <li>opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk</li> <li>opisuje zależność między odległością do galaktyki a prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a</li> <li>rozwiązuje typowe zadania lub problemy</li> </ul>	<p>składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>reakcji jądrowych</li> <li>promieniowania jądrowego</li> <li>rozpadu promieniotwórczego</li> <li>związku między masą a energią</li> <li>energii jądrowej</li> <li>reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk</li> </ul> <p>oraz: ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, dotyczące: <ul style="list-style-type: none"> <li>zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie</li> <li>zastosowania czasu połowicznego rozpadu</li> <li>energetyki jądrowej</li> <li>różnych rodzajów elektrowni</li> <li>ewolucji gwiazd</li> <li>rozszerzania się Wszechświata;</li> </ul> </li> </ul> <p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów...</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi</li> </ul>	
---	---	---	--



	<p>dotyczące:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka-antycząstka</li> <li>- reakcji jądrowych</li> <li>- promieniowania jądrowego</li> <li>- rozpadu promieniotwórczego</li> <li>- energii jądrowej</li> <li>- reakcji syntezy termojądrowej</li> <li>- ewolucji Słońca i innych gwiazd</li> <li>- rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk,</li> </ul> <p>w tym: posługuje się tablicami fizycznymi lub chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi, zapisuje równania reakcji jądrowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu <i>Fizyka jądrowa</i>, zwłaszcza: zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie, datowania substancji za pomocą węgla <sup>14</sup>C, energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji gwiazd</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<p>i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów</p>	
<b>Elementy fizyki relatywistycznej</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</li> <li>• wskazuje niezależność prędkości światła</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje i stosuje transformacje Galileusza</li> <li>• posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria</li> <li>• analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</li> <li>• stosuje zasadę względności Einsteina</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia transformacje Galileusza w czasoprzestrzeni</li> <li>• stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <sup>D</sup>zapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów</li> <li>• <sup>D</sup>opisuje ruch płamki</li> </ul>

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

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