

## WYMAGANIA EDUKACYJNE NA POSZCZEGÓLNE STOPNIE SZKOLNE

### Fizyka – poziom rozszerzony

#### Klasa 4

#### Ocena śródroczna

#### Fale mechaniczne

Ocena dopuszczająca [1]	Ocena dostateczna [1+2]	Ocena dobra [1+2+3]	Ocena bardzo dobra [1+2+3+4]	Ocena celująca [1+2+3+4+5]
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykład fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• używa pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość</li> <li>• potrafi wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal,</li> <li>• potrafi zaobserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,</li> <li>• umie podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,</li> <li>• przytacza przykłady występowania zjawiska Dopplera</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię,</li> <li>• potrafi zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• definiuje czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,</li> <li>• umie na modelu harmonicznnej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,</li> <li>• potrafi zaobserwować zjawisko interferencji fal,</li> <li>• opisuje falę stojącą,</li> <li>• umie określić cechy dźwięków,</li> <li>• wyjaśnia istotę zjawiska Dopplera.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (<math>W/m^2</math>),</li> <li>• podaje związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną,</li> <li>• uzasadnia (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (<math>x</math>) i od czasu (<math>t</math>),</li> <li>• stosuje funkcję falową do obliczenia długości fali,</li> <li>• potrafi naszkicować fale składowe o jednakowych <math>T</math> i <math>A</math> oraz falę wypadkową dla faz: <math>0</math>, <math>\pi</math> i <math>0 &lt; \varphi_0 &lt; \pi</math>,</li> <li>• wskazuje węzły i strzałki fali stojącej,</li> <li>• podaje odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej,</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach</li> <li>• zapisuje wzorem i objaśnia pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,</li> <li>• wskazuje, od czego zależy natężenie fali kulistej,</li> <li>• umie zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej,</li> <li>• wykonuje dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i interpretuje wynik</li> <li>• podaje warunki powstawania fali stojącej,</li> <li>• formułuje zasadę Huygensa,</li> <li>• potrafi sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnia powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy</li> <li>• opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,</li> <li>• wykazuje, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań,</li> <li>• potrafi przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,</li> <li>• sporządza wykresy funkcji falowych</li> <li>• opisuje wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,</li> <li>• definiuje częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne,</li> <li>• potrafi przeprowadzić</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,</li> <li>• wyjaśnia, co to oznacza, że fale są spójne,</li> <li>• podaje warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem,</li> <li>• umie zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora.</li> </ul>	<p>interferencji w wybranym punkcie,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami,</li> <li>• wyjaśnia różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku,</li> <li>• oblicza poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach,</li> <li>• potrafi na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,</li> <li>• podaje ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków w zjawisku Dopplera.</li> </ul>	<p>rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,</li> <li>• potrafi wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali,</li> <li>• umie zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,</li> <li>• potrafi na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła.</li> </ul>
--	--	---	--	---

### Dualna natura promieniowania i materii

Ocena dopuszczająca [1]	Ocena dostateczna [1+2]	Ocena dobra [1+2+3]	Ocena bardzo dobra [1+2+3+4]	Ocena celująca [1+2+3+4+5]
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję fali elektromagnetycznej</li> <li>• omawia widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>• wyjaśnia historyczne znaczenie doświadczenia</li> </ul>	<p>Uczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje źródła i zastosowania wybranych zakresów widma fal elektromagnetycznych,</li> <li>• wyjaśnia powstawanie</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisać zjawisko dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• potrafi wyprowadzić związek między długością fali,</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia doświadczenie Hertza,</li> <li>• wyjaśnia pojęcie spójności fal</li> <li>• potrafi zastosować do obliczeń warunki</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na okres drgań własnych obwodu LC,</li> <li>• opisuje metody pomiaru wartości prędkości światła</li> </ul>

<p>Younga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu,</li> <li>• uzasadnia dążenie naukowców do zwiększania zdolności rozdzielczej przyrządu</li> <li>• wymienia praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji</li> <li>• objaśnia zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne,</li> <li>• posługuje się pojęciem kwantu energii – fotonu,</li> <li>• wymienia praktyczne zastosowania fotokomórki</li> <li>• wyjaśnia, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane,</li> <li>• opisuje właściwości promieni X,</li> <li>• wymienia przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego</li> <li>• potrafi wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii.</li> </ul>	<p>prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje i objaśnia obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną</li> <li>• wymienia obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>• umie opisać obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę</li> <li>• obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równoległe i prostopadle,</li> <li>• rozróżnia widmo ciągłe i widmo liniowe,</li> <li>• wyjaśnia różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym,</li> <li>• opisuje widmo promieniowania ciał stałych i cieczy,</li> <li>• umie opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania,</li> <li>• wyjaśnia, jak powstają</li> </ul>	<p>odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,</li> <li>• potrafi sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</li> <li>• umie podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka</li> <li>• podaje definicję zdolności rozdzielczej przyrządu,</li> <li>• wymienia wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu</li> <li>• potrafi zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie,</li> <li>• umie podać przykład naturalnego polaryzatora</li> <li>• wyjaśnia pojęcie pracy wyjścia elektronu z</li> </ul>	<p>maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego</li> <li>• wyjaśnia przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy,</li> <li>• potrafi interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otworka – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek,</li> <li>• analizuje obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie,</li> <li>• podaje warunek rozróżnialności obiektów jako</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną,</li> <li>• opisuje metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej,</li> <li>• wyprowadza wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych,</li> <li>• oblicza długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie</li> <li>• analizuje zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej,</li> <li>• uzasadnia stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki</li> <li>• potrafi zapisać i objaśnić prawo Malusa,</li> <li>• potrafi przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła</li> </ul>
--	---	--	---	--

	<p>linie Fraunhofera w widmie słonecznym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa,</li> <li>• wyjaśnia skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru,</li> <li>• wyjaśnia zjawisko jonizacji atomu,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych.</li> </ul>	<p>metalu,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>• uzasadnia pogląd, że światło ma naturę dualną,</li> <li>• potrafi zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym</li> <li>• opisuje widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej,</li> <li>• opisuje jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury,</li> <li>• opisuje jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała</li> <li>• potrafi sformułować i zapisać postulaty Bohra,</li> <li>• oblicza całkowitą energię atomu wodoru,</li> <li>• wyjaśnia, co to znaczy, że energia jest skwantowana,</li> <li>• umie skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe,</li> </ul>	<p>oddzielnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną,</li> <li>• wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła,</li> <li>• opisuje jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie,</li> <li>• definiuje kąt Brewstera,</li> <li>• wyprowadza związek: <math display="block">\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n}{n_{\text{otoczenia}}}</math> </li> <li>• przeprowadza rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania,</li> <li>• przeprowadza rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania,</li> <li>• analizuje wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne,</li> </ul>	<p>przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę działania kina 3D</li> <li>• potrafi sporządzić wykres zależności natężenia <math>I</math> prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia <math>U</math> między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach,</li> <li>• sporządza wykresy zależności <math>I(U)</math> dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,</li> <li>• sporządza wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promieniowania dla różnych metali,</li> <li>• wyznacza pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i umie oszacować niepewności pomiarowe</li> <li>• potrafi zapisać i objaśnić prawo Stefana – Boltzmanna i prawo Wiena,</li> </ul>
--	--	---	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje światło laserowe jako spójne i monochromatyczne</li> <li>• opisuje widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>• omawia zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</li> <li>• potrafi uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną</li> <li>• oblicza, długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>• umie podać przykłady uzasadniające, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne</li> <li>• potrafi sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka,</li> <li>• wyjaśnia pojęcie ciała doskonale czarnego,</li> <li>• posługuje się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera)</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</li> <li>• interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła,</li> <li>• rozróżnia stan podstawowy i stany</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnia wzór Rydberga (serie widmowe)</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć,</li> <li>• wyprowadza wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru,</li> <li>• opisuje zasadę działania żarła słonecznego</li> <li>• omawia zjawisko Comptona i uzasadnia fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>
--	--	---	---	--

			<p>wzbudzone atomu,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy,</li> <li>• opisuje odrzut atomu emitującego foton,</li> <li>• wyjaśnia sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym,</li> <li>• wyprowadza wzór na <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>• posługuje się wzorem Bragga,</li> <li>• interpretuje zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej</li> <li>• omawia wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek.</li> </ul>	
--	--	--	--	--

Ocena niedostateczna, jeżeli uczeń nie spełni co najmniej połowy wymagań na ocenę dopuszczającą.

## Ocena roczna

### Elementy szczególnej teorii względności

Ocena dopuszczająca [1]	Ocena dostateczna [1+2]	Ocena dobra [1+2+3]	Ocena bardzo dobra [1+2+3+4]	Ocena celująca [1+2+3+4+5]
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych,</li> <li>• podaje i objaśnia wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej,</li> <li>• potrafi przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć <math>c</math>,</li> <li>• podaje i objaśnia wzór relatywistyczny na energię kinetyczną,</li> <li>• podaje, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię <math>E = mc^2</math>, zwaną energią spoczynkową.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej</li> <li>• wymienia przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć <math>c</math>, dowodzi ograniczonej stosowności mechaniki Newtona,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego,</li> <li>• wie, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina,</li> <li>• wyjaśnia pojęcie czasoprzestrzeni,</li> <li>• umie interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych,</li> <li>• opisuje znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych,</li> <li>• podaje i objaśnia definicję pędu relatywistycznego</li> <li>• umie interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu,</li> <li>• potrafi zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego,</li> <li>• umie wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość <math>c</math></li> <li>• wyjaśnia, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności,</li> <li>• podaje i objaśnia wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych</li> <li>• potrafi przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami,</li> <li>• umie sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała,</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i umie przekształcić go do wzoru przybliżonego,</li> <li>• objaśnia wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych,</li> <li>• podaje przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości,</li> <li>• potrafi wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia</li> <li>• potrafi przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór</li> </ul>

		<p>zachowana</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zapisać i wyjaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki,</li> <li>• potrafi zapisać i wyjaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą,</li> <li>• potrafi wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym</li> <li>• wyprowadza wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała,</li> <li>• wyjaśnia równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli potrafi zinterpretować wzór <math>E_s = mc^2</math>,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika <math>mc^2</math>,</li> <li>• wykazuje, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero,</li> <li>• wykazuje, że układ fotonów może mieć masę różną od zera,</li> <li>• opisuje ruch relatywistycznej cząstki naładowanej,</li> <li>• wykazuje, że pęd fotonu ma wartość <math>p = \frac{h}{\lambda}</math>.</li> </ul>	<p>na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową,</li> <li>• wyprowadza związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości,</li> <li>• wyprowadza związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki.</li> </ul>
--	--	---	--	--

## Fizyka jądrowa

Ocena dopuszczająca [1]	Ocena dostateczna [1+2]	Ocena dobra [1+2+3]	Ocena bardzo dobra [1+2+3+4]	Ocena celująca [1+2+3+4+5]
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje promieniowania jądrowego i podaje ich główne właściwości</li> <li>wymienia i opisuje składniki jądra atomowego</li> <li>wyjaśnia, czym różnią się od siebie izotopy,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy</li> <li>definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu,</li> <li>wyjaśnia pojęcie deficytu masy,</li> <li>podaje wzór na energię wiązania jądra atomowego</li> <li>wyjaśnia, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi,</li> <li>wymienia zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych,</li> <li>opisuje zjawisko kreacji par elektron – pozyton,</li> <li>opisuje zjawisko anihilacji</li> <li>wymienia główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i</li> </ul>	<p>Uczeń</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki,</li> <li>podaje przykłady izotopów wybranego pierwiastka,</li> <li>zapisuje i objaśnia prawo rozpadu promieniotwórczego,</li> <li>wyjaśnia zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów,</li> <li>wyjaśnia, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii,</li> <li>wyjaśnia, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników,</li> <li>wyjaśnia pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienia reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji,</li> <li>opisuje energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego</li> <li>potrafi zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka,</li> <li>umie opisać właściwości sił jądrowych</li> <li>podaje równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus,</li> <li>umie podać ładunek i masę pozytonu,</li> <li>wyjaśnia pojęcia cząstki i antycząstki</li> <li>wyjaśnia pojęcie stałej rozpadu,</li> <li>umie zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę,</li> <li>wyjaśnia, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny</li> <li>wyprowadza wzór na deficyt masy,</li> <li>potrafi znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje doświadczenie Rutherforda i wyjaśnia znaczenie jego wyników</li> <li>potrafi przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych,</li> <li>wyjaśnia rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów,</li> <li>formułuje regułę Soddiego i Fajansa,</li> <li>wyjaśnia pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego,</li> <li>podaje przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma</li> <li>potrafi zinterpretować wykres <math>N(t)</math> zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu,</li> <li>korzysta ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu,</li> <li>objaśnia metodę datowania za pomocą izotopu <math>^{14}\text{C}</math>,</li> <li>definiuje jednostkę</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>umie opisać metody badania właściwości promieniowania jądrowego,</li> <li>wyjaśnia pojęcie szeregu promieniotwórczego i potrafi omówić jeden z nich</li> <li>potrafi wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego,</li> <li>umie obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie,</li> <li>umie obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu,</li> <li>potrafi porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek</li> <li>podaje warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i umie zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce <math>\alpha</math>, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa,</li> </ul>

<p>zagrożenia z nią związane</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wie, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu,</li> <li>• opisuje skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy,</li> <li>• wymienia sposoby ochrony przed promieniowaniem</li> </ul>	<p>rozszczenia,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia,</li> <li>• wyjaśnia różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową,</li> <li>• potrafi opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji,</li> <li>• potrafi podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla,</li> <li>• porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych.</li> </ul>	<p>masy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie zapisuje równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów,</li> <li>• wyjaśnia zasadę zachowania ładunku w zjawisku kreacji,</li> <li>• zapisuje zasadę zachowania energii w zjawisku kreacji,</li> <li>• zapisuje równanie anihilacji pozytonu i elektronu</li> <li>• na podstawie doświadczenia myślowego wyjaśnia, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych,</li> <li>• na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnia, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii,</li> <li>• omawia schemat cyklu proton – proton,</li> <li>• opisuje reakcje termojądrowe</li> </ul>	<p>masy atomowej i wykorzystuje ją do wykonywania obliczeń,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych,</li> <li>• wyjaśnia i opisuje za pomocą równania kreację pary elektron – pozyton,</li> <li>• przedstawia zasadę zachowania pędu w zjawisku kreacji,</li> <li>• oblicza minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska kreacji,</li> <li>• opisuje proces anihilacji pozytonu i elektronu</li> <li>• zapisuje równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów,</li> <li>• potrafi wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetyczna, więc może stanowić źródło</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji,</li> <li>• stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia,</li> <li>• oblicza energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji,</li> <li>• uzasadnia stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał,</li> <li>• umie obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości,</li> <li>• wyjaśnia zjawisko wybuchu supernowej,</li> <li>• wyjaśnia, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje,</li> <li>• opisuje schemat i zasadę działania licznika Geigera – Müllera,</li> <li>• omawia wybrane sposoby praktycznego wykorzystania</li> </ul>
---	--	--	---	--

		<p>zachodzące w gwiazdach,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące,</li> <li>• wymienia przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej.</li> </ul>	<p>energii</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej,</li> <li>• opisuje budowę i zasadę działania bomby atomowej</li> <li>• opisuje gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni,</li> <li>• potrafi omówić schemat cyklu CNO,</li> <li>• opisuje budowę i zasadę działania bomby termojądrowej</li> <li>• podaje definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę,</li> <li>• podaje sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podaje ich jednostki.</li> </ul>	<p>promieniowania jonizującego.</p>
--	--	---	--	-------------------------------------

Ocena niedostateczna, jeżeli uczeń nie spełni co najmniej połowy wymagań na ocenę dopuszczającą.