

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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