

Wymagania edukacyjne z fizyki dla klasy 4 – poziom rozszerzony

Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień wyższy niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień poprzedni.
2. Na podstawowym poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać proste zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności uczenia 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).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. wyższych niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać samodzielnie (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. wyższe niż dostateczny uczeń wykonuje zadania bardziej złożone lub dodatkowe (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).
5. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia 5. celującego obejmują wymagania na stopień bardzo dobry wykraczające poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy; rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowania wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia, analizuje ich wyniki.

Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sady oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

Temat według programu	Uczeń potrafi:	Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii				
1–2. Fale elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> • omówić widmo fal elektromagnetycznych, • podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję fali elektromagnetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • omówić doświadczenie Hertza 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC, • przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy
Pomiar wartości prędkości światła			<ul style="list-style-type: none"> • opisać jedną z metod pomiaru 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać wszystkie wymienione

			wartość prędkości światła	w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła
<p>3. Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić powstawanie prążków w interferencyjnych w doświadczeniu Younga • wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga 	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie • na podstawie opisu w podręczniku wypro 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie spójności fal 	

		<p>wadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie , wzajemną odległością szczytów i odległością szczytów od ekranu</p>		
4-5. Siatka dyfrakcyjna	<ul style="list-style-type: none"> opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę 	<ul style="list-style-type: none"> podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego 	<ul style="list-style-type: none"> zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmoc 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego

	dyfrakcyjną	wygaszenia fal	nienienia i całkowitego wygaszenia fal, porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego	wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, <ul style="list-style-type: none"> opisać metodę wyznaczenia długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej
6. Interferencja światła w cienkich warstwach	<ul style="list-style-type: none"> wymienić obserwowalne skutki interferencji światła 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzić rysunek przedstawiający odbicie 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić przyczynę powstania efektów 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów

	odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	jasnych i ciemnych, • obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie
--	--	---	---	--	--

<p>7. Dyfrakcja światła na szczelinie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę 	<ul style="list-style-type: none"> • podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i koliste go otworka 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku koliste go otworka – z jego średnicą i długością fali 	
---	---	---	--	--

			padają cej na otwore k	
8–9. Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu, • uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększenia 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, • wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu 	<ul style="list-style-type: none"> • analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, • podać warunki rozróżnialności obiektów jako oddzielnych 	<ul style="list-style-type: none"> • analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, • uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskano za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielczą siatki

<p>10–11. Polaryzacja światła</p>	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równoległe i prostopadle, • wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji 	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie • podać przykład naturalnego polaryzatora 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać światło jako falę elektromagnetyczną, • wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła • opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie • zdefiniować kąt Brewstera, • wyprowadzić 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić prawo Malusa • przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi, • wyjaśnić zasadę działania kina 3D
---------------------------------------	--	---	--	---

				związek: <ul style="list-style-type: none"> $\text{tg } \alpha_B = \frac{1}{n_{\text{otoczenia}}}$ 	
12–14. Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu, wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu, sformułować warunki zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W, uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną, 	<ul style="list-style-type: none"> przeprorokować rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykres zależności natężenia I prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia U między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłami o różnych natężeniach, sporządzić 	

		<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym 	<p>zależy od natężenia tego promieniowania,</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania, • analizować wykresy dotyczące zależności 	<p>wykresy zależności $I(U)$ dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promieniowania dla różnych
--	--	--	--	---

				<p>wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne,</p> <ul style="list-style-type: none"> • omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne 	<p>h metali,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe
15–17. Promieniowanie ciała. Widma	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać metodę analizy widmowej i podać przykłą 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić prawo Stefana 	

	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, • opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, • wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym 	<p>dy jej zastosowania,</p> <ul style="list-style-type: none"> • obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, • opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury, • opisać jakości 	<p>Plancka,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, • posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera) 	<p>Boltzmann i prawo Wiena,</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe)
--	--	--	--	--

			owo zależno ść długoś ci fali emitow anej przez ciało od temper atury tego ciała		
18–20. Model Bohra budowy atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane, • opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i zapisać postulaty Bohra, • obliczyć całkowitą energię atomu wodoru, • wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego nie można wytlumaczyć powstania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie 	

	<p>energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru • wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu 	<p>skwantowana,</p> <ul style="list-style-type: none"> • skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, • opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczeń, • interpretować linie widmowe jako skutek 	<p>mógłby istnieć,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru • opisać zasadę działania żarła słonecznego
--	--	---	--	---

				<p>przejsć między pozio mami energet yczny mi w atom ach z emisją lub absorp cją kwantu światła</p> <ul style="list-style-type: none">• rozróż nić stan podsta wowy i stany wzbud zone atomu,• stosow ać zasady zacho wania energii i pędu do opisu emisji i	
--	--	--	--	--	--

				<p>absorpcji fotonu przez swobodne atomy,</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu 	
21–23. Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> • opisać właściwości promieni X, • wymienić przykłady zastosowań 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, • omówić 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego 	<ul style="list-style-type: none"> • omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego 	

	<p>wania promieniowania rentgenowskiego</p>	<p>zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną 	<p>ego o widmie ciągłym i widmie liniowym,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na długość λ_{\min}, • posługiwać się wzorem Bragga, • interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane 	<p>wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego,</p> <ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego
--	---	---	---	---

				tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	
24. Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć hipotezę de Broglie'a i objaśnić wzór na długość fali materii, wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektó 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu 	<ul style="list-style-type: none"> omówić wyniki doświadczenia Davisona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy) 	

	w makroskopowych	korpuskularno - falowego w przyrodzie jest słuszna i podać na to przykłady	falowe właściwości cząstek	
Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności				
1–2. Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje	<ul style="list-style-type: none"> opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach 	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni 	

	<ul style="list-style-type: none"> • inercjalnych, przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednocześnie oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej 			we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość c	
3. Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego opis zjawisk 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretować wzór przybliżony w 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, dlaczego do wypro 	<ul style="list-style-type: none"> • podać dokładny wzór na 	

	<p>a Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać i wyjaśnić wzór przybliżony na częstość odbieranej fali elektromagnetycznej, • wymienić przykłady praktycznego wykorzystania 	<p>przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych</p>	<p>wadzenia wzoru na odbieraną częstość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności,</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać i wyjaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych 	<p>częstość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić wpływ termicznego ruchu cząstek na szerokość linii widmowych
--	---	--	---	---

		ystania zjawisk a Dopple ra dla fal elektro magnet ycznych				
4. Maksymalna szybkość przekazu informacji		<ul style="list-style-type: none"> • przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c, • wyjaśnić, dlaczego 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych 	<ul style="list-style-type: none"> • przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunków wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, • wypowiedzieć zasadę przycz 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości 	

	<p>o fakt, że szybkość nie może przekroczyć c, dowodzi ograniczonej stosowności mechaniki Newtona,</p> <ul style="list-style-type: none">• wyjaśnić, dlaczego każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska później szego		<p>ynowości i podać jej ograniczenie</p>	
--	--	--	--	--

<p>5–6. Pęd relatywistyczny</p>		<ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, • opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu, • wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia
<p>7–8. Masa i energia w fizyce relatywistycznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretować wykres zależności relatywistycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na całkowitą relaty 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowod

	<p>kinetyczną,</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię $E = mc^2$, zwaną energią spoczynkową, • wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakowoż w każdym układzie 	<p>jej energii kinetycznej od szybkości obiektu,</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego, • wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana 	<p>wistyczną energię ciała,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór $E_s = mc^2$, • wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierze 	<p>zując, że dla małych szybkości relatywistycznej wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny,</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową
--	--	--	--	---

	odniesienia		my pod uwagę składnika mc^2	
9. Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek	•	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki, • zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, • wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera, • opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, • wykazać, że 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości, • wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki

		<ul style="list-style-type: none"> • pędu i masą, wyrazić i zinterpretować poglądy, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek 	<p>pęd fotonu ma wartość $p = \frac{h}{\lambda}$</p>	
Dział 20. Fizyka jądrowa				
1. Odkrycie promieniotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości	<ul style="list-style-type: none"> • opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać szczególne właściwości każdego rodzaju promieniowania 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania

	<ul style="list-style-type: none"> wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości 	jądrowego	i roli Marii Skłodowskiej-Curie	jądrowego
2. Jądro atomowe i jego budowa	<ul style="list-style-type: none"> podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, opisać właściwości sił jądrowych 	<ul style="list-style-type: none"> opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii
3. Rozpady promieniotwórcze	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, czym różnią się 	<ul style="list-style-type: none"> podać równania reakcji 	<ul style="list-style-type: none"> przeanalizować, jak zmieni 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie szeregu

	<p>od siebie e izotopy, i podać przykła dy izotopó w wybran ego pierwia stka,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśni ć, na czym polega rozpad promie niotwór czy 	<p>rozpad ów alfa, beta plus i beta minus,</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać ładune k i masę pozyto nu, • wyjaśn ić pojęcia cząstki i antyc ząstki 	<p>ają się jądra pierwi astków po rozpad ach</p> <ul style="list-style-type: none"> • promie niotwó rczych, • wyjaśn ić rolę neutrin a lub antyne utrina w reakcja ch rozpad ów, • sformu łować regułę Soddie go i Fajans a, • wyjaśn ić pojęcia jądra stabiln ego i jądra 	<p>promie niotwó rczego i omów ić jeden z nich</p>
--	---	---	--	--

				<ul style="list-style-type: none"> • niestabilnego, podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma 	
4–5. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, • zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, • przytoczyć kilka przykładów czasów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu, • zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, • wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad 	<ul style="list-style-type: none"> • zinterpretować wykres $N(t)$ zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, • korzystać ze związku między stałą rozpad 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, • obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, • przygotować prezent 	

	<p>połowicznego rozpadu,</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów 	<p>promieniotwórczym charakterystyczny</p>	<p>u i czasem połowicznego rozpadu,</p> <ul style="list-style-type: none"> objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C 	<p>ację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku</p>
6–7. Energia wiązania	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarc 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na deficyt masy, znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficyt 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, porównać energię wiązania jąder z energią

	<ul style="list-style-type: none"> • zienie energii, wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, • wyjaśnić pojęcie deficytu masy, • podać wzór na energię wiązania jądra atomowego 	em masy	<ul style="list-style-type: none"> • zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych 	wiązania atomów i cząsteczek
8–9. Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywa 	<ul style="list-style-type: none"> • poprawnie zapisać równania reakcji jądrow 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić i opisać za pomocą równania 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrow

	<p>my reakcjami jądro wymi, wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądro wym, opisać zjawisko reakcji par elektron-pozyton, opisać zjawisko anihilacji</p>	<p>ych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku reakcji, zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku reakcji,</p>	<p>kreację par elektron-pozyton, przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku reakcji, obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska reakcji, opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu</p>	<p>ej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce α, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądro wa, obliczyć minimalną energię fotonu</p>
--	---	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu 			powstałego w zjawisku anihilacji
10–11. Reakcje rozszczepienia	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie reakcji egzotermicznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji, • opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstają 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, • wykazać, że suma mas składników reakcji 	<ul style="list-style-type: none"> • stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, • obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równan 	

	<ul style="list-style-type: none"> • więcej w procesie rozszczepienia, wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia 			<p>rozszerzenie jest większe niż od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzotermiczna, więc może stanowić źródło energii</p>	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii słonecznej
12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą 		<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić poglądy o konieczności pokojowego wykorzystania 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować się do dyskusji na temat: <i>Odpowiedzialność</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • atomowa, wymienić główne zalety wykorzystania energii jądrowej i zagrożenia z nią związane 	<ul style="list-style-type: none"> • występowanie energii jądrowej 	<ul style="list-style-type: none"> • opis budowy i zasady działania bomby atomowej 	<ul style="list-style-type: none"> • uczynek za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych; brać czynny udział w dyskusji
13. Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> • opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji, • podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie

	<p>wodoru w jądra helu,</p> <ul style="list-style-type: none"> • podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla 	<p>udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii,</p> <ul style="list-style-type: none"> • omówić schemat cyklu proton – proton, • omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej, • opisać reakcje termojądrowe 	<p>panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni,</p> <ul style="list-style-type: none"> • omówić schemat cyklu CNO, • opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej 	<p>wartości,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, • wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, • przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba
--	--	---	---	---

		zachodzące w gwiazdach		
<p>14. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, • porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych, • wymienić sposoby ochrony przed promie 	<ul style="list-style-type: none"> • porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące, • wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, • podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera-Müllera, • zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego

	niowani em	medyc znej		
--	---------------	---------------	--	--