

## Wymagania edukacyjne z fizyki klasa IV zakres rozszerzony\_2024

Wymagania na ocenę dopuszczającą Uczeń potrafi:	Wymagania na ocenę dostateczną Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania na ocenę dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny bardzo dobrą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania na oceny celującą Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<b>Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- omówić widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>- podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma,</li> <li>- wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga,</li> <li>- wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga,</li> <li>- opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną,</li> <li>- wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy,</li> <li>- zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę,</li> <li>- wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu,</li> <li>- uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększania,</li> <li>- obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadłe,</li> <li>- wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji, obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne,</li> <li>- posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu,</li> <li>- wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podać definicję fali elektromagnetycznej,</li> <li>- obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie,</li> <li>- wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu,</li> <li>- podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,</li> <li>- sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy,</li> <li>- podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka,</li> <li>- podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu,</li> <li>- zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie,</li> <li>- podać przykład naturalnego polaryzatora,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omówić doświadczenie Hertza,</li> <li>- opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>- wyjaśnić pojęcie spójności fal,</li> <li>- zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,</li> <li>- porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego,</li> <li>- wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy,</li> <li>-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>- analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych, opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną,</li> <li>- wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC,</li> <li>- opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>- wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną,</li> <li>- wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych,</li> <li>- analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej,</li> <li>- zapisać i objaśnić prawo Malusa, przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi,</li> <li>-przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania,</li> <li>- przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania,</li> <li>- analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej,</li> <li>- obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie,</li> <li>- uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki,</li> <li>- wyjaśnić zasadę działania kina 3D,</li> <li>- wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe,</li> <li>- opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe),</li> <li>- opisać zasadę działania żarła słonecznego</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe,</li> <li>- wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym,</li> <li>- opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy,</li> <li>- wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,</li> <li>- wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane,</li> <li>- opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa, wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru,</li> <li>- wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu,</li> <li>- opisać właściwości promieni X,</li> <li>- wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>- wypowiedzieć hipotezę de Broglie'a i objaśnić wzór na długość fali materii,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>- sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>- uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną,</li> <li>- zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym,</li> <li>- opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania,</li> <li>- obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury,</li> <li>- opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała,</li> <li>- sformułować i zapisać postulaty Bohra,</li> <li>- obliczyć całkowitą energię atomu wodoru,</li> <li>- wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana,</li> <li>- skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe,</li> <li>- opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne,</li> <li>- opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>- omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</li> <li>- uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną,</li> <li>- obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>- wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie,</li> <li>- sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka,</li> <li>- wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego,</li> <li>- posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera),</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego</li> <li>- wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</li> <li>- interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła,</li> <li>- rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu,</li> <li>- stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy,</li> <li>- opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu,</li> <li>- wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym,</li> <li>- wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\min}</math>, posługiwać się wzorem Bragga,</li> <li>- interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej,</li> <li>- omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>- 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>- sporządzać wykresy zależności <math>I(U)</math> dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,</li> <li>- sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promieniowania dla różnych metali,</li> <li>- zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmann'a i prawo Wiena,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć,</li> <li>- wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru,</li> <li>- omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego</li> </ul>	
--	---	---	---	--

	w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady	elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek		
--	--	---	--	--

### Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności

<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzony w różnych układach inercjalnych,</li> <li>- przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych,</li> <li>- podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej,</li> <li>- wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych,</li> <li>- przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć <math>c</math>,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć <math>c</math>, dowodzi ograniczonej stosowności mechaniki Newtona,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego,</li> <li>- podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną,</li> <li>- podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię <math>E = mc^2</math>, zwaną energią spoczynkową,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina,</li> <li>- wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni, interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych,</li> <li>- opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych, podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego,</li> <li>- interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu,</li> <li>- zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego,</li> <li>- wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana,</li> <li>- zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki,</li> <li>- zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą,</li> <li>- 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>- uzasadnić 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>- wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności,</li> <li>- podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych,</li> <li>- przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie,</li> <li>- sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała,</li> <li>- opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym,</li> <li>- wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała, wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór <math>E_s = mc^2</math>,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świetle ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika <math>mc^2</math>,</li> <li>- wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego,</li> <li>- objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych,</li> <li>- podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości,</li> <li>- wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu,</li> <li>- wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia,</li> <li>- przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny,</li> <li>- podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową,</li> <li>- wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości,</li> <li>- wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki</li> </ul>
--	--	--	--

<p>- wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia</p>		<p>- opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, - wykazać, że pęd fotonu ma wartość <math>p = \frac{h}{\lambda}</math></p>	
--	--	---	--

### Dział 20: Fizyka jądrowa

<p>- opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, - wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości, - podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego, - wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy, - zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, - zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, - przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu, wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów, - wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii, - wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, - wyjaśnić pojęcie deficytu masy, podać wzór na energię wiązania jądra atomowego, - wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi, - wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych,</p>	<p>- opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego, - zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, - opisać właściwości sił jądrowych, - podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, - podać ładunek i masę pozytonu, wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki, - wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu, - zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, - wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny, - wyprowadzić wzór na deficyt masy, - znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy, - poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, - wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku krecacji, - zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku krecacji, - zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu, - na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych,</p>	<p>- opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników, - przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, - wyjaśnić rolę neutrino lub antyneutrino w reakcjach rozpadów, - sformułować regułę Soddiego i Fajansa, - wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, - podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma, - zinterpretować wykres <math>N(t)</math> zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, - korzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu, - objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu <math>^{14}\text{C}</math>, - zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, - zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych, - wyjaśnić i opisać za pomocą równania krecację pary elektron–pozyton, - przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku krecacji, - obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska krecacji, - opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu, - zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder</p>	<p>- opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego, - wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich, - wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, - obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, - obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, - porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek, - podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce <math>\alpha</math>, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, - obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji, stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, - obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji, - obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości, - wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, - wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje,</p>	<p>- przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii, - uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał</p>
--	---	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisać zjawisko kreacji par elektron-pozyton,</li> <li>- opisać zjawisko anihilacji,</li> <li>- wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji,</li> <li>- opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia,</li> <li>- wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia,</li> <li>- wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową,</li> <li>- wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane</li> <li>- opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji,</li> <li>- podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu,</li> <li>- podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla,</li> <li>- opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy,</li> <li>- porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych,</li> <li>- wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej,</li> <li>- na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu,</li> <li>- udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii,</li> <li>- omówić schemat cyklu proton – proton,</li> <li>- omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej,</li> <li>- opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach,</li> <li>- porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące,</li> <li>- wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej</li> </ul>	<p>z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetyczna, więc może stanowić źródło energii,</li> <li>- opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni,</li> <li>- omówić schemat cyklu CNO, opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej,</li> <li>-podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę,</li> <li>- podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba,</li> <li>- opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera,</li> <li>- zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego</li> </ul>	
---	--	---	--	--

W zakresie rozwiązywania zadań obliczeniowych w każdym dziale uczeń powinien:

- na ocenę dostateczną – wykonywać proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki.

- na ocenę dobrą – rozwiązywać typowe zadania.

- na ocenę bardzo dobrą i celującą - rozwiązywać nietypowych zadania obliczeniowe i problemowe, wymagające formułowania i analizowania problemu oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.