

**WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA PRZEZ UCZNIA**

*(przedmiot)*

**POSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH WYNIKAJĄCYCH Z REALIZOWANEGO PROGRAMU NAUCZANIA *M. Fijałkowska, B. Saganowska, J. Salach „Fizyka w liceum i technikum – zakres rozszerzony”. WSiP* (LICEUM 4-LETNIE)**

**ZAKRES ROZSZERZONY**

|  |
| --- |
| **Szczegółowe wymagania edukacyjne dla klasy IV** |
| Uczeń spełnia wszystkie wymagania edukacyjne dla poziomu podstawowego, a ponadto wymagania wyszczególnione poniżej. Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie spełnia wymagań edukacyjnych niezbędnych do uzyskania oceny dopuszczającej. |
| Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dopuszczającej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dostatecznej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dobrej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny bardzo dobrej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny celującej** |
| **DUALNA NATURA PROMIENIOWANIA I MATERII** |
| - omówić widmo fal elektromagnetycznych podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma- opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną- wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy- zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę- wyjaśnić własnymi słowami, co to jest zdolność rozdzielcza przyrządu, - uzasadnić dążenie naukowców do jej zwiększania- obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle,- wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji- obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne,- posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu,- wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki- rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe,- wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym,- opisać widmo promieniowa-nia ciał stałych i cieczy,- wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym- wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane,- 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,- wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu- opisać właściwości promieni X- wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego-wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii,- wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych | - podać definicję fali elektromagnetycznej- obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie,- na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu- podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal- sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy- podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka- podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu,wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu- zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie,- podać przykład naturalnego polaryzatora- wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu,- sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia *W*,- uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną,- zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym- opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania,- obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej,- opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała- sformułować i zapisać postulaty Bohra,- obliczyć całkowitą energię atomu wodoru,- wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana,- skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe,- opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne- opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,- uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną- obliczyć długość fali de Broglie’a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,- wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady  | - omówić doświadczenie Hertza- opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła- wyjaśnić pojęcie spójności fal- zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,- porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego- wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy- 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- analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie,podać warunek rozróżnialnoś-ci obiektów jako oddzielnych- opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną,- wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła,- zdefiniować kąt Brewstera,- wyprowadzić związek:- przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania,-przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania,- analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne,omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne- sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka,- wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,- wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,- interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła,- rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu,- stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy,- opisać odrzut atomu emitują-cego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu- wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym,- wyprowadzić wzór na min,- posługiwać się wzorem Bragga,- interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej,- omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na krysztale) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek. | - wyprowadzić wzór na okres drgań własnych obwodu LC,- przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy,- opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła,- wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną,opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej,- wyprowadzić wzory na maksymalne wzmocnienie i całkowite wygaszenie inerferencyjne w cienkich wawrstwach,- obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie,- uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki,- zapisać i objaśnić prawo Malusa,- przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczo-nych na wspólnej osi,- wyjaśnić zasadę działania kina 3D,- sporządzić wykres zależności natężenia *I* prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia *U* między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach,- sporządzać wykresy zależności *I*(*U*) dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,- sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promienio-wania dla różnych metali,wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe,- zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena,- opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe,- wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć,- wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru,- opisać zasadę działania żagla słonecznego,- omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego,- przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego,- przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy). | - rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne |
| **ELEMENTY SZCZEGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI** |
| - opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych,- przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mecha-nice relatywistycznej,- wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych,- podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej,wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych,- przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c,- wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć *c*, dowodzi ograniczonej stosowalności mechaniki Newtona,- wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego,- podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną,- 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, jednakową w każdym układzie odniesienia,-  | - wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina,- wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni,- interpretować przybliżony wzór na częstotliwość fal elektromagnetycznych w zjawisku Dopplera w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych,- opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych,- podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego,- interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu,- zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego,wyrazić pogląd, że w zjawis-kach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana,- zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki,- zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą,- wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek, | - uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość *c*,- wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności,- podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych,- przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami,wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie,- sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała,opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym,- wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała,- wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór *E*s = *mc*2,- wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika *mc*2,- wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zeru,- wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera,- opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej,- wykazać, że pęd fotonu ma wartość  | - podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej w zjawisku Dopplera i przekształcić go do wzoru przybliżonego,- objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych,- podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości,- 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, - przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny,- podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową,- wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości,wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki | - rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne |
| **FIZYKA JĄDROWA** |
| - 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,- opisać zjawisko kreacji par elektron–pozyton,- opisać zjawisko anihilacji,- wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji,- opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia,- wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia,- wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową,- wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane,- opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji,- podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu,- podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla,- opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, - porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych,- wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem. | - 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 kreacji,- zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku kreacji,- zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu,- na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwalana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych, - uzasadnić pogląd o koniecz-ności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej,- na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii,-omówić schemat cyklu proton–proton,- omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej,- opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach,- porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące,- wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej. | - przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie,- opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników,- przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych,- wyjaśnić rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów,- sformułować regułę Soddiego i Fajansa,- wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, - podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma,- zinterpretować wykres *N*(*t*) 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 14C,- 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 kreację pary elektron–pozyton,- przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku kreacji,- obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska kreacji,- opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu,- zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów,- wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetycz-na, więc może stanowić źródło energii,- opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej,- opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej,- opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni,- omówić schemat cyklu CNO,- opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej,- podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę,- podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki. | - opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego,- przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii,- wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich,- wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego,-obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie,- przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku,- 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 *α*, 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,- uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał,- przygotować się do dyskusji na temat: *Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych*; brać czynny udział w dyskusji,- 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,- przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba,- opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera,- zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego. | - rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne |