**System oceniania dla klasy 4 zakres rozszerzony po szkole podstawowej**

**Klasa 4**

| Nr | Treści kształcenia | Wymagania konieczne i podstawowe  Uczeń potrafi: | Wymagania rozszerzające i dopełniające  Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi: |
| --- | --- | --- | --- |
| Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii | | | |
| 1 | Fale elektromagnetyczne | * podać definicję fali elektromagnetycznej, * omówić widmo fal elektromagnetycznych, * podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości, * omówić zastosowania fal elektromagnetycznych | * przedstawić rozumowanie, w którym na podstawie analogii między obwodem LC i wahadłem można otrzymać wzór na okres drgań elektrycznych, * objaśnić wytwarzanie fal elektromagnetycznych (fal radiowych) |
| 2 | Pomiar wartości prędkości światła |  | * opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła |
| 3 | Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna | * opisać doświadczenie Younga i wyjaśnić jego znaczenie | * wyjaśnić pojęcie spójności fal |
| 4 | Siatka dyfrakcyjna | * obserwować i opisać obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną, * podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia interferujących fal świetlnych i stosować je do obliczeń | * wyprowadzić warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, * porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego |
| 5 | Interferencja światła w cienkich warstwach | * wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy | * wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy |
| 6 | Dyfrakcja światła na szczelinie | * obserwować i opisać zjawisko dyfrakcji światła na szczelinie | * opisać jakościowo związek między obrazem dyfrakcyjnym szczeliny a szerokością szczeliny i długością fali |
| 7 | Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej | * podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, * wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu, * uzasadnić wysiłki zmierzające do zwiększania zdolności rozdzielczej przyrządów optycznych | * analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie i podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych, * analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej |
| 8 | Polaryzacja światła | * obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle, * zademonstrować zjawisko polaryzacji przez odbicie, * wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji | * opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, * wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, * opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie, * zdefiniować kąt Brewstera, * wyprowadzić związek: |
| 9 | Zjawisko fotoelektryczne | * posługiwać się pojęciem fotonu, * zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu, * wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne, * posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu, * sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia *W*, * uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną | * odpowiedzieć na pytania:   – Od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów?  – Od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu?   * wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła, * napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów, * narysować i objaśnić wykres zależności maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości dla różnych metali |
| 10 | Promieniowanie ciał. Widma | * rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, * wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, * opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, * opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, * obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, * wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym | * opisać hipotezę Plancka emisji i absorpcji promieniowania elektromagnetycznego, * opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (zwany inaczej uogólnionym wzorem Balmera), * posługiwać się wzorem Rydberga, * wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, * zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena |
| 11 | Model Bohra budowy atomu wodoru | * wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane, * sformułować i zapisać postulaty Bohra, * wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana, * zapisać wzory na energię pochłoniętą i wysłaną przez atom podczas przeskoku elektronu oraz ją obliczyć, * obliczyć całkowitą energię atomu wodoru, w którym elektron znajduje się na *n*-tej orbicie, * korzystając z modelu Bohra, wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, * wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu, * opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne | * 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 wykorzystywany 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, * wyprowadzić wzór Rydberga na podstawie teorii Bohra, * stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy, * opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu |
| 12 | Promieniowanie rentgenowskie | * opisać właściwości promieni X, * wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego, * opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, * omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, * uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną | * wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym, * wyprowadzić wzór na *λ*min, * interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, * posługiwać się wzorem Bragga, * omówić zjawisko Comptona |
| 13 | Fale materii | * wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii, * obliczyć długość fali de Broglie’a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, * wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych, * podać informacje o doświadczalnym potwierdzeniu falowych właściwości cząstek | * omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na krysztale), * przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy) |
| Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności | | | |
| 1 | Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje | * wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, * przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności zdarzeń, * wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni | * uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość równą *c* |
| 2 | Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych | * 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, * interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych, * wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych | * wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej należy stosować zasadę względności, * podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego, * podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera stosowane w obserwacjach astronomicznych |
| 3 | Maksymalna szybkość przekazu informacji | * przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość nie może przekroczyć *c*, * wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego, * opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych | * przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, * wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie |
| 4 | Pęd relatywistyczny | * podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego | * sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, * opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym, * 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 |
| 5 | Masa i energia w fizyce relatywistycznej | * podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną, * podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię *E*s = *mc*2, zwaną energią spoczynkową, * wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia | * zapisać i skomentować wyrażenia na całkowitą energię ciała swobodnego i energię kinetyczną w ujęciu relatywistycznym, * 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 |
| 6 | Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek | * 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, * wykazać, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek | * wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zeru, * wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera |
| Dział 20. Fizyka jądrowa | | | |
| 1 | Odkrycie promieniotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości | * opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, * wymienić rodzaje promieniowania i podać ich główne właściwości | * przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie |
| 2 | Jądro atomowe i jego budowa | * podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego, * zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, * opisać właściwości sił jądrowych | * opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników |
| 3 | Rozpady promieniotwórcze | * wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, * wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy, * podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, * podać ładunek i masę pozytonu | * przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, * sformułować regułę Soddiego i Fajansa, * wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego, * podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma |
| 4 | Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego | * zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, * wyjaśnić pojęcia: stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu, * zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, * wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny | * 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 węgla 14C |
| 5 | Energia wiązania | * wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, * wyjaśnić pojęcia: deficyt masy i energia wiązania, * podać wzór na energię wiązania jądra atomowego | * zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych, * zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń |
| 6 | Reakcje jądrowe. Kreacja i anihilacja | * wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, * poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, * opisać zjawisko kreacji par elektron–pozyton, * wymienić zasady zachowania obowiązujące w zjawisku kreacji, * opisać zjawisko anihilacji, * zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu | * 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 |
| 7 | Reakcje rozszczepienia | * wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwalana w reakcjach rozszczepienia jąder, * wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa i podać warunki jej zachodzenia | * zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, * stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, * uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał |
| 8 | Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej | * wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową, * wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane, * uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej | * opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, * opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej |
| 9 | Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd. | * opisać reakcję fuzji lekkich jąder i jej skutki, * omówić schemat cyklu proton–proton, * wskazać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy, * oszacować różnicę energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder z energią uzyskaną ze spalenia takiej samej masy węgla, * opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach | * omówić schemat cyklu CNO, * wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, * wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, * opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej |
| 10 | Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy | * opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, * wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej, * wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem | * podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, * podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki, * zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego |