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

**Klasa 4**

| Nr | Treści kształcenia | Wymagania konieczne i podstawoweUczeń potrafi: | Wymagania rozszerzające i dopełniająceUczeń 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
 |