

WYMAGANIA EDUKACYJNE

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			
1–3	Fale elektromagnetyczne	• podać definicję fali elektromagnetycznej, • omówić widmo fal elektromagnetycznych, • podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości, • omówić zastosowania fal elektromagnetycznych • opisać doświadczenie Younga i wyjaśnić jego znaczenie	• 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) • wyjaśnić pojęcie spójności fal
4–5	Dyfrakcja i interferencja światła	• 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 • wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	• wyprowadzić 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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
6–7	Dyfrakcja światła na szczelinie	• obserwować i opisać zjawisko dyfrakcji światła na szczelinie • podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, • wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu, • uzasadnić wysiłki zmierzające do zwiększania zdolności rozdzielczej przyrządów optycznych	• opisać jakościowo związek między obrazem dyfrakcyjnym szczeliny a szerokością szczeliny i długością fali • analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie i podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych, • analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej
8–10	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: $\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n}{n_{\text{otoczenia}}}$
11–14	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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
15–17	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–Boltzmann’a i prawo Wiena
18–20	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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
21–23	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 $\lambda_{\min}$, - interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, - posługiwać się wzorem Bragga, - omówić zjawisko Comptona
24	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 kryształach), - przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy)
25	Sprawdzian wiedzy i umiejętności		
Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności			

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
1–3	Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje	- wypowiedzieć i interpretować postulaty Einsteina, - przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności zdarzeń, - wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni - 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	- uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość równą c - 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
4	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
5–6	Pęd w fizyce relatywistycznej	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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
7–8	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
9	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
10	Sprawdzian wiedzy i umiejętności		
Dział 20. Fizyka jądrowa			
1	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

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
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, - podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma
4–5	Prawo rozpadu promieniotwórczego.	- 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 ^{14}C
6–7	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
8–9	Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja	- wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, - poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, - opisać zjawisko krecji par elektron–pozyton, - wymienić zasady zachowania obowiązujące w zjawisku krecji, - opisać zjawisko anihilacji, - zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu	- wyjaśnić i opisać za pomocą równania krecję pary elektron–pozyton, - przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku krecji, - obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska krecji

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
10–11	Reakcje rozszczepienia	• wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwana 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
12	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
13	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 spalania 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
14	Promieniowanie jonizujące a 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
15	Sprawdzian wiedzy i umiejętności		

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach