

PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA

KLASA 4

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii			
1–2	Fale elektromagnetyczne (IX.14, X.14) (I.7, I.11, I.17)	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję fali elektromagnetycznej, • omówić widmo fal elektromagnetycznych, • podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości, • omówić zastosowania fal elektromagnetycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • 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)
	Pomiar wartości prędkości światła (I.17, I.18)		<ul style="list-style-type: none"> • opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła
3	Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna (X.20c) (I.11, I.17)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać doświadczenie Younga i wyjaśnić jego znaczenie 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie spójności fal

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
4–5	Siatka dyfrakcyjna (X.12, X.16) (I.10, I.11)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, • porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego
6	Interferencja światła w cienkich warstwach (X.11)	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
7	Dyfrakcja światła na szczelinie (X.8, X.20b) (I.11)	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować i opisać zjawisko dyfrakcji światła na szczelinie 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać jakościowo związek między obrazem dyfrakcyjnym szczeliny a szerokością szczeliny i długością fali
8–9	Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej (X.9, X.12)	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję zdolności rozdzielczej przyrządu, • wymienić wielkości, od których zależy zdolność rozdzielcza przyrządu, • uzasadnić wysiłki zmierzające do zwiększania zdolności rozdzielczej przyrządów optycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie i podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych, • analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
10–11	Polaryzacja światła (X.14, X.15, X.20a) (I.10, I.11)	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle, • zademonstrować zjawisko polaryzacji przez odbicie, • wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, • wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, • opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie, • zdefiniować kąt Brewstera, • wyprowadzić związek: $\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n}{n_{\text{otoczenia}}}$
12–14	Zjawisko fotoelektryczne (XI.2, XI.7) (I.15)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> – 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

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
15–17	Promieniowanie ciał. Widma (X.4, XI.1, XI.4, XI.5, XI.10) (I.11)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
18–20	Model Bohra budowy atomu wodoru (X.5, XI.2, XI.4, XI.6) (I.17)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
21–23	Promieniowanie rentgenowskie (XI.3, XI.7, XI.8)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
24	Fale materii (XI.9) (I.18)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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			
1–2	Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje (XII.1, XII.4)	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności zdarzeń, wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość równą c

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
3	Zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych (X.13) (I.16)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (XII.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, • wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie
5–6	Pęd relatywistyczny (I.6, I.7)	<ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
7–8	Masa i energia w fizyce relatywistycznej (XII.3)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (XII.2) (I.17, I.18)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, • wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera
10	Sprawdzian wiedzy i umiejętności		
Dział 20. Fizyka jądrowa			
1	Odkrycie promieniotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości (XII.9) (I.17)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, • wymienić rodzaje promieniowania i podać ich główne właściwości 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
2	Jądro atomowe i jego budowa (XII.5) (I.11, I.17)	<ul style="list-style-type: none"> • podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego, • zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, • opisać właściwości sił jądrowych 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników
3	Rozpady promieniotwórcze (XII.6, XII.9, XII.10) (I.2)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
4–5	Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego (XII.11, XII.12) (I.7)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (XII.7, XII.8) (I.7)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
8–9	Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja (XII.6, XII.7, XII.19)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
10–11	Reakcje rozszczepienia (XII.15) (I.2)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwana w reakcjach rozszczepienia jąder, wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa i podać warunki jej zachodzenia 	<ul style="list-style-type: none"> 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 (XII.16) (I.7)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe (ocena dopuszczająca i dostateczna) Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające (ocena dobra i wyżej) Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
13	Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd. (XII.17, XII.18) (I.3, I.7, I.18)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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	Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy (XII.13, XII.14) (I.18)	<ul style="list-style-type: none"> opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej, wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem 	<ul style="list-style-type: none"> 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		