

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 17. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii			
1–2	Fale elektromagnetyczne (IX.14)	<ul style="list-style-type: none"> • omówić widmo fal elektromagnetycznych, • podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości i omówić ich zastosowania 	<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 oraz wyjaśnić wytwarzanie fal elektromagnetycznych
3–II	<p>Światło jako fala elektromagnetyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pomiar wartości prędkości światła – Zjawisko rozszczepienia światła – Doświadczenie Younga – Dyfrakcja i interferencja światła – Siatka dyfrakcyjna – Polaryzacja światła <p>(X.16), (X.14–15)</p> <p>Obserwacja zjawiska dyfrakcji fali świetlnej na szczelinie (I.10–12), (X.20b)</p> <p>Obserwacja zjawiska interferencji fal świetlnych (I.10–12), (X.20c)</p> <p>Obserwacja zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle (I.10–12), (X.20a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła, • opisać zjawisko rozszczepienia światła, • opisać zjawisko dyfrakcji światła na szczelinie, • porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego, • opisać zjawisko interferencji fal świetlnych, • opisać światło jako falę poprzeczną, • opisać zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła, • wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, • posługiwać się pojęciem spójności fal, • zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka n-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami oraz poprawnie go zinterpretować, • objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo), • wymienić sposoby polaryzowania światła, • posługiwać się pojęciem kąta Brewstera
12	Zdolność rozdzielcza przyrządów optycznych (X.9)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie „zdolność rozdzielcza przyrządu” 	<ul style="list-style-type: none"> • przeanalizować zdolność rozdzielczą przyrządu w kontekście zjawiska dyfrakcji

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
13–14	Zjawisko fotoelektryczne (I.6–7, I.17, I.20) (XI.2, XI.6–7)	<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 	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów?</i>, – <i>Od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu?</i>, • wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła, • napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów, • narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali), • przygotować prezentację na temat narodzin fizyki kwantowej
15	Promieniowanie ciał. Widma (XI.1) Obserwacja widm atomowych (I.10–12) (XI.10)	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, • rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne, • opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, • obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków 	
16–18	Model Bohra atomu wodoru. Widmo promieniowania atomu wodoru (XI.4–5)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Balmera, • opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, • wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, • posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym, • wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym, • wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i zapisać postulaty Bohra, • obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru, • wyjaśnić na podstawie modelu Bohra, jak powstają serie widmowe, • 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, • wyjaśnić, co to znaczy, że światło ma naturę dualną
19–20	Promieniowanie rentgenowskie (I.17) (XI.3)	<ul style="list-style-type: none"> • opisać okoliczności odkrycia promieni X, • opisać właściwości promieni X, • wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego, • opisać widmo promieniowania rentgenowskiego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić sposób powstawania promieniowania X o widmie ciągłym i widmie liniowym, • wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania i wyprowadzić wzór na λ_{\min}, • interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, • omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, • wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
21	Fale materii (I.17–18) (XI.9)	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć hipotezę i objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a, obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych, 	<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), wyrazić i uzasadnić pogląd, że prawa fizyki kwantowej najlepiej opisują funkcjonowanie całego Wszechświata
22–25	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 18. Elementy fizyki relatywistycznej			
1–2	Założenia szczególnej teorii względności (I.17) Względność czasu i jej konsekwencje (XII.1, XII.4)	<ul style="list-style-type: none"> wskazać szybkość światła w próżni jako maksymalną szybkość przekazu energii i informacji, wypowiedzieć założenia szczególnej teorii względności: <ul style="list-style-type: none"> dla szybkości bliskich szybkości światła w próżni nie można korzystać z transformacji Galileusza, szybkość światła jest jednakowa dla wszystkich obserwatorów, w różnych inercjalnych układach odniesienia czas płynie inaczej 	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że przy założeniu niezależności szybkości światła od układu odniesienia czas upływający między dwoma tymi samymi zdarzeniami w różnych inercjalnych układach odniesienia jest różny, objaśnić związek między czasem trwania procesu w układzie własnym, a czasem w układzie poruszającym się z szybkością bliską c, przedstawić przykład skutków różnego upływu czasu w różnych inercjalnych układach odniesienia
3–6	Energia spoczynkowa ciał. Równoważność masy i energii spoczynkowej. Pęd i energia kinetyczna w ujęciu relatywistycznym (XII.2–3)	<ul style="list-style-type: none"> wskazać, że gdy szybkość ciała zbliża się do c, wzory $p = mv$ i $E_k = \frac{mv^2}{2}$ przestają obowiązywać, wskazać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię $E = mc^2$ zwaną energią spoczynkową, wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej 	<ul style="list-style-type: none"> skomentować wyrażenia na pęd relatywistyczny, całkowitą energię ciała swobodnego i energię kinetyczną w ujęciu relatywistycznym
7–9	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 19. Fizyka jądrowa			
1	Odkrycie promieniotwórczości. Promieniotwórczość jądrowa i jego właściwości (I.17–18) (XII.9)	<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 Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
2-3	Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy żywe (I.18) (XII.13-14)	<ul style="list-style-type: none"> opisać skutki działania promieniowania na organizmy żywe, w tym niszczenie żywych komórek i powodowanie zmian genetycznych 	<ul style="list-style-type: none"> podać przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w diagnostyce i terapii medycznej
4	Doświadczenie Rutherforda. Budowa jądra atomowego (I.17-18) (XII.5, XII.10)	<ul style="list-style-type: none"> wymienić składniki jądra atomowego, opisać jądro atomu danego pierwiastka za pomocą liczby porządkowej (atomowej) i masowej, opisać historyczne doświadczenie Rutherforda i płynące z niego wnioski 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, że jądro, podobnie jak atom, może się znajdować w różnych stanach energetycznych, a przechodzenie ze stanu wzbudzonego do podstawowego wiąże się z emisją promieniowania gamma
5-6	Prawo rozpadu promieniotwórczego. Metoda datowania izotopowego (XII.11-14)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy danego pierwiastka, wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy, zapisać ogólne schematy rozpadów alfa i beta oraz objaśnić je z zastosowaniem reguł przesunięć, zapisać i objaśnić prawo rozpadu oraz pojęcia: stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu 	<ul style="list-style-type: none"> zinterpretować wykres $N(t)$ zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, skorzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu, objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C
7-8	Energia wiązania. Reakcja rozszczepienia (XII.6-8, XII.15)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, wyjaśnić pojęcia: deficyt masy i energia wiązania, wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder, wskazać, że wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzą z energii spoczynkowej jakichś ciał, wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa i podać warunki jej zachodzenia 	<ul style="list-style-type: none"> zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych, zapisywać reakcje rozszczepienia jąder, uwzględniając zasadę zachowania ładunku i liczby nukleonów, stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
9	Bomba atomowa, energetyka jądrowa (I.18) (XII.15-16)	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, że reaktor to urządzenie, w którym zachodzi kontrolowana reakcja rozszczepienia, a bomba atomowa to urządzenie, w którym zachodzi niekontrolowana reakcja łańcuchowa, wymienić główne zalety i zagrożenia związane z wykorzystaniem energetyki jądrowej 	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzające i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
10–11	Reakcje jądrowe (XII.6, XII.9)	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie reakcji jądrowej jako przemiany jąder następującej w wyniku zderzeń, • opisać cząstkę zwaną pozytonem 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać reakcję jądrową z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów
12–13	Reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach. Bomba wodorowa (XII.17–19)	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach termojądrowych, • wyjaśnić, że bomba wodorowa to urządzenie, w którym zachodzi gwałtowna fuzja jądrowa 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, • opisać kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka, stosując zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku, • wymienić elementy ewolucji gwiazd; omówić supernowe i czarne dziury
14–16	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		