

Szczegółowe wymagania edukacyjne

niezbędne do uzyskania poszczególnych ocen klasyfikacyjnych przez uczniów klas z programem nauczania fizyki na poziomie podstawowym

Realizowany jest: „Program nauczania fizyki w liceum i technikum. Zakres podstawowy”

autorstwa: Witolda Polesiuka, Ludwika Lehmana, Grzegorza Wojewody

Podział wymagań na poszczególne oceny szkolne:

ocena dopuszczająca – wymagania konieczne (uczeń zna podstawowe prawa i wielkości fizyczne)

ocena dostateczna – wymagania podstawowe (uczeń potrafi sprostać wymaganiom koniecznym i podstawowym)

ocena dobra – wymagania rozszerzone (uczeń poprawnie stosuje wiadomości do rozwiązywania typowych zadań lub problemów)

ocena bardzo dobra - wymagania dopełniające (uczeń w pełnym zakresie opanował wiadomości i umiejętności programowe, a zdobytą wiedzę potrafi zastosować w nowych sytuacjach)

ocena celująca – wymagania dopełniające (uczeń stosuje zdobytą wiedzę w zadaniach nietypowych, odnosi sukcesy w konkursach i olimpiadach)

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Elektrostatyka					
1.	Ładunek elektryczny, przewodniki	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję ładunku elementarnego, • stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się, • wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami, • stwierdza, że za przepływ ładunków w metalach odpowiadają elektrony, • formułuje zasadę zachowania ładunku. 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje elektryzowanie ciał, • stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał, • stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki, • podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia rolę uziemienia, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Izolatory	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, • odróżnia izolatory od przewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie dipola elektrycznego, • podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
3.	Siły elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> • jakościowo formułuje prawo Coulomba, • wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje treść prawa Coulomba, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
4.	Pole elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem pola elektrycznego, 	<ul style="list-style-type: none"> • ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego, 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków, opisuje pole jednorodne. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego, opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym. 	
5.	Napięcie elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> podaje, czym jest napięcie elektryczne, używa jednostki napięcia. 	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów, oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym, rozdziela pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałej ładunek w polu elektrycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
6.	Przewodnik w polu elektrycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach, wie, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego, podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
7.	Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm ładowania kondensatorów, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność, demonstruje przekaz 	<ul style="list-style-type: none"> podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności,

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
				energii podczas rozładowania kondensatora.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
8.	Zjawiska elektryczne w atmosferze	<ul style="list-style-type: none"> wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań. 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej. 	<ul style="list-style-type: none"> jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.
Prąd elektryczny					
9.	Obwód prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach, wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego, podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką. 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu, używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów, demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego, opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo, stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
10.	Opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika, 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		<ul style="list-style-type: none"> • podaje jednostkę oporu elektrycznego, • określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> • rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika, • zapisuje prawo Ohma, • stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników. 	Ohma, <ul style="list-style-type: none"> • opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników. 	odbiorniki, <ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
11.	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika), • posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką, • odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną, • przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna, • wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na energię elektryczną, • stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Obwody elektryczne rozgałęzione	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykład obwodu rozgałęzionego, • podaje treść I prawa Kirchhoffa. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, • rysuje schemat obwodu rozgałęzionego, • oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych. 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
13.	Domowa sieć elektryczna	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego, • wskazuje niebezpieczeństwa 	<ul style="list-style-type: none"> • rysuje schematy domowej sieci elektrycznej, • wskazuje skutki 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego,

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		<ul style="list-style-type: none"> opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego, opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem. 	związane z używaniem prądu elektrycznego, <ul style="list-style-type: none"> oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem. 	przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Elektromagnetyzm					
14.	Pole magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> nazywa bieguny magnesów stałych, opisuje oddziaływanie między magnesami, posługuje się pojęciem pola magnetycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, zna jednostkę indukcji magnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
15.	Pole magnetyczne prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem, opisuje budowę i działanie elektromagnesu, opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów. 	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem, opisuje jakościowo zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu, opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem, przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w obecności przewodów z prądem, opisuje zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		z prądem.	prostopadły do linii pola magnetycznego, <ul style="list-style-type: none"> wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych. 	magnetycznym, <ul style="list-style-type: none"> demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem. 	
17.	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym, opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym, stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów. 	<ul style="list-style-type: none"> projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
18.	Pole magnetyczne Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
19.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny. 	<ul style="list-style-type: none"> określa kierunek prądu indukcyjnego.
20.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych. 		
21.	Prądnica	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicie wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.
22.	Prąd przemienny	<ul style="list-style-type: none"> opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje cechy prądu przemiennego, odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej, odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
23.	Transformator, sieci energetyczne	<ul style="list-style-type: none"> opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany wartości napięcia. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów, opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania transformatora przy użyciu pojęcia jego przekładni, opisuje przemiany energii w transformatorze. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Fizyka atomowa					
24.	Promieniowanie elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> określa, czym są fale elektromagnetyczne, wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych, zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali. 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
25.	Widmo promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania, analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła, odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego, opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
26.	Korpuskularna natura promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii, oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
27.	Budowa i promieniowanie atomów	<ul style="list-style-type: none"> zna części składowe atomów, posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie, odróżnia atomy od jonów. 	<ul style="list-style-type: none"> rozdzieli stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie, oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu, wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
28.	*Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			<ul style="list-style-type: none"> na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n, wiąże pasma energetyczne z poziomami 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
				energetycznymi w atomach, <ul style="list-style-type: none"> • stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów. 	
29.	Dioda	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostownika, • wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne, • wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
30.	Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego, • opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
31.	Fotoefekty	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska, definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego, podaje przykłady fotoelementów, opisuje przemiany energii w fotoogniwach. 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła, wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.
Fizyka jądrowa					
32.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> wymienia składniki jądra atomowego, posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej. 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje gęstość materii jądrowej, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
33.	Promieniowanie jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, określa, czym jest promieniotwórczość, określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego. 	<ul style="list-style-type: none"> zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego, stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji. 	<ul style="list-style-type: none"> określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
34.	Prawo rozpadu	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza, że liczba jąder 	<ul style="list-style-type: none"> odczytuje czas połowicznego 	<ul style="list-style-type: none"> sporządza wykres 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje zawartość izotopu

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
	promieniotwórczego	izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu, <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu. 	rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu.	zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu, <ul style="list-style-type: none"> wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu. 	promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu, <ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
35.	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	<ul style="list-style-type: none"> określa, czym jest promieniowanie tła, ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego. 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy, opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania, posługuje się pojęciem dawki równoważnej. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
36.	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie. 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu ^{14}C. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi.
37.	Energia wiązania	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem energii wiązania. 	<ul style="list-style-type: none"> odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu, analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów, wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
38.	Deficyt masy	<ul style="list-style-type: none"> postępuje się pojęciem deficytu masy. 	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników, wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu, oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie. 	dla ciężkich izotopów. <ul style="list-style-type: none"> wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
39.	Rozszczepienie jąder ciężkich	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego, stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydziela się energia. 	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych, zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku. 	<ul style="list-style-type: none"> podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej, szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
40.	Reaktor jądrowy	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania reaktora jądrowego, odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych, opisuje sposób odbioru energii z reaktora. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów.
41.	Energetyka jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej, wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej. 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową, podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
42.	Synteza jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydziela się energia. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, omawia warunki zajścia reakcji 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, opisuje sposób utrzymywania plazmy

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			syntezy.	wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	w reaktorach termojądrowych.
43.	Ewolucja gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> wie, że Słońce jest typową gwiazdą, wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje etapy ewolucji Słońca. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd, omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy.
44.	Supernowe i czarne dziury	<ul style="list-style-type: none"> określa supernową jako wybuch gwiazdy, podaje przykład wybuchu supernowej, określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury, opisuje mechanizm wybuchu supernowej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.