

Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania przez uczniów klas 3 z programem nauczania fizyki na poziomie podstawowym.

Program podstawowy, podręcznik „Fizyka. Zakres podstawowy” cz.3 pod red. L. Lehman, W. Polesiuk, G. Wojewoda , wydawnictwo WSiP S.A., nr dopuszczenia 999/3/2021

Wymagania na poszczególne stopnie szkolne:

Stopień niedostateczny otrzymuje uczeń, który nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w programie z fizyki w danej klasie, a braki w wiadomościach uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z fizyki.

- Nie rozumie pytań i poleceń,
- w wypowiedziach popełnia bardzo poważne błędy merytoryczne,
- nie umie obserwować i opisywać zjawisk fizycznych,
- nie zna praw fizycznych i nie kojarzy wielkości fizycznych i ich jednostek,
- nie umie wykorzystywać modeli do wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych.

Stopień dopuszczający otrzymuje uczeń, który ma braki w opanowaniu podstawowych wiadomości z fizyki, ale braki te nie przekreślają możliwości uzyskania przez ucznia podstawowej wiedzy z fizyki w ciągu dalszej nauki.

- rozumie pytania i polecenia,
- odróżnia obiekty fizyczne, wielkości fizyczne,
- umie posługiwać się jednostkami podstawowymi układu SI i umie przeliczać jednostki,

- zna pojęcia i definicje podstawowych pojęć i wielkości fizycznych,
- zna prawa, zasady i teorie fizyczne dotyczące materiału nauczania fizyki,
- umie stosować posiadane wiadomości do wykonywania obliczeń w prostych sytuacjach zadaniowych o niewielkim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisać je jakościowo,
- umie dokonać proste pomiary poznanych wielkości fizycznych,
- w wypowiedziach popełnia błędy merytoryczne.

Stopień dostateczny otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie nie wykraczającym poza wymagania podstawowe, spełnił wymogi na ocenę dopuszczającą, a także:

- umie rysować i interpretować wykresy zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- podaje przykłady ilustrujące poznane prawa,
- umie wyjaśniać poznane zjawiska z wykorzystaniem modeli,
- stosuje poznane wzory i prawa w sytuacjach zadaniowych średnim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisywać je jakościowo,
- umie dokonywać pomiary wielkości fizycznych i zapisywać ich wyniki,
- w wypowiedzi popełnia błędy merytoryczne,
- korzysta z podręcznika.

Stopień dobry otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie wymagania rozszerzonych, spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a także:

- umie badać i interpretować poznane zależności między wielkościami fizycznymi,
 - stosuje poznane wzory i prawa i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i geometrycznymi w typowych sytuacjach zadaniowych,
 - umie dokonać obserwacji i pomiarów poznanych wielkości fizycznych i zapisać ich wyniki oraz przeprowadzić rachunek błędów,
 - w wypowiedziach sporadycznie popełnia błędy merytoryczne,
 - korzysta z podręcznika, literatury uzupełniającej i rozumie treści w niej zawarte
- potrafi sformułować własne opinie.

Stopień bardzo dobry otrzymuje uczeń, który opanował większość zakresu wiedzy i umiejętności określonych programem nauczania fizyki w danej klasie, na poziomie wymagań dopełniających, spełnia wymogi oceny dobrej a także:

- swobodnie podaje i omawia przykłady ilustrujące poznane prawa,
- proponuje metody badań, bada i ustala zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi, dokonuje analizy i porównań,
- wyprowadza, wyjaśnia i uzasadnia związki między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i graficznymi w złożonych zadaniach, łączących elementy różnych zjawisk fizycznych, stosując posiadaną wiedzę w nowych sytuacjach,
- porównuje, interpretuje, wyjaśnia i uogólnia zależności między wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie analizuje zjawiska fizyczne i objaśnia otaczającą go rzeczywistość w oparciu o podstawy naukowe, teorie i modele, formułuje hipotezy i weryfikuje je,

- planuje eksperymenty, umie dokonać pomiarów wielkości fizycznych, zapisywać ich wyniki oraz analizować je i dokonywać rachunku błędów,
- korzysta z własnych notatek, podręcznika, innych materiałów dydaktycznych, dodatkowych lektur i innych źródeł informacji oraz ocenia wiarygodność tych źródeł.

Stopień celujący otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na stopień bardzo dobry oraz

- posiada dodatkową wiedzę, opanował treści programowe wyspecjalizowane ponad potrzeby głównego kierunku nauki, samodzielnie i twórczo rozwija swoje zainteresowania,
- potrafi zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania bardzo trudnych zadań i problemów w nowych sytuacjach,
- biegle posługuje się zdobytymi wiadomościami używając terminologii fachowej oraz proponuje rozwiązania nietypowe,
- samodzielnie planuje eksperymenty, przeprowadza je, analizuje wyniki i przeprowadza rachunek błędów,

UWAGA: W opracowanych poniżej wymaganiach zrezygnowano (poza kilkoma szczególnymi przypadkami) z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, gdyż musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą wymagamy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, w których należy sformułować i przeanalizować problem oraz skorzystać z dodatkowych źródeł wiedzy.

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
-----------------------	--	--	---	--

Elektrostatyka					
Ładunek elektryczny, przewodniki	• podaje definicję ładunku elementarnego, • stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku	• demonstruje elektryzowanie ciał, • stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu	• wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki,	• wyjaśnia rolę uziemienia, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.	

		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.	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.	podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu.	
	Izolatory	- wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, - odróżnia izolatory od przewodników.	- definiuje pojęcie dipola elektrycznego, - podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała.	- stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Siły elektryczne	- jakościowo formułuje prawo Coulomba, - wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych.	- formułuje treść prawa Coulomba, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami.	- opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Pole elektryczne	- posługuje się pojęciem pola elektrycznego, - rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków, - opisuje pole jednorodne.	- ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	- określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego, - opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Napięcie elektryczne	- podaje, czym jest napięcie elektryczne, - używa jednostki napięcia.	- posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów, - oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	- interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym, - rozdziela pracę pola wykonaną podczas	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

				przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałej ładunek w polu elektrycznym.	
Przewodnik w polu elektrycznym	- opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach, - wie, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego.	- opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego, - podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	- używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, - wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.	
Kondensator	określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną.	- opisuje mechanizm ładowania kondensatorów, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	- charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność, - demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora.	- podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.	
Zjawiska elektryczne w atmosferze	wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych.	opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań.	- charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, - wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej.	jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.	

Prąd elektryczny

Obwód prądu elektrycznego	- 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	- 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	- wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, - bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniwo połączonych szeregowo.	- opisuje związek dodawania napięć ogniwo z zasadą zachowania energii, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
---------------------------	---	--	---	--

		elektrycznego wraz z jednostką.	w układzie ogniów połączonych szeregowo, • stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika.		
	Opór elektryczny	• posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika, • podaje jednostkę oporu elektrycznego, • określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie.	• wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia, • rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika, • zapisuje prawo Ohma, • stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników.	• wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma, • opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników.	• wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	• 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 dźule i odwrotnie.	• wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna, • wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki.	• wyprowadza wzór na energię elektryczną, • stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Obwody elektryczne rozgałęzione	• podaje przykład obwodu rozgałęzionego, • podaje treść I prawa Kirchhoffa.	• stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, • rysuje schemat obwodu rozgałęzionego, • oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych.	• planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Domowa sieć	• opisuje sieć domową jako przykład obwodu	• opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego,	• rysuje schematy domowej sieci	• wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika

elektryczna	- rozgałęzionego, - opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego, - opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem.	- wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego, - oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.	elektrycznej, wskazuje skutki przerywania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.	różnicowoprądowego, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
-------------	--	--	--	--

Elektromagnetyzm

Pole magnetyczne	- nazywa bieguny magnesów stałych, - opisuje oddziaływanie między magnesami, - posługuje się pojęciem pola magnetycznego.	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, - zna jednostkę indukcji magnetycznej.	opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym.	- dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Pole magnetyczne prądu elektrycznego	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem, - opisuje budowę i działanie elektromagnesu, - opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów.	- 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.	- 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.	- stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Przewód z prądem w polu magnetycznym	opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem.	- wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, - wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę	- wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym, - demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

			działania silników elektrycznych.		
	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane.	- 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.	- wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym, - opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym, - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów.	- projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
.	Pole magnetyczne Ziemi	charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi.	omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym.	opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym.	- wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny.	demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym.	wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny.	określa kierunek prądu indukcyjnego.
	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu.	- demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu, - opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych.	wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale.	opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.
	Prądnica	stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicie wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy.	opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu.	opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.

Prąd przemienny	opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu.	- opisuje cechy prądu przemiennego, - odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych.	- odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej, - odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Transformator, sieci energetyczne	opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany wartości napięcia.	- opisuje zasadę działania transformatora, - podaje przykłady zastosowania transformatorów, - opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych.	- opisuje zasadę działania transformatora przy użyciu pojęcia jego przekładni, - opisuje przemiany energii w transformatorze.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Fizyka atomowa

Promieniowanie elektromagnetyczne	- określa, czym są fale elektromagnetyczne, - wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych.	- opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych, - zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali.	wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Widmo promieniowania	- odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania, - analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał.	- jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła, - odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego, - opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów.	zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Korpuskularna natura promieniowania	posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej.	- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, - wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii,	stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

			• oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania.		
	Budowa i promieniowanie atomów	• zna części składowe atomów, • posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie, • odróżnia atomy od jonów.	• rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie, • oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu, • wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów.	• oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			• na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n, • wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach, • stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów.	• wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.
	Dioda	• opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła.	• opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników.	• wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika.	• demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników, • wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne,

					• wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Tranzystor	• opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym.	• wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza.	• wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego, • opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej.	• wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.
	Fotoefekty	• opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, • wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne.	• opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska, • definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego, • podaje przykłady fotoelementów, • opisuje przemiany energii w fotoogniwach.	• analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, • stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła, • wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa.	• stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.
Fizyka jądrowa					
	Budowa jądra atomowego	• wymienia składniki jądra atomowego, • posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron.	• opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej.	• charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie.	• szacuje gęstość materii jądrowej, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Promieniowanie jądrowe	• wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, • określa, czym jest promieniotwórczość,	• opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego.	• zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego,	• określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością

		określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące.		stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji.	do jonizacji materii, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Prawo rozpadu promieniotwórczego	- stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu, - definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu.	odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu.	- sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu, - wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu.	- szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	- określa, czym jest promieniowanie tła, - ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego.	- wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy, - opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego.	- opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania, - posługuje się pojęciem dawki równoważnej.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie.	wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice.	opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu ¹⁴C.	opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi.
	Energia wiązania	posługuje się pojęciem energii wiązania.	odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	- oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu, - analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym.	- porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów, - wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej

					dla ciężkich izotopów.
	Deficyt masy	• posługuje się pojęciem deficytu masy.	• stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników, • wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra.	• oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu, • oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie.	• wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Rozszczepienie jąder ciężkich	• opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego, • stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydzielą się energia.	• odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych, • zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku.	• podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej, • szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	• wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Reaktor jądrowy	• opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych.	• opisuje zasadę działania reaktora jądrowego, • odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne.	• opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych, • opisuje sposób odbioru energii z reaktora.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, • wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów.
	Energetyka jądrowa	• opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej, • wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej.	• wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową, • podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi.	• opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi.	• opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
	Synteza jądrowa	• wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydzielą się energia.	• opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, • omawia warunki zajścia reakcji syntezy.	• szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, • opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.

				nukleon od liczby masowej.	
	Ewolucja gwiazd	• wie, że Słońce jest typową gwiazdą, • wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze.	• opisuje etapy ewolucji Słońca.	• opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd, • omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, • wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy.
.	Supernowe i czarne dziury	• określa supernową jako wybuch gwiazdy, • podaje przykład wybuchu supernowej, • określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło.	• opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej.	• opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury, • opisuje mechanizm wybuchu supernowej.	• opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.