

Plan wynikowy

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Elektrostatyka					
1.	Ładunek elektryczny, przewodniki	• 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.	• 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.	• wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki, • podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu.	• wyjaśnia rolę uziemienia, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Izolatory	• wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, • odróżnia izolatory od przewodników.	• definiuje pojęcie dipola elektrycznego, • podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami,	• stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała.	• stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów,

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.		stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
3.	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.
4.	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.
5.	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 przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałającej ładunek w	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
6.	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.	polu elektrycznym. - używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, - wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
7.	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.
8.	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					

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
9.	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 elektrycznego wraz z jednostką.	- 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.	- wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, - bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo.	- opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
10.	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	- wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma, - opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali	- wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników.	i półprzewodników.	
11.	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 dżule 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.
12.	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.
13.	Domowa sieć elektryczna	opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,	- opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego, - wskazuje niebezpieczeństwa	- rysuje schematy domowej sieci elektrycznej, - wskazuje skutki	wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego,

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		- opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego, - opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem.	związane z używaniem prądu elektrycznego, oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.	przerywania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Elektromagnetyzm					
14.	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.
15.	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	- 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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem.	prądem. - wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, - wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych.	- 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.
17.	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.
18.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
19.	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.
20.	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.
21.	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.
22.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
23.	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					
24.	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.
25.	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.
26.	Korpuskularna natura promieniowania	posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali	- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, - wyjaśnia pojęcie fotonu oraz	stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		elektromagnetycznej.	jego energii, • oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania.		
27.	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.
28.	*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	wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
				izolatorów.	
29.	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.
30.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
31.	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					
32.	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.
33.	Promieniowanie jądrowe	- wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, - określa, czym jest promieniotwórczość, - określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące.	opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego.	- zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego, - stosuje zasadę zachowania ładunku	określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii,

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
				elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
34.	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.
35.	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.
36.	Zastosowanie izotopów	wymienia przykłady zastosowania zjawiska	wymienia przykłady zastosowania zjawiska	opisuje metodę wyznaczania wieku	opisuje metodę wyznaczania wieku skał

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
	promieniotwórczych	promieniotwórczości w medycynie.	promieniotwórczości w technice.	znaleziska na podstawie zawartości izotopu ^{14}C .	metodami izotopowymi.
37.	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.
38.	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.
39.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
40.	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.
41.	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.
42.	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 nukleon od liczby masowej.	- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, - opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.
43.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
44.	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.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda