**Plan wynikowy**

**Uczeń zdobywa ocenę: dopuszczającą jeżeli opanował treści konieczne; dostateczną jeżeli opanował treści konieczne i podstawowe; dobrą jeżeli opanował treści konieczne, podstawowe i rozszerzone; bardzo dobrą jeżeli opanował treści konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające.**

| **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 wmetalach 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 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. |
| 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, * rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwającej ładunek w polu elektrycznym. | * stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych. |
| 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. | | * używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pole 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** | | | | | | | |
| 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 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. |
| 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 przeciążeniowegooraz przewodu uziemiającego, * opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem. | * opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego, * wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego, * oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem. | | * rysuje schematy domowej sieci elektrycznej, * wskazuje skutki przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu. | | * wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego, * 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 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. |
| 16. | 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 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. |
| 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 prądnicy 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. |
| 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 elektromagnetycznej. | * opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, * wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii, * oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania. | | | * stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła. | * stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych. |
| 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 izolatorów. | * wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach. |
| 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. |
| 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 elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji. | * określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii, * 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 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. |
| 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 wydziela 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. |
| 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 238U 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 wydziela 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. |
| 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. |