**Przedmiotowe zasady oceniania**

**Część 3**

**Uwagi ogólne**

Wymagania szczegółowe zapisane w podstawie programowej zostały uszczegółowione i podzielone na cztery kategorie: wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające. Taki podział wymagań może ułatwić przygotowanie sprawdzianów i testów sprawdzających poziom wiedzy i umiejętności uczniów. W przypadku podawania przez uczniów treści definicji, praw i zasad ważniejsze jest uchwycenie sensu fizycznego danego prawa niż dosłowne cytowanie jego treści.

| **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 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 przeciążeniowego oraz 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.
 |