

Wymagania edukacyjne z fizyki dla klasy III
IV Liceum Ogólnokształcącego z Oddziałami Integracyjnymi
im. B. Krzywoustego – **ZAKRES PODSTAWOWY**

I. Elektrostatyka

Uczeń otrzymuje ocenę dopuszczającą, jeśli:

- 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,
- wymienia przykłady ciał, które są izolatorami,
- odróżnia izolatory od przewodników,
- jakościowo formułuje prawo Coulomba,
- wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych,
- posługuje się pojęciem pola elektrycznego,
- rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków,
- opisuje pole jednorodne.,
- podaje, czym jest napięcie elektryczne,
- używa jednostki napięcia,
- opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach,
- stwierdza, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego,
- określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną,
- wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych.

Uczeń otrzymuje ocenę dostateczną, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- 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.
- definiuje pojęcie dipola elektrycznego,
- podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami,
- formułuje treść prawa Coulomba,
- ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego,
- posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów,
- oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek,
- opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego,
- podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya,
- opisuje mechanizm ładowania kondensatorów,
- opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań.

Uczeń otrzymuje ocenę dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki,
- podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu,
- stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała,
- wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami,
- określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego,
- opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym,
- interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym,

- rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałcej ładunek w polu elektrycznym,
- używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika,
- wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami,
- charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność,
- demonstrowa przekaz energii podczas rozładowania kondensatora,
- charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej.

Uczeń otrzymuje ocenę bardzo dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wyjaśnia rolę uziemienia,
- stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów,
- opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami,
- podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
- jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.

Uczeń otrzymuje ocenę celującą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

Uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, dokonuje syntezy wiedzy, a na tej podstawie formułuje hipotezy badawcze i proponuje sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych.

II. Prąd elektryczny

Uczeń otrzymuje ocenę dopuszczającą, jeśli:

- 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,
- posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika,
- podaje jednostkę oporu elektrycznego,
- określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie,
- 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 dzule i odwrotnie,
- podaje przykład obwodu rozgałęzionego,
- podaje treść I prawa Kirchhoffa,
- opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,
- opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego,
- opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem.

Uczeń otrzymuje ocenę dostateczną, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu,
- używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów,
- demonstrowa podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego,
- opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniów połączonych szeregowo,
- stosuje do obliczeń związki między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika,
- 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,
- wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna,
- wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki,
- stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,
- rysuje schemat obwodu rozgałęzionego,
- oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych,
- opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego,
- wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego,
- oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.

Uczeń otrzymuje ocenę dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie,
- bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo,
- wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma,
- opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników,
- wyprowadza wzór na energię elektryczną,
- stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego,
- planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa,
- rysuje schematy domowej sieci elektrycznej,
- wskazuje skutki przerywania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.

Uczeń otrzymuje ocenę bardzo dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii,
- wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,
- wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego.

Uczeń otrzymuje ocenę celującą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

Uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, dokonuje syntezy wiedzy, a na tej podstawie formułuje hipotezy badawcze i proponuje sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych.

III. Elektromagnetyzm

Uczeń otrzymuje ocenę dopuszczającą, jeśli:

- nazywa bieguny magnesów stałych,
- opisuje oddziaływanie między magnesami,
- posługuje się pojęciem pola magnetycznego,
- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem,
- opisuje budowę i działanie elektromagnesu,
- opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów,
- opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem,
- opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane,
- charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi,
- stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny,
- stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu,

- stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicy wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu,
- opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany wartości napięcia.

Uczeń otrzymuje ocenę dostateczną, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych,
- zna jednostkę indukcji magnetycznej,
- 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,
- 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,
- 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,
- omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym,
- demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym,
- demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu,
- opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych,
- opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy,
- opisuje cechy prądu przemiennego,
- odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych,
- opisuje zasadę działania transformatora,
- podaje przykłady zastosowania transformatorów,
- opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych.

Uczeń otrzymuje ocenę dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym,
- 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,
- wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym,
- demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem,
- wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym,
- opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym,
- stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów,
- opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym,
- wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny,
- wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale,
- opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu,
- odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej,
- odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego,
- opisuje zasadę działania transformatora przy użyciu pojęcia jego przekładni,
- opisuje przemiany energii w transformatorze.

Uczeń otrzymuje ocenę bardzo dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,

- stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu,
- projektuje kształt linii pola pętli magnetycznej,
- wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery,
- określa kierunek prądu indukcyjnego,
- opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej,
- opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Uczeń otrzymuje ocenę celującą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

Uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, dokonuje syntezy wiedzy, a na tej podstawie formułuje hipotezy badawcze i proponuje sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych.

IV. Fizyka atomowa

Uczeń otrzymuje ocenę dopuszczającą, jeśli:

- określa, czym są fale elektromagnetyczne,
- wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych,
- odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania,
- analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał,
- posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej,
- wymienia części składowe atomów,
- posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie,
- odróżnia atomy od jonów,
- opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła,
- opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym,
- opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej,
- wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne.

Uczeń otrzymuje ocenę dostateczną, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych,
- zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali,
- jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła,
- odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego,
- opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów,
- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła,
- wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii,
- oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania,
- 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,
- opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników,
- wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza,
- opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska,
- definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego,
- podaje przykłady fotoelementów,

- opisuje przemiany energii w fotoogniwach.

Uczeń otrzymuje ocenę dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych,
- zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury,
- stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła,
- oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych,
- 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 świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika,
- wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego,
- opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej,
- analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne,
- stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła,
- wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa.

Uczeń otrzymuje ocenę bardzo dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach,
- demonstrowa 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,
- wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań,
- stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.

Uczeń otrzymuje ocenę celującą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

Uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, dokonuje syntezy wiedzy, a na tej podstawie formułuje hipotezy badawcze i proponuje sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych.

V. Fizyka jądrowa

Uczeń otrzymuje ocenę dopuszczającą, jeśli:

- wymienia składniki jądra atomowego,
- posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron,
- wymienia rodzaje promieniowania jądrowego,
- określa, czym jest promieniotwórczość,
- określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące,
- stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu,
- definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu,
- określa, czym jest promieniowanie α ,
- stwierdza fakt wszechobecności promieniowania jonizującego,
- wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie,
- posługuje się pojęciem energii wiązania,
- posługuje się pojęciem deficytu masy,
- opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego,

- stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydzielą się energia,
- opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych,
- opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej,
- wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej,
- definiuje, że podczas łączenia lekkich jąder wydzielą się energia,
- definiuje, że Słońce jest typową gwiazdą,
- określa, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze,
- określa supernową jako wybuch gwiazdy,
- podaje przykład wybuchu supernowej,
- określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło.

Uczeń otrzymuje ocenę dostateczną, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej,
- opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego,
- odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu,
- wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy,
- opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego,
- wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice,
- odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej,
- stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników,
- wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra,
- odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych,
- zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku,
- opisuje zasadę działania reaktora jądrowego,
- odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne,
- wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową,
- podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi,
- opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach,
- omawia warunki zajścia reakcji syntezy,
- opisuje etapy ewolucji Słońca,
- opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej.

Uczeń otrzymuje ocenę dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie,
- zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego,
- stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji,
- 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,
- opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania,
- posługuje się pojęciem dawki równoważnej,
- opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu ^{14}C ,
- oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu,
- analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym,
- oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu,
- oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie,
- podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej,
- szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej,

- opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych,
- opisuje sposób odbioru energii z reaktora,
- opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi,
- szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej,
- opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd,
- omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet,
- opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury,
- opisuje mechanizm wybuchu supernowej.

Uczeń otrzymuje ocenę bardzo dobrą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

- szacuje gęstość materii jądrowej,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,
- określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii,
- szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu,
- opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi,
- porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów,
- wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów,
- wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,
- wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa,
- wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów,
- opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu,
- opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych,
- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,
- wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy,
- opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.

Uczeń otrzymuje ocenę celującą, jeśli spełnia kryteria ocen niższych, a ponadto:

Uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, dokonuje syntezy wiedzy, a na tej podstawie formułuje hipotezy badawcze i proponuje sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się wiedzą z innymi uczniami.