**WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI DLA BRANŻOWEJ SZKOŁY I STOPNIA**

**KLASA I**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ocena dopuszczająca** | **Ocena dostateczna** | **Ocena dobra** | **Ocena bardzo dobra** | **Ocena celująca** |
| **Dział 1. Wiadomości wstępne** |
| Uczeń:* definiuje pojęcia: *ciało*, *substancja*, *wielkość fizyczna*, *zjawisko fizyczne*
* definiuje pojęcie *pomiar*, *obserwacja* i *doświadczenie*
* definiuje pojęcie *hipoteza*, *model fizyczny*
* dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym
 | Uczeń:* wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne
* opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym
 | Uczeń:* opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne własnymi słowami
* przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego
 | Uczeń:* opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne, wykorzystując terminologię naukową
* formułuje wnioski z treści tekstu popularnonaukowego
 | Uczeń:* formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
 |
| Uczeń:* definiuje wielkość fizyczną
* wymienia jednostki podstawowe układu SI
* wyjaśnia, czym są jednostki pochodne
* podaje przykłady jednostek pochodnych
* posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami
 | Uczeń:* wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną
* zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne
 | Uczeń:* zapisuje jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych
* posługuje się notacja wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielkrotnych
 | Uczeń:* przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość pochodną
 | Uczeń:* sprawdza poprawność wzorów za pomocą rachunku jednostek
* zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI
* podaje przykłady jednostek historycznych
 |
| Uczeń:* definiuje prawo fizyczne
* odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach
* rozpoznaje wielkości rosnące i malejące
 | Uczeń:* wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne
* sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru
* odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem
* rozpoznaje wielkości wprost proporcjonalne
 | Uczeń:* oznacza odpowiednio osie układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie
* na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych
 | Uczeń:* dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie
* dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie
 | Uczeń:* podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie
* ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
 |
| Uczeń:* wyjaśnia różnicę miedzy wielkością wektorową i wielkością skalarną
* podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych
* stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych
 | Uczeń:* wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia
* dodaje wektory o tym samym kierunku
 | Uczeń:* oblicza długość wektora będącego sumą wektorów o tych samych kierunkach
* dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta
 | Uczeń:* oblicza wartość wektora będącego sumą zadanych wektorów prostopadłych
 | Uczeń:* mnoży wektor przez liczbę
* rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach
* oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą dwóch zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi
 |
| Uczeń:* definiuje niepewność pomiarową i dokładność pomiaru
* definiuje pomiary pośrednie i bezpośrednie
* przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji
* korzysta z prostych przyrządów pomiarowych
* definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru
* przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń
 | Uczeń:* rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie w zadanych sytuacjach
* korzysta z przyrządów pomiarowych
* odczytuje parametry przyrządów pomiarowych
* określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych
* oblicza niepewność względną pomiaru
* zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej
* wymienia źródła niepewności pomiarowych
 | Uczeń:* planuje pomiary w zadanych sytuacjach
* podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej
* oblicza niepewność przeciętną i maksymalną pomiaru wielokrotnego
* ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego
* szacuje wynik pomiaru i obliczeń
 | Uczeń:* ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi
* zaokrągla wyniki pomiarów i obliczeń
 | Uczeń:* potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru
* formułuje wnioski dokonanych pomiarów
 |
| **Dział 2. Kinematyka** |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *układ odniesienia*
* rozumie, że ruch jest względny
* definiuje punkt materialny
* definiuje ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie
* rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach
* definiuje prędkość
* definiuje przyrost prędkości oraz przyspieszenie
* podaje przykłady ruchu i spoczynku
* odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego
* podaje jednostki prędkości i przyspieszenia
 | Uczeń:* wyjaśnia, na czym polega względność ruchu
* wyjaśnia sens fizyczny prędkości i przyspieszenia
* oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych
* oblicza wartość prędkości szybkości w sytuacjach typowych
* oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* przekształca wzory, aby obliczyć wartości przebytej drogi i czasu ruchu
* oznacza wektor prędkości jako styczny do toru ruchu
* oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych
* oblicza wartość prędkości w sytuacjach problemowych
* oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyjaśnia konieczność istnienia układu odniesienia w opisie ruchu
* podaje przykłady uzasadniające względność ruchu
* oblicza wartość prędkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili
 | Uczeń:* podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punktu materialnego
 |
| Uczeń:* definiuje ruch prostoliniowy jednostajny
* przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
 | Uczeń:* oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach typowych
* oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach typowych
* odczytuje wartość szybkości z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* określa na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym, które ciało porusza się z większą prędkością
* oblicza prędkość na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego
 | Uczeń:* odczytuje wartość drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach problemowych
* oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach problemowych
* oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* przedstawia graficznie ruch prostoliniowy jednostajny za pomocą współrzędnych położenia i czasu
* na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu
* oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* oblicza przemieszczenie na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony
* podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego
* podaje przykłady spadku swobodnego
* wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała
 | Uczeń:* oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach typowych
* oblicza prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* wyjaśnia znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość
* opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową
 | Uczeń:* oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych
* oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu
* oblicza przyrost prędkości na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym
* wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała
* oblicza prędkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości
* oblicza wysokość, z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej
 | Uczeń:* na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony
* określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych
* oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu
* oblicza wartości prędkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym
* wyprowadza wzory na prędkość, czas i wysokość w spadku swobodnym
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| uczeń:* definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o ujemnej wartości
* podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego
* wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w górę
 | Uczeń:* definiuje pojęcie opóźnienia jako przyspieszenia o zwrocie przeciwnym do zwrotu prędkości
* oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach typowych
* oblicza prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili czasu na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem
* oblicza całkowitą drogę przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* opisuje rzut pionowy w górę jako następujące po sobie ruchy prostoliniowy jednostajnie opóźniony oraz jednostajnie przyspieszony
 | Uczeń:* oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych
* oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czas w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu
* na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym, oblicza przyrost prędkości
* opisuje ruch będący następującymi po sobie ruchami jednostajnymi, jednostajnie przyspieszonymi i jednostajnie opóźnionymi
* oblicza prędkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym w górę
* oblicza czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach typowych
* oblicza szybkość początkową, z jaką rzucono ciało pionowo w górę na podstawie danego czasu ruchu i maksymalnej wysokości
 | Uczeń:* na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony
* określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych
* opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu
* oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się ciało w danej chwiliw rzucie pionowym w górę
* oblicza prędkość początkową, końcową, czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyznacza prędkość w dowolnej chwili jako tangens nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje ruch okresowy
* definiuje ruch jednostajny po okręgu
* opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy
* definiuje pojęcie *częstotliwość*, *okres*, *prędkość liniowa* i *droga* w ruchu okresowym, podaje ich jednostki
* oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach prostych
* definiuje prędkość liniową w ruchu po okręgu
* definiuje przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po okręgu
 | Uczeń:* oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych
* podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu jednostajnym po okręgu
* wykorzystuje radian jako miarę kąta
* definiuje prędkość kątową
* wyjaśnia znaczenie przyspieszenia dośrodkowego w ruchu jednostajnym po okręgu
 | Uczeń:* oblicza wartości prędkości liniowej okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych
* podaje zależność między prędkością liniowa i kątową w ruchu po okręgu
* oblicza wartość prędkości kątowej na podstawie danej prędkości liniowej i odwrotnie w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu
* oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza wartości prędkości liniowej, kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych
* oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza zależności pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową oraz zależności pomiędzy prędkością liniową i kątową a okresem
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 3. Dynamika** |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *masa* i *siła*
* podaje jednostki masy i siły
* definiuje siłę ciężkości i ciężar
* definiuje równowagę sił
* podaje przykłady równowagi sił
* definiuje pojęcie *bezwładność*
* formułuje pierwszą zasadę dynamiki
* podaje przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu codziennym
* definiuje inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia
* podaje przykłady inercjalnych i nieinercjalnych układów odniesienia
* podaje przykłady działania bezwładności w życiu codziennym
 | Uczeń:* określa siłę jako wielkość wektorową
* wyznacza siłę wypadkową dla danych dwóch sił składowych
* opisuje siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi
* opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów
* wskazuje masę jako miarę bezwładności
* wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki
* przedstawia graficznie siły działające na ciało z zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
 | Uczeń:* wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych
* oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi w sytuacjach typowych
* wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił
* stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* wyznacza siłę będąca wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych
* oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni ziemi w sytuacjach problemowych
* stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania wartości sił
* definiuje pęd
* wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem
* definiuje środek masy
* wyznacza środek masy
* formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki
* definiuje jednostkę siły
* formułuje trzecią zasadę dynamiki
* podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym
 | Uczeń:* zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia drugą zasadę dynamiki
* opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI;
* wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki
* formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki
 | Uczeń:* wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły
* oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach typowych
* wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających na ciało w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* stosuje zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
* oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach problemowych
* wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających na ciało w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej i oblicza parametry
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje siłę tarcia
* definiuje tarcie statyczne i kinetyczne
* podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym
* definiuje tarcie poślizgowe
* definiuje siły oporu ośrodka
* definiuje prędkość graniczną
 | Uczeń:* oblicza wartość siły tarcia w sytuacjach typowych
* wyjaśnia zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawia tę zależność na wykresie
* wyjaśnia znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego oraz zależność miedzy nimi
* wymienia czynniki mające wpływ na wartości sił tarcia i oporu ośrodka
* wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia
* podaje przykłady sytuacji, w których tarcie i opór ośrodka jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie
 | Uczeń:* oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych
* uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych
* wyjaśnia znaczenie wartości prędkości granicznej
* dostrzega działanie praw fizyki w życiu codziennym
 | Uczeń:* oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych
* uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych
* wyjaśnia znaczenie praw fizyki w życiu codziennym
 | Uczeń:* planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia
* definiuje siłę bezwładności
* definiuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża
* definiuje siły rzeczywiste i pozorne
* podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym
 | Uczeń:* wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia
* wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach typowych
* podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym
 | Uczeń:* oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych
* demonstruje działanie siły bezwładności
* wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* oblicza wartości siły bezwładności oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące działanie siły bezwładności
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje siłę dośrodkową
* definiuje siłę bezwładności odśrodkowej
* podaje przykłady działania siły bezwładności odśrodkowej w życiu codziennym
 | Uczeń:* wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej
* zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową, częstotliwością i okresem
* oblicza wartość siły dośrodkowej dla zadanego ruchu po okręgu
* wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności odśrodkowej
* określa wartość siły bezwładności odśrodkowej
 | Uczeń:* oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej
 | Uczeń:* oblicza wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 4. Praca, moc i energia** |
| Uczeń:* definiuje pracę
* zna jednostkę pracy
* definiuje moc
* zna jednostkę mocy
* podaje przykłady wykonywania pracy w sensie fizycznym
 | Uczeń:* opisuje jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* rozumie znaczenie pojęcia pracy jako sposobu przekazywania energii
* oblicza wartość wykonanej pracy przez siłę działającą równolegle do przesunięcia
* oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych
* definiuje 1 wat
* opisuje jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI
 | Uczeń:* podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna
* oblicza siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły
* wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych
* wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej siły
* wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych
* oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem
* wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* wyjaśnia pojęcie *energia mechaniczna*, podaje jej jednostkę
* definiuje pojęcie *energia potencjalna*
* definiuje pojęcie *energia potencjalna ciężkości*
* definiuje pojęcie *energia potencjalna sprężystości*
* podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną
 | Uczeń:* definiuje 1 dżul
* wyjaśnia związek miedzy zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą
* opisuje energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi
* zapisuje wzór na energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi
* zapisuje wzór na energię potencjalną sprężystości
* oblicza wartość energii ciała potencjalnej w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* wyjaśnia zależność wielkości energii potencjalnej od układu odniesienia
* oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych
* oblicza wartość zmiany energii potencjalnej jako wielkości wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej
 | Uczeń:* oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *energia kinetyczna*
* podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną
* podaje wzór na energię kinetyczną
* definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała
* formułuje zasadę zachowania energii
* podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy
* podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym
 | Uczeń:* oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych
* oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach typowych
* wyznacza wielkość pracy wykonanej przez siłę zewnętrzną nad ciałem o danej masie poruszającym się z dana szybkością
* oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach problemowych
* opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne
* wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych
* wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza wzór na energię kinetyczna ciała o zadanej masie, poruszającego się z dana szybkością
* wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem
* planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek miedzy zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *maszyna prosta*
* definiuje pojęcia *dźwignia jednostronna* i *dźwignia dwustronna*
* definiuje pojęcia: *krążki*, *kołowrót*, *klin* oraz *przekładnia*
* podaje przykłady zastosowań maszyn prostych
 | Uczeń:* opisuje dźwignię jednostronną i dwustronną
* opisuje krążki, kołowrót, klin oraz przekładnie
* formułuje i wyjaśniać zasadę niezmienności pracy
 | Uczeń:* wykorzystuje pojęcia *siła*, p*raca*, *moc* i *energia* oraz zasady dynamiki do opisu działania maszyn prostych
 | Uczeń:* wyznacza siły działające w maszyn prostych
* oblicza wartości sił działających w maszynach prostych
 | Uczeń:* wyprowadza zależności opisujące siły działające w maszynach prostych
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* formułuje warunki równowagi dźwigni
* organizuje stanowisko pomiarowe zgodnie z instrukcją
* zapisuje wyniki pomiarów
 | Uczeń:* wykonuje doświadczenie zgodnie z instrukcją
* dokonuje niezbędnych pomiarów
* oblicza podstawowe niepewności pomiarowe
 | Uczeń:* planuje doświadczenie, prawidłowo przeprowadza pomiary
* opracowuje wyniki pomiarów, dokonuje niezbędnych obliczeń
 | Uczeń:* formułuje proste teorie fizyczne na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań
* porównuje wyniki przeprowadzonych pomiarów z przewidywaniami
 | Uczeń:* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 5. Grawitacja i elementy astronomii** |
| Uczeń:* zna historyczne poglądy na temat budowy Układu Słonecznego
* definiuje siłę grawitacji
* formułuje prawo powszechnego ciążenia
* podaje działania siły grawitacji
* definiuje pojęcia: *przyspieszenie grawitacyjne* i *stała grawitacji*
 | Uczeń:* zapisuje wzór na siłę grawitacji
* wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji
* podaje wartość Ziemskiego przywieszenia grawitacyjnego i stałej grawitacji
* oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych
* opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach
 | Uczeń:* wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach typowych
* oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym
 | Uczeń:* wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* omawia rys historyczny teorii budowy wszechświata i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *satelita* (sztuczny i naturalny)
* podaje przykłady satelitów Ziemi
* opisuje zjawiska nieważkości
* podaje przykłady występowania stanu nieważkości
 | Uczeń:* oblicza szybkość orbitalną satelitów, promień orbity oraz okres obiegu w sytuacjach typowych
* oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
* wykorzystuje zjawiska nieważkości w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oznacza graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki
* oznacza graficznie siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszający się ze stałym przyspieszeniem
* wyjaśnia zjawiska nieważkości na podstawie zasad dynamiki
* opisuje wpływ zjawiska nieważkości na organizm ludzki
 | Uczeń:* wykorzystuje zjawiska nieważkości w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* opisuje siły działające oraz stany nieważkości w statku kosmicznym podczas startu, lądowania i ruchu po orbicie
* planuje i wykonuje doświadczenie ukazujące stan nieważkości
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Uczeń:* omawia geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego
* opisuje osiągnięcia Galileusza i Keplera
* wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego
* opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym
* wymienia i definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostkę astronomiczną, rok świetlny
 | Uczeń:* porównuje geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego
* opisuje wpływ badan Galileusza i Keplera na poglądy na temat budowy Układu Słonecznego
* opisuje budowę Układu Słonecznego
* opisuje Słońce jako gwiazdę
* podaje najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego
* podaje zależność pomiędzy jednostkami długości używanymi w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem
 | Uczeń:* wymienia błędy i niezgodności historycznych teorii budowy Układu Słonecznego
* opisuje obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości miedzy nimi
* posługuje się jednostkami długości używanymi w astronomii: jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym
* zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry
 | Uczeń:* opisuje pasy planetoid oraz planety karłowate jako obiekty Układu Słonecznego
* definiuje pojęcie *kometa*, *meteorolita*, *asteroida*
 | Uczeń:* wyjaśnia pojęcie *ekliptyka*
* wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba
* planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne
 |
| Uczeń:* definiuje pojęcie *galaktyka*
* definiuje pojęcie *gwiazdozbiór*
* wymienia główne rodzaje galaktyk
* jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata
 | Uczeń:* opisuje cechy głównych typów galaktyk
* opisuje budowę Drogi Mlecznej
 | Uczeń:* opisuje obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi
* opisuje położenie Układ~~y~~u Słonecznego w Galaktyce
 | Uczeń:* opisuje rozmiary Galaktyki
* wymienia obiekty w Galaktyce
* opisuje model Wielkiego Wybuchu
 | * wyjaśnia pojęcia: *gromada gwiazd*, *gromada galaktyk*
* wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba
* wymienia przykłady innych galaktyk
* podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki
 |

**KLASA II**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ocena dopuszczająca****Uczeń:** | **Ocena dostateczna****Uczeń:** | **Ocena dobra****Uczeń:** | **Ocena bardzo dobra****Uczeń:** | **Ocena celująca****Uczeń:** |
| **Dział 1: Prąd elektryczny** |
| * definiuje prąd elektryczny
* definiuje natężenie prądu elektrycznego oraz podaje jego jednostkę
* wie, że do pomiaru natężenia prądu wykorzystuje się amperomierz
 | * definiuje jednostkę ładunku elektrycznego na podstawie jednostki natężenia prądu
* korzysta z amperomierza do pomiaru natężenia prądu, prawidłowo odczytuje wynik pomiaru
* definiuje prędkość dryfu i prędkość unoszenia
 | * wyjaśnia mechanizm przepływu prądu
* wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach typowych
* prawidłowo włącza amperomierz w obwód elektryczny
 | * wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach problemowych
 | * zna rząd wielkości prędkości przepływu prądu
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje pojęcie obwodu elektrycznego
* definiuje napięcie w obwodzie elektrycznym i podaje jego jednostkę
* wie, że do pomiaru natężenia prądu wykorzystuje się woltomierz
* definiuje ogniwo
 | * zapisuje jednostkę napięcia za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* korzysta z woltomierza do pomiaru napięcia elektrycznego, prawidłowo odczytuje wynik pomiaru
* podaje przykłady ogniw
 | * posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach typowych
* prawidłowo włącza woltomierz w obwód elektryczny
* wyjaśnia zasady łączenia ogniw
 | * posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych
* opisuje różne rodzaje ogniw i ich działanie
* stosuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo
 | * opisuje równoległe połączenie ogniw
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje obwód elektryczny
* wymienia podstawowe elementy obwodów elektrycznych
* prawidłowo włącza mierniki w obwód elektryczny
* stosuje zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym
* definiuje pojęcie pracy i mocy prądu elektrycznego, podaje ich jednostki w układzie SI
 | * wymienia zasady projektowania obwodów elektrycznych
* zna symbole podstawowych elementów obwodów elektrycznych
* wykorzystuje kilowatogodzinę jako jednostkę pracy prądu
 | * rozpoznaje podstawowe elementy obwodów elektrycznych
* prawidłowo odczytuje proste schematy elektryczne
* wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach typowych
 | * stosuje zasady projektowania obwodów elektrycznych w prostych sytuacjach
* rysuje proste schematy elektryczne
* wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych
 | * opisuje działanie ogniwa włączonego w obwód elektryczny
* opisuje przepływ prądu w elektrolitach
* wykorzystuje pojęcie mocy znamionowej odbiorników w obwodzie elektrycznym
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje opór elektryczny i podaje jego jednostkę
* formułuje prawo Ohma
 | * wyjaśnia znaczenie oporu elektrycznego
* opisuje opornik jako element obwodu elektrycznego
* definiuje charakterystykę prądowo-napięciową
 | * zapisuje jednostkę oporu elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI
* wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach typowych
 | * wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych
* opisuje techniczną metodę pomiaru oporu
 | * opisuje opór elektryczny, korzystając z pojęć elektrycznej teorii budowy materii
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa
 | * rozpoznaje i opisuje szeregowe i równoległe łączenie oporników
 | * wykorzystuje I prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach typowych
 | * wykorzystuje I prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych
* ilustruje doświadczalnie I prawo Kirchhoffa
 | * oblicza opór zastępczy szeregowego i równoległego połączenia oporników
 |
| * opisuje sieć domową jako przykład obwodu elektrycznego
* zna i stosuje zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym
 | * podaje przykłady różnych rodzaje bezpieczników
 | * opisuje różne rodzaje bezpieczników
 |  | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 2 Magnetyzm** |
| * definiuje magnes
* definiuje bieguny magnesu
* definiuje pole magnetyczne
 | * podaje przykłady magnesów i ich zastosowania
* kreśli linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesu trwałego
* opisuje pole magnetyczne Ziemi, kreśli linie pola, oznacza bieguny magnetyczne
 | * opisuje właściwości magnesów
* opisuje właściwości pola magnetycznego
* wyjaśnia znaczenie pola magnetycznego Ziemi
 | * wyjaśnia działanie igły magnetycznej i kompasu
* demonstruje doświadczalnie linie pola magnetycznego magnesu trwałego
 | * definiuje dipol magnetyczny i wyjaśnia jego znaczenie
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje zwojnicę
* jest świadomy istnienia pola magnetycznego w otoczeniu przewodnika z prądem
 | * opisuje pole magnetyczne wokół prostoliniowego przewodnika z prądem i przewodnika kołowego
* opisuje pole magnetyczne zwojnicy
 | * stosuje regułę prawej ręki do wyznaczania zwrotu linii pola magnetycznego prostoliniowego przewodnika z prądem, przewodnika kołowego oraz zwojnicy
 | * rysuje linie pola magnetycznego wokół prostoliniowego i kołowego przewodnika oraz zwojnicy z prądem
* opisuje zasadę działania elektromagnesu
 | * wyjaśnia istnienie pola magnetycznego Ziemi
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje siłę elektrodynamiczną
 | * opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem
* opisuje czynniki mające wpływ na wartość siły elektrodynamicznej
 | * stosuje regułę lewej dłoni do wyznaczania kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej
 | * wyjaśnia znaczenie siły elektrodynamicznej
* wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w sytuacjach problemowych
 | * definiuje indukcję magnetyczną i podaje jej jednostkę
* oblicza wartość siły elektrodynamicznej
 |
| **Dział 3: Indukcja elektromagnetyczna, prąd przemienny** |
| * definiuje prąd indukcyjny
* podaje przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 | * opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej
* formułuje warunek powstania prądu indukcyjnego
 | * wyjaśnia znaczenie zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* opisuje zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy, przez którą płynie prąd elektryczny w sytuacjach typowych
 | * opisuje zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy, przez którą płynie prąd elektryczny w sytuacjach problemowych
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje prąd przemienny
* wymienia wielkości charakteryzujące prąd przemienny: okres, częstotliwość, amplitudę
* definiuje napięcie i natężenie skuteczne
 | * opisuje wielkości charakteryzujące prąd przemienny: okres, częstotliwość, amplitudę
* zapisuje prawo Ohma dla obwodu prądu przemiennego
 | * wyjaśnia znaczenie wartości napięcia i natężenia skutecznego
* wykorzystuje pojęcia napięcia, natężenia i mocy skutecznej w sytuacjach typowych
* rysuje wykres zależności natężenia prądu od czasu dla prądu przemiennego
 | * wyjaśnia sposób opisu urządzeń prądu przemiennego zamieszczony na tabliczkach znamionowych
* wykorzystuje pojęcia napięcia, natężenia i mocy skutecznej w sytuacjach problemowych
 | * wykorzystuje zależności między wartościami maksymalnymi i skutecznymi natężenia i napięcia dla prądu przemiennego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje budowę transformatora
* wymienia przykłady zastosowania transformatora
 | * opisuje zasadę działania transformatora
* wskazuje uzwojenie pierwotne i wtórne transformatora
* opisuje zastosowania transformatora w technice
 | * oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach typowych
 | * oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach problemowych
* opisuje inne zastosowanie zjawiska indukcji magnetycznej
 | * formułuje prawo Joule’a-Lenza
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 4: Energia w zjawiskach cieplnych** |
| * wymienia podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne)
* wymienia trzy stany skupienia
* definiuje gęstość
* definiuje ciśnienie i siłę parcia
 | * opisuje podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne)
* wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
 | * wyjaśnia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* opisuje główne cechy trzech stanów skupienia
* posługuje się układem okresowym pierwiastków
* oblicza gęstość w sytuacjach typowych
* posługuje się pojęciem ciśnienia w sytuacjach typowych
 | * opisuje budowę molekularną ciał stałych, cieczy i gazów
* oblicza gęstość w sytuacjach problemowych
* posługuje się pojęciem ciśnienia w sytuacjach problemowych
 | * opisuje i wyjaśnia zjawisko dyfuzji
* opisuje ciała krystaliczne i bezpostaciowe
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje rozszerzalność cieplną
 | * opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów
 | * wyjaśnia znaczenie rozszerzalności cielnej w technice i życiu codziennym
 | * wyjaśnia zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów, korzystając z pojęć kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* demonstruje doświadczalnie zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów
 | * opisuje rozszerzalność cieplną cieczy oraz rozszerzalność cieplną wody
* opisuje rozszerzalność cieplną ciał stałych
 |
| * definiuje pojęcie temperatury
* definiuje temperaturę bezwzględną
* definiuje energię wewnętrzną
* definiuje ciepło
* formułuje i wyjaśniać zasadę równoważności ciepła i pracy
* formułuje I zasadę termodynamiki
 | * stosuje skalę Kelwina, zamienia stopnie Celsjusza na kelwiny i odwrotnie
* podaje wartość temperatury zera bezwzględnego w skali Kelwina i w skali Celsjusza
* jest świadomy zależności między ciepłem dostarczonym a zmianą temperatury
* podaje przykłady przekazywania energii w formie ciepła i w formie pracy
 | * wyjaśnia znaczenia temperatury zera bezwzględnego
* wyjaśnia zależność pomiędzy temperaturą a energią wewnętrzną
* opisuje zależność między ciepłem dostarczonym a zmianą temperatury
* wyjaśnia różnice pomiędzy pojęciami energii, ciepła i pracy
* opisuje zjawiska życia codziennego za pomocą pojęć *energia*, *ciepło* i *praca* w sytuacjach typowych
 | * wyjaśnia zależność między energią wewnętrzną i wykonaną pracą
* odróżnia energię, ciepło i pracę w określonych sytuacjach
* opisuje zjawiska życia codziennego za pomocą pojęć *energia*, *ciepło* i *praca* w sytuacjach problemowych
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje przewodnictwo cieplne, konwekcję i promieniowanie cieplne
* definiuje ciepło właściwe i podaje jego jednostkę
 | * podaje przykłady występowania i wykorzystania przewodnictwa cieplnego, konwekcji i promieniowania cieplnego w życiu codziennym
* zapisuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą
 | * opisuje ciepło właściwe jako zdolność ciała do zmiany temperatury
* wykorzystuje ciepło właściwe do opisu zjawisk w sytuacjach typowych
* wykorzystuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w sytuacjach typowych
 | * wykorzystuje ciepło właściwe do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych
* wykorzystuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w sytuacjach problemowych
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje topnienie i krzepniecie
* definiuje parowanie i skraplanie
 | * opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia
* opisuje zjawiska parowania i skraplania
* opisuje zjawisko wrzenia, odróżniania wrzenie od parowania
* definiuje temperaturę wrzenia
 | * opisuje topnienie i krzepniecie za pomocą pojęć *temperatura topnienia* i *ciepło topnienia*
* opisuje parowanie i skraplanie za pomocą pojęcia *ciepło parowania*
* opisuje wrzenie za pomocą temperatury wrzenia
* korzysta z ciepła przemiany fazowej w sytuacjach typowych
 | * przedstawia na wykresie zależności temperatury od ciepła pobranego oraz proces zmiany stanów skupienia wody
* korzysta z ciepła przemiany fazowej w sytuacjach problemowych
* wyjaśnia zasadę działania chłodziarki
 | * rozumie zależność temperatury wrzenia i krzepnięcia od ciśnienia
* formułuje i wykorzystuje zasadę bilansu cieplnego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje silnik cieplny
* definiuje pojęcie *wartość energetyczna* i wymienia jej jednostki
* definiuje pojęcie *ciepło spalania*
* definiuje wartość energetyczną żywności
 | * opisuje działanie silnika cieplnego
* podaje wartości energetyczne wybranych paliw i żywności
* wyjaśnia znaczenie wartości energetycznej
 | * wykorzystuje I zasadę termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach typowych
* wyjaśnia działanie silnika cieplnego
* korzysta z wartości energetycznej paliw i żywności w sytuacjach życia codziennego
 | * wykorzystuje I zasadę termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych
 | * definiuje i oblicza sprawność silnika cieplnego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Moduł fakultatywny C** |  |  |  |  |
| * opisuje wpływ wiedzy z dziedziny fizyki na wyniki w sporcie
* opisuje znaczenie wiedzy z zakresu fizyki w wyposażeniu sportowym
 | * wymienia wielkości fizyczne opisujące skoki narciarskie i skoki o tyczce oraz zna rzędy ich wielkości
* wymienia wielkości i pojęcia fizyczne opisujące ruch piłki
* wymienia zjawiska i wielkości fizyczne opisujące pływanie
 | * opisuje skoki narciarskie i skoki o tyczce, korzystając z podstawowych pojęć mechaniki
* opisuje ruch piłki, korzystając z podstawowych pojęć mechaniki
* opisuje pływanie, korzystając z prawa Archimedesa oraz podstawowych pojęć mechaniki i termodynamiki
 | * uwzględnia siłę tarcia i siły oporu ruchu do opisu zjawisk w sporcie
* opisuje ruch piłki i skok jako rzut ukośny
* wyjaśnia znaczenie wilgotności powietrza w sporcie
 | * opisuje wpływ warunków atmosferycznych na wyniki sportowe, korzystając z pojęć fizyki
* opisuje działanie siły nośnej
* opisuje znaczenie zasolenia wody dla pływalności
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * wymienia instalacje i urządzenia gospodarstwa domowego, których działanie opiera się na prawach fizycznych
* dostrzega zjawiska fizyczne w życiu codziennym
 | * opisuje domową instalację elektryczną, instalację grzewczą, instalację wentylacyjną oraz instalację odgromową za pomocą pojęć fizycznych
 | * opisuje zjawiska fizyczne w życiu codziennym
* opisuje działanie kuchenki mikrofalowej i płyty indukcyjnej
 | * wykorzystuje wiedzę i terminologię naukową do opisu zjawisk życia codziennego
* wyjaśnia działanie kuchenki mikrofalowej i płyty indukcyjnej
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Moduł fakultatywny E** |
| * wymienia stany skupienia
* definiuje pojęcia sprężystości i plastyczności
* formułuje prawo Hooke’a
* definiuje naprężenie wewnętrzne
* definiuje moduł Younga
* definiuje granicę wytrzymałości
* definiuje współczynnik przewodnictwa cieplnego i opisuje jego znaczenie
 | * opisuje stany skupienia
* wyjaśnia pojęcia sprężystości i plastyczności
* opisuje podział ciał stałych ze względu na własności sprężyste
* formułuje prawo przewodnictwa cieplnego
* opisuje podział materiałów ze względu na przewodnictwo elektryczne
* opisuje podział materiałów ze względu na własności magnetyczne
 | * opisuje mechanizm rozszerzalności cieplnej materiałów
* wyjaśnia znaczenie modułu Younga
* korzysta z prawa Hooke’a w sytuacjach typowych
* opisuje podział materiałów ze względu na przewodnictwo cieplne
* korzysta z prawa przewodnictwa cieplnego w sytuacjach typowych
 | * korzysta z prawa Hooke’a w sytuacjach problemowych
* wyjaśnia znaczenie granicy wytrzymałości
* korzysta z prawa przewodnictwa cieplnego w sytuacjach problemowych
 | * definiuje wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie, zginanie, ścinanie, skręcanie oraz docisk
* opisuje metody badania wytrzymałości materiałów
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* definiuje plazmę
* wymienia odmiany węgla
* opisuje wpływ temperatury na stan skupienia i właściwości materii
* definiuje zjawisko nadprzewodnictwa
 | * opisuje główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
* wymienia warunki powstania plazmy
* opisuje zastosowania różnych odmian węgla
* opisuje zastosowania zjawiska nadprzewodnictwa
 | * opisuje budowę ciał stałych krystalicznych i bezpostaciowych
* opisuje wpływ temperatury na sieć krystaliczną
* opisuje budowę i właściwości różnych odmian węgla
* opisuje znaczenie zjawiska nadprzewodnictwa
 | * wyjaśnia pojęcie anizotropii
* wyjaśnia znaczenie sieci krystalicznej
* opisuje zjawisko nadprzewodnictwa
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |

**KLASA III**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ocena dopuszczająca****Uczeń:** | **Ocena dostateczna****Uczeń:** | **Ocena dobra****Uczeń:** | **Ocena bardzo dobra****Uczeń:** | **Ocena celująca****Uczeń:** |
| Dział 1: Fale mechaniczne |
| * definiuje fale mechaniczne
* definiuje ośrodek sprężysty
* definiuje prędkość i kierunek rozchodzenia się fali
 | * wyjaśnia pojęcia sprężystości objętości i kształtu
* wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali
* zna podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne
 | * opisuje falę sinusoidalną: wskazuje dolinę i grzbiet fali
* opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne
 | * wyjaśnia znaczenie impulsu falowego
* podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje powierzchnię falową
* definiuje i wskazuje czoło fali oraz promienie fali
* definiuje pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali
* definiuje długość fali
* definiuje natężenie fali
 | * wskazuje czoło fali oraz promienie fali
* oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach prostych
 | * wyjaśnia pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali
* wyjaśnia różnice między prędkością rozchodzenia się fali a prędkością ruchu punktów ośrodka
 | * oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach problemowych
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje odbicie fali: oznacza kąt padania i odbicia
* formułuje prawo odbicia fali
* opisuje załamanie fali: oznacza kąt padania i załamania
 | * wyjaśnia znaczenie prawa odbicia fali
 | * opisuje ugięcie fali
* podaje przykłady występowania zjawisk falowych
 | * stosuje prawo odbicia fali do wyznaczenia kąta odbicia lub padania
 | * opisuje zjawisko interferencji fal
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * rozumie, że dźwięk jest falą mechaniczną trójwymiarową
* podaje wartość prędkości rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu
* definiuje ultra- i infradźwięki
* definiuje wysokość, barwę i natężenie dźwięku
 | * wyjaśnia, czym się zajmuje akustyka
* opisuje dźwięk jako falę mechaniczną trójwymiarową
* podaje przykłady zastosowań infra- i ultradźwięków
 | * podaje zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszalnych dla człowieka
* korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach prostych
 | * wyjaśnia znaczenie wysokości, barwy i natężenia dźwięku
* wyjaśnia, czym jest hałas
* korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach problemowych
 | * wyjaśnia zależność między częstotliwością i natężeniem dźwięku a słyszalnością
* wyjaśnia pojęcia progu słyszalności i progu bólu
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje zjawisko odbicia i załamania dźwięku jako fali mechanicznej
* definiuje rezonans akustyczny
 | * opisuje zjawisko dyfrakcji dźwięku
* opisuje zjawiska echa i pogłosu
* opisuje zjawisko dudnienia
* opisuje jakościowo zjawisko Dopplera
 | * wyjaśnia mechanizm powstania echa i pogłosu
* podaje warunki występowania echa i pogłosu
* podaje przykłady zastosowań rezonansu akustycznego
 | * wykorzystuje zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie
* podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera
 | * oblicza częstotliwość źródła lub dźwięku docierającego do obserwatora w zjawisku Dopplera
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 2: Fale świetlne** |
| * rozumie, że światło białe jest falą elektromagnetyczną
* wymienia historyczne poglądu na naturę światła
* definiuje promień światła
 | * opisuje istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej
* opisuje historyczne poglądu na naturę światła
* wskazuje dyfrakcję światła jako dowód na jego falową naturę
* rozumie, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach
 | * wskazuje zakres długości fal elektromagnetycznych odpowiadający światłu widzialnemu
* opisuje światło białe jako sumę fal świetlnych o różnych długościach
 | * wyjaśnia, dlaczego dyfrakcja światła stanowi dowód na jego falową naturę
* formułuje podstawowe założenia optyki geometrycznej
 | * opisuje zjawisko interferencji światła
* opisuje mechanizm widzenia kolorów
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje zjawisko odbicia światła
* zaznacza kąt padania i kąt odbicia
* opisuje zjawisko rozproszenia światła
* podaje przykłady występowania zjawiska odbicia światła
 | * formułuje prawo odbicia dla fal świetlnych
* kreśli odbicie obiektu w zwierciadle płaskim
* wyjaśnia znaczenie zjawiska odbicia światła
 | * wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach prostych
* podaje przykłady wykorzystania zjawiska odbicia światła w technice
 | * wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych
* wyjaśnia zasadę działania peryskopu
 | * wyjaśnia zasadę działania lustra weneckiego i światełka odblaskowego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków
 | * wyjaśnia znaczenie zjawiska załamania światła
* prawidłowo zaznacza kąt padania i kąt załamania
 | * podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w technice
* wyjaśnia wpływ prędkości światła w danym ośrodku na załamanie
 | * definiuje soczewkę sferyczną i podaje przykłady jej zastosowania
 | * zapisuje i stosuje prawo załamania światła
* wyjaśnia znaczenie bezwzględnego współczynnika załamania
* definiuje zdolność skupiającą soczewki
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia
* definiuje kąt graniczny
 | * podaje przykłady występowania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
* wyjaśnia znaczenie kąta granicznego
 | * wyjaśnia znaczenie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
* podaje przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia w technice
 | * wyjaśnia zasadę działania światłowodu
 | * wyjaśnia warunek zajścia całkowitego wewnętrznego odbicia i znaczenie bezwzględnego współczynnika załamania
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje pryzmat
* opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie
* definiuje kąt łamiący
* definiuje światło jednobarwne
 | * opisuje zjawisko rozszczepienia światła białego, wykorzystując zjawisko załamania światła
* definiuje widmo światła białego
 | * opisuje widmo światła białego, korzystając z pojęcia długości fali świetlnej
 | * opisuje rozszczepienie światła, korzystając z pojęcia prędkości światła o danej długości fali w danym ośrodku
* opisuje zastosowania pryzmatu i zjawiska rozszczepienia światła
 | * wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła wykorzystując prawo załamania
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * opisuje zjawisko rozproszenia światła
* rozumie znaczenie światła słonecznego w występowaniu faz Księżyca
* zauważa zjawiska optyczne w przyrodzie
 | * opisuje zjawisko Tyndalla
* wyjaśnia wpływu barwy światła (długości fali) na rozproszenie
* opisuje mechanizm powstawania faz Księżyca
* wyjaśnia mechanizm powstawania zjawisk zaćmienia Słońca i Księżyca
 | * wyjaśnia kolor nieba oraz zjawisko czerwono zachodzącego Słońca
* opisuje mechanizm powstawania tęczy
* przedstawia graficznie mechanizm powstawania zjawisk zaćmienia Słońca i Księżyca
 | * wyjaśnia mechanizm powstawania widma absorpcyjnego i jego zastosowania
* opisuje zjawisko przesunięcia ku czerwieni
* opisuje zjawiska optyczne w przyrodzie, wykorzystując pojęcia fizyczne
 | * wyjaśnia mechanizm powstawania widma emisyjnego i jego zastosowania
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 3: Fizyka atomowa** |
| * definiuje widmo promieniowania
* definiuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe
* podaje przykłady działania promieniowania podczerwonego i nadfioletowego
* definiuje promieniowanie termiczne
* definiuje ciało doskonale czarne
* definiuje kwant energii
 | * opisuje widmo ciągłe światła białego
* opisuje widmo fal elektromagnetycznych
* opisuje promieniowanie termiczne
* rozumie powszechność i znaczenie promieniowania termicznego
* zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania
 | * opisuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe
* podaje przykłady modeli ciała doskonale czarnego
* rozumie istnienie zależności promieniowania termicznego od temperatury
* opisuje promieniowanie reliktowe
* wykorzystuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach prostych
 | * opisuje krzywą rozkładu termicznego
* wyjaśnia zależność promieniowania termicznego od temperatury
* wyjaśnia znaczenie istnienia promieniowania reliktowego
* zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach problemowych
* wyjaśnia znaczenie kwantu energii
 | * formułuje prawo przesunięć Wiena
* formułuje prawo Stefana-Boltzmana
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje widmo liniowe i linie widmowe
 | * opisuje zjawisko linii widmowych oraz widma liniowego
* podaje przykłady gazów jako źródeł widma liniowego
 | * opisuje zjawisko widma emisyjnego
* podaje przykłady zastosowania widma liniowego
 | * opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych
* opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych gazów
 | * zapisuje wzór i opisuje serię Balmera oraz Balmera–Rydberga
* korzysta ze wzorów Balmera i Balmera–Rydberga
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje pojęcia cząsteczki (molekuły), atomu, pierwiastka, związku chemicznego
* opisuje historyczne poglądy na budowę materii
* formułuje pierwszy postulat Bohra
 | * opisuje układ okresowy pierwiastków
* opisuje modele Thomsona i Rutherforda budowy materii
* wyjaśnia znaczenie pierwszego postulatu Bohra
 | * wyjaśnia ograniczenia modeli Thomsona i Rutherforda budowy materii
* opisuje doświadczenie Rutherforda
* wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach prostych
 | * formułuje wnioski płynące z pierwszego postulatu Bohra
* podaje ograniczenia modelu Bohra atomu wodoru
* wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach problemowych
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje stan podstawowy oraz stany wzbudzone atomu
* definiuje zjawisko jonizacji atomu
* formułuje drugi postulat Bohra
 | * wyjaśnia pojęcie poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru
* wykorzystuje elektronowolt jako jednostkę energii
* wyjaśnia znaczenie drugiego postulatu Bohra
* podaje wartość energii elektronu wodoru w stanie podstawowym
 | * przelicza elektronowolty na dżule
* opisuje zjawisko jonizacji atomu
* wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach prostych
 | * formułuje wnioski płynące z drugiego postulatu Bohra
* wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach problemowych
 | * wyprowadza zależność między długością fali emitowanego fotonu a numerami orbit, między którymi przeskakuje elektron
* oblicza stałą Rydberga
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Dział 4: Fizyka jądrowa** |
| * definiuje jądro atomowe
* definiuje nukleon, wymienia nukleony
* definiuje izotop
 | * opisuje strukturę układu okresowego pierwiastków
* korzysta z układu okresowego pierwiastków do odczytywania informacji
* opisuje własności protonu i neutronu
* wykorzystuje z jednostkę masy atomowej
 | * opisuje budowę jadra atomowego
* wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach prostych
* zamienia jednostkę masy atomowej na kilogramy
* wskazuje izotopy danego pierwiastka
 | * wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach problemowych
* posługuje się pojęciami jąder stabilnych i niestabilnych
 | * rozumie, że protony i neutrony nie są podstawowymi składnikami materii; zna pojęcie kwarku
* oblicza promień jadra atomowego
* korzysta z pojęcia jądrowego niedoboru masy
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje rozpad promieniotwórczy
* definiuje izotop promieniotwórczy
* definiuje aktywność źródła promieniotwórczego
 | * opisuje mechanizm powstawania promieniowania γ
* wyjaśnia znaczenie aktywności źródła promieniowania
* posługuje się bekerelem jako jednostką aktywności źródła promieniotwórczego
 | * zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach prostych
* oblicza aktywność źródła promieniotwórczego w sytuacjach prostych
 | * zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach problemowych
* oblicza aktywność źródła promieniotwórczego w sytuacjach problemowych
 | * formułuje i wykorzystuje prawo rozpadu promieniotwórczego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje promieniotwórczość naturalną
* definiuje promieniowanie jądrowe
* definiuje promieniowanie α, β i γ
 | * podaje przykłady pierwiastków promieniotwórczych
 | * opisuje promieniowanie α, β i γ
* opisuje podstawowe własności promieniowania jądrowego
 | * opisuje przenikalność promieniowania α, β i γ
 | * opisuje działanie licznika Geigera-Müllera
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje zasięg promieniowania
* wymienia zjawiska wywoływane w materii przez promieniowanie γ
* definiuje dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną
* wymienia zadania dozymetrii
* wymienia metody ochrony przed promieniowaniem
 | * wyjaśnia znaczenie zasięgu promieniowania
* opisuje zasięg promieniowania α, β i γ
* opisuje skutki napromieniowania dla organizmów żywych
* wymienia źródła promieniowania naturalnego
* opisuje źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym
 | * wyjaśnia mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β
* wyjaśnia znaczenie dawki pochłoniętej, dawki równoważnej i dawki skutecznej
* oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach prostych
* opisuje wielkości promieniowania naturalnego
* opisuje metody ochrony przed promieniowaniem
 | * opisuje zjawisko promieniowania hamowania
* opisuje zjawisko Comptona
* opisuje zjawisko tworzenia par elektron – pozyton
* oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach problemowych
 | * definiuje grubość połowicznego zaniku
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * wymienia medyczne zastosowania prądotwórczości
* wymienia techniczne zastosowania prądotwórczości
 | * wymienia i opisuje korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania promieniotwórczości w medycynie
 | * opisuje zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej
* opisuje metody radioterapii
* opisuje metody defektoskopii za pomocą promieniowania jądrowego
 | * opisuje ogniwo izotopowe jako niezawodne źródła zasilania
* wyjaśnia znaczenie promieniowania jądrowego dla współczesnego świata
 | * opisuje metodę datowania radiowęglowego
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje reakcję jądrową
* wymienia zasady zachowania podczas reakcji jądrowych
 | * podaje przykłady technik wywoływania reakcji jądrowych
* opisuje zasady zachowania podczas reakcji jądrowych
* podaje przykłady sztucznych izotopów promieniotwórczych
 | * wyjaśnia znaczenie zasad zachowania podczas reakcji jądrowych
* zapisuje prawidłowo reakcje jądrowe, z stosując zasady zachowania ładunku i zachowania liczby nukleonów
* opisuje reakcję rozszczepienia
 | * wyjaśnia mechanizm wydzielania i pobierania energii podczas reakcji jądrowych
* wyjaśnia mechanizm tworzenia sztucznych izotopów promieniotwórczych
 | * opisuje reakcję syntezy jądrowej
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| * definiuje reakcję łańcuchową
* definiuje masę krytyczną
 | * wyjaśnia znaczenie neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia
* opisuje przebieg reakcji łańcuchowej
 | * wyjaśnia mechanizm powstawania neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia
* wyjaśnia znaczenie masy krytycznej
 | * wyjaśnia pojęcie współczynnika powielania neutronów
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Moduł fakultatywny C** |
| * wymienia zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej
* wymienia zastosowania ultradźwięków w terapii i diagnostyce medycznej
* wymienia zastosowania promieniowania jądrowego w terapii
* wymienia zastosowania leserów w medycynie
 | * opisuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej
* opisuje zastosowania akceleratorów medycznych
* opisuje zastosowania promieniowania jądrowego w terapii
* wymienia urządzenia medyczne służące w radioterapii
* opisuje zastosowania leserów w medycynie
 | * opisuje i wyjaśnia zasady wykonywania zdjęć rentgenowskich
* opisuje zasadę działania ultrasonografii medycznej
* opisuje urządzenia medyczne służące w radioterapii
 | * opisuje zasadę działania tomografu komputerowego
* opisuje działanie akceleratorów medycznych
* wyjaśnia zasadę działań rezonansu magnetycznego
* opisuje zasadę działania ultrasonografii dopplerowskiej
 | * opisuje zasadę działania lampy rentgenowskiej
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| **Moduł fakultatywny E** |
| * definiuje pojęcie cząstek elementarnych
* definiuje cząstkę i antycząstkę
* definiuje kwarki
 | * wymienia antycząstki protonów, neutronów i elektronów
* definiuje i wymienia kwarki oraz podaje ich cechy
* wymienia podstawowe oddziaływania
 | * podaje cechy kwarków
* wymienia podstawowe założenia modelu standardowego
* wymienia podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego
 | * opisuje reakcję anihilacji cząstki i antycząstki
* opisuje podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego i podaje ich cechy
 | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |