**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 |