**Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi przedmiotu fizyka w zakresie podstawowym dla I klasy liceum ogólnokształcącego i technikum**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat (rozumiany jako lekcja)** | **Wymagania konieczne**  **(ocena dopuszczająca)** | **Wymagania podstawowe**  **(ocena dostateczne)** | **Wymagania rozszerzające**  **(ocena dobra)** | **Wymagania dopełniające**  **(ocena bardzo dobra)** | **Wymagania wykraczające**  **(ocena celująca)** |
| Dział 1. Wiadomości wstępne | | | | | |
| 1. Podstawowe pojęcia i przedmiot badań fizyki | Uczeń:   * definiuje pojęcia: *ciało*, *substancja*, *wielkość* *fizyczna*, *zjawisko* *fizyczne* * definiuje pojęcia: *definicja, teoria, hipoteza, prawo, zasada* * opisuje założenia metody naukowej Galileusza * dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym | Uczeń:   * wyjaśnia, czym jest definicja zjawiska fizycznego * wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne * opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym | Uczeń:   * wyjaśnia założenia metody naukowej Galileusza * 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 |
| 1. Wielkości fizyczne i ich jednostki | Uczeń:   * wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną * podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych * stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych * 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 * wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia * zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne | Uczeń:   * przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną * posługuje się notacją wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielkrotnych | Uczeń:   * sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą rachunku jednostek * podaje przykłady jednostek historycznych | Uczeń:   * zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI |
| 1. Pomiary i ich dokładność | Uczeń:   * wyjaśnia, czym jest doświadczenie i pomiar * przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji * korzysta z prostych przyrządów pomiarowych * definiuje niepewność pomiarową * ~~zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej~~ * definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru * przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń | Uczeń:   * 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~~ | Uczeń:   * planuje pomiary w zadanych sytuacjach * podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej * ~~oblicza niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego~~ * przedstawia wyniki pomiaru na wykresie * ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego | Uczeń:   * szacuje wyniki pomiarów, ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi * ~~wykreśla linię najlepszego dopasowania~~ | Uczeń:   * potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru * formułuje wnioski dokonanych pomiarów |
| 1. Graficzna analiza danych | Uczeń:   * odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach * rozpoznaje wielkości rosnące i malejące | Uczeń:   * sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru * odczytuje z wykresu pośrednio 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 * ~~dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie~~ | Uczeń:   * dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie * podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie prostej | Uczeń:   * ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie |
| Dział 2. Kinematyka | | | | | |
| 1. Pojęcie ruchu | Uczeń:   * definiuje pojęcia układu odniesienia i wektora położenia * rozumie, że ruch jest względny * definiuje ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie * rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach * podaje podział ruchu ze względu na tor * definiuje prędkość średnią i szybkość * definiuje prędkość chwilową, przyrost prędkości oraz przyspieszenie * podaje podział ruchu ze względu na szybkość * podaje przykłady ruchu i spoczynku * odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego * podaje jednostki szybkości i przyspieszenia | Uczeń:   * wyjaśnia, na czym polega względność ruchu * wyznacza wektor przemieszczenia * wyjaśnia sens fizyczny prędkości, szybkości i przyspieszenia * rozróżnia prędkość i szybkość w przykładowych sytuacjach * oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych * oblicza wartość prędkości średniej i 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 * wyjaśnia, kiedy średnia szybkość jest i kiedy nie jest równa średniej prędkość * oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych * oblicza wartość prędkości średniej i szybkości 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 * rozkłada wektor przemieszczenia i prędkości na składowe o dowolnych kierunkach * oblicza wartość szybkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili czasu | Uczeń:   * definiuje punkt materialny * podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punkt materialny |
| 1. Ruch prostoliniowy jednostajny | Uczeń:   * definiuje ruch prostoliniowy jednostajny * przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym | Uczeń:   * wyjaśnia tożsamość prędkości średniej i chwilowej oraz szybkości w ruchu prostoliniowym jednostajnym * 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 * na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym określa, które ciało porusza się z większą prędkością * na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego oblicza prędkość | 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 * stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań typowych | Uczeń:   * przedstawia ruch prostoliniowy jednostajny graficznie za pomocą współrzędnych położenia i czasu * na podstawie wykresów zależności drogi od czasu oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym jako tangens kąta nachylenia prostej * stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań problemowych * na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu | Uczeń:   * na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza przemieszczenie * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Ruch prostoliniowy, jednostajnie przyspieszony | Uczeń:   * definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony * podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego * kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym | Uczeń:   * oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach typowych * oblicza prędkość chwilową w danym momencie czasu w ruch prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym * odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanym momencie czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym * na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem * oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym | 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 * na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym oblicza przyrost prędkości | Uczeń:   * na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony * na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem * oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym wyznacza prędkość w dowolnym momencie czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Ruch prostoliniowy, jednostajnie opóźniony | Uczeń:   * definiuje pojęcie opóźnienia jako przyspieszenia o ujemnej wartości * podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego * podaje przykłady ruchu prostoliniowego niejednostajnie przyspieszonego | 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 danym momencie czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym * odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanym momencie 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 przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym | Uczeń:   * oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych * oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czasu 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 złożeniem ruchów jednostajnego, jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego | Uczeń:   * na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony * na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem * 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 | Uczeń:   * na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym wyznacza prędkość w dowolnym momencie czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Ruch jednostajny po okręgu | Uczeń:   * definiuje ruch okresowy * definiuje ruch jednostajny po okręgu * opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy * definiuje pojęcia częstotliwości, okresu i drogi 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 * 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 * oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach typowych | Uczeń:   * oblicza wartości prędkości liniowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych * oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * definiuje prędkość kątową * 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 | | | | | |
| 1. Pojęcie siły | Uczeń:   * definiuje pojęcia masy i siły * podaje jednostki masy i siły * dodaje wektory o tym samym kierunku * dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta * oblicza wartość wektora będącego sumą dwóch zadanych wektorów * definiuje równowagę sił * podaje przykłady równowagi sił | Uczeń:   * określa siłę jako wielkość wektorową * odejmuje wektory o tym samym kierunku * odejmuje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta * oblicza wartość wektora będącego różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych * wyznacza siłę wypadkową dla danych dwóch sił składowych * opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów | Uczeń:   * rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach * wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych * wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił | Uczeń:   * oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych a jego składowymi * wyznacza siłę będącą wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania wartości sił * definiuje pęd * wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Bezwładność. Pierwsza zasada dynamiki | Uczeń:   * definiuje pojęcia bezwładności * formułuje zasadę bezwładności Galileusza * 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:   * wskazuje masę jako miarę bezwładności * wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki * przedstawia graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki | Uczeń:   * stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych | Uczeń:   * stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * definiuje środek masy * wyznacza środek masy * formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Druga zasada dynamiki | Uczeń:   * formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki * definiuje jednostkę siły | Uczeń:   * zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia drugą zasadę dynamiki * opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI * sformułuje słownie oraz zapisuje wzorem ogólną postać drugiej 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 | Uczeń:   * stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * stosuje ogólną postać drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Trzecia zasada dynamiki | Uczeń:   * formułuje trzecią zasadę dynamiki * podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym | Uczeń:   * wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki * formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki | Uczeń:   * 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:   * 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 |
| 1. Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siła bezwładności | Uczeń:   * definiuje inercjalny i nieinercjalny układ odniesienia * podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia * ~~definiuje siłę bezwładności~~ * 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 * podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym * formułuje uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki | Uczeń:   * oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych * demonstruje działanie siły bezwładności * wyjaśnia uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki | 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 |
| 1. Siły w ruchu po okręgu | 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 * bada doświadczalnie związek między siłą dośrodkową, a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu zgodnie z instrukcją | Uczeń:   * oblicza wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych * planuje doświadczenie badające związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu | Uczeń:   * wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Siły oporu. Tarcie | Uczeń:   * definiuje siły oporu * definiuje siłę tarcia * definiuje tarcie statyczne i kinetyczne * podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym * definiuje tarcie poślizgowe oraz tarcie toczne | 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 między nimi * wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia * podaje przykłady sytuacji, w których tarcie jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie | Uczeń:   * oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych * uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych * 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 |
| 1. Praca i moc | 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 |
| 1. Energia kinetyczna | Uczeń:   * wyjaśnia pojęcie energii, podaje jej jednostkę * definiuje energię mechaniczną * definiuje pojęcie energii kinetycznej * podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną * podaje wzór na energię kinetyczną | Uczeń:   * definiuje 1 dżul * oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych | 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 daną szybkością | Uczeń:   * oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * wyprowadza wzór na energię kinetyczną ciała o zadanej masie poruszającego się z daną szybkością * wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Energia potencjalna | Uczeń:   * definiuje pojęcie energii potencjalnej * definiuje energię potencjalną grawitacji, * definiuje energię potencjalną sprężystości * podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną * formułuje prawo Hooke'a | Uczeń:   * 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 * wyjaśnia znaczenie prawa Hooke'a | 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 wielkość 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 |
| 1. Zasada zachowania energii | Uczeń:   * 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:   * wyjaśnia związek między zmianą energii mechanicznej a wykonana pracą * oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych | Uczeń:   * 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:   * wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Dział 4. Grawitacja i elementy astronomii | | | | | |
| 1. Prawo powszechnego ciążenia | Uczeń:   * definiuje siłę grawitacji * formułuje prawo powszechnego ciążenia * podaje działania siły grawitacji | Uczeń:   * zapisuje wzór na siłę grawitacji * wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji * oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych | 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 |
| 1. Ruch ciał niebieskich | Uczeń:   * opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach * definiuje pierwszą prędkość kosmiczną * definiuje satelitę (sztucznego i naturalnego) * podaje przykłady satelitów Ziemi * definiuje satelitę geostacjonarnego * podaje przykłady zastosowań satelitów geostacjonarnych | Uczeń:   * oblicza szybkość orbitalną satelitów, promień orbity oraz okres obiegu w sytuacjach typowych * wyjaśnia znaczenie pierwszej prędkości kosmicznej * oblicza pierwsza prędkość kosmiczną dla Ziemi | Uczeń:   * oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego * wyjaśnia położenie orbity geostacjonarnej nad równikiem Ziemi * oblicza promień orbity geostacjonarnej oraz szybkość orbitalną i okres obiegu satelity geostacjonarnego | Uczeń:   * oblicza szybkość orbitalną i okres obiegu orbitalną satelity krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnego w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * ~~wyprowadza zależność opisującą pierwszą prędkość kosmiczną~~ * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1. Przeciążenie i nieważkość | Uczeń:   * opisuje zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości * podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości | Uczeń:   * oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki * wykorzystuje zasadę działania wagi sprężynowej w sytuacjach typowych | Uczeń:   * oznacza graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki * oznacza graficznie siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszającym się ze stałym przyspieszeniem * wyjaśnia zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na podstawie zasad dynamiki | Uczeń:   * wykorzystuje zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w sytuacjach problemowych | Uczeń:   * opisuje siły działające oraz stany przeciążenia, niedociążenia i 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 |
| 1. Układ Słoneczny | Uczeń:   * wymienia i definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostkę astronomiczną, rok świetlny * wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego * opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym | Uczeń:   * podaje zależność pomiędzy jednostkami długości używanymi w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem * opisuje budowę Układu Słonecznego * podaje najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego | Uczeń:   * posługuje się jednostkami długości używanymi w astronomii: jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym * zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry * opisuje obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości między nimi | Uczeń:   * opisuje pas Kuipera, pasy planetoid oraz planety karłowate jako obiekty Układu Słonecznego * definiuje komety, meteorolity, asteroidy | Uczeń:   * wyjaśnia pojęcie ekliptyki * wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba * planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne |
| 1. Świat galaktyk | Uczeń:   * definiuje galaktykę * wymienia główne rodzaje galaktyk | Uczeń:   * opisuje cechy głównych typów galaktyk * opisuje budowę Drogi Mlecznej | Uczeń:   * opisuje obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi * opisuje położenie Układy Słonecznego w Galaktyce | Uczeń:   * opisuje rozmiary Galaktyki * wymienia obiekty w Galaktyce * podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki | * wyjaśnia pojęcia gromady gwiazd, gromady galaktyk * wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba * wymienia przykłady innych galaktyk |
| 1. Ewolucja Wszechświata | Uczeń:   * omawia historię badań mikro- i makroświata * wyjaśnia, czym zajmuje się kosmologia * formułuje prawa Hubble'a * jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata * definiuje promieniowanie reliktowe | Uczeń:   * wyjaśnia znaczenie prawa Hubble'a * wyjaśnia znaczenie promieniowania reliktowego dla teorii na temat budowy wszechświata * podaje przybliżony wiek Wszechświata | Uczeń:   * formułuje wnioski płynące z prawa Hubble'a * wyjaśnia znaczenie wartości stałej Hubble'a | Uczeń:   * formułuje wnioski płynące ze zjawiska rozszerzania się Wszechświata * opisuje model Wielkiego Wybuchu | Uczeń:   * definiuje ciemną materię i gęstość krytyczną * podaje hipotezy na temat natury ciemnej materii * opisuje i wyjaśnia model inflacyjny Wielkiego Wybuchu |