**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 $\left[1N=1\frac{kg∙m}{s^{2}}\right]$
* 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 $\left[1J=1N∙m=1\frac{kg∙m^{2}}{s^{2}}\right]$
* 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 $\left[1W=1\frac{J}{s}=1\frac{kg∙m}{s^{3}}\right]$
 | 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
 |