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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat (rozumiany jako lekcja)** | **Wymagania konieczne****(ocena dopuszczająca)** | **Wymagania podstawowe****(ocena dostateczna)** | **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:* 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:* przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną
* posługuje się notacja wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielokrotnych
 | Uczeń:* sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą rachunku jednostek
* podaje przykłady jednostek historycznych
 | Uczeń:* zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI
 |
| 1. Działania na wektorach
 | Uczeń:* wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną
* podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych
* stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych
* dodaje i odejmuje wektory o tym samym kierunku
 | Uczeń:* wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia
* dodaje i odejmuje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta
* oblicza długość wektora będącego sumą lub różnicą wektorów o tych samych kierunkach
* mnoży wektor przez liczbę
 | Uczeń:* oblicza wartość wektora będącego sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych
* rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach
 | Uczeń:* oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi
 | Uczeń:* posługuje się iloczynem skalarnym i wektorowym wektorów
* określa kąt pomiędzy wektorami, posługując się iloczynem skalarnym
 |
| 1. Pomiary fizyczne
 | Uczeń:* wyjaśnia, czym jest doświadczenie i pomiar
* przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji
* korzysta z prostych przyrządów pomiarowych
* definiuje niepewność pomiarową
* definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru
* przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń
 | Uczeń:* korzysta z przyrządów pomiarowych
* odczytuje parametry przyrządów pomiarowych
 | Uczeń:* planuje pomiary w zadanych sytuacjach
* ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego
* szacuje i zaokrągla wyniki obliczeń
 | Uczeń:* szacuje wyniki pomiarów, ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi
* formułuje wnioski dokonanych pomiarów
 | Uczeń:* samodzielnie planuje i wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska fizyczne i potwierdzające prawa fizyczne
 |
| 1. Rachunek niepewności pomiarowych
 | Uczeń:* poprawnie zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej
* podaje źródła niepewności pomiarowych
 | Uczeń:* określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych
* oblicza niepewność względną pomiaru
 | Uczeń:* podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej
* oblicza niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego
 | Uczeń:* oblicza niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą sumy wielkości mierzonych metodą najmniej korzystnego przypadku
 | Uczeń:* potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru
 |
| 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
* przedstawia wyniki pomiaru 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
* przedstawia na wykresie wyniki pomiarów z zaznaczeniem prostokątów niepewności pomiarowych i na tej podstawie ocenia pomiar
 |
| 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
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 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 jednostajny względem różnych układów odniesienia
 | Uczeń:* rozumie, że ruch jest względny
* definiuje prędkość względną
 | Uczeń:* wyjaśnia, jakie znaczenie dla opisu ruchu ma układ odniesienia
* podaje przykłady różnych układów odniesienia dla danych sytuacji ruchu
* oblicza względną prędkość ciał poruszających się w tym samym kierunku i z tym samym lub z przeciwnym zwrotem prędkości
 | Uczeń:* oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy zgodnych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego
* znając położenie ciała względem jednego układu odniesienia, oblicza jego położenie względem innego układu odniesienia
* oblicza wartość względnej prędkości ciał poruszających się w prostopadłych kierunkach
 | Uczeń:* oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy prostopadłych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego
* oblicza drogę, czas ruchu i szybkość względem rożnych układów odniesienia w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* 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 danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym
* odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili czasu 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 oraz prędkość chwilową w zadanej chwili czasu
 | 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 dowolnej chwili 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
* kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
* 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 danej chwili czasu w ruch 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 przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym
 | 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 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 dowolnej chwili czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Spadek swobodny i rzut pionowy
 | Uczeń:* wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego
* podaje przykłady spadku swobodnego
* wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała
* wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w dół
* wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w gorę
* przedstawia graficznie zmianę zwrotu wektora przyspieszenia w rzucie pionowym w gorę
 | Uczeń:* podaje przykłady doświadczeń pokazujących niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała
* wyjaśnia znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość
* opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową
* opisuje rzut pionowy w dół jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z niezerową szybkością początkową
* opisuje rzut pionowy w górę jako złożenie ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego oraz prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
* sporządza wykresy zależności przyspieszenia, prędkości i wysokości od czasu w rzucie pionowym i spadku swobodnym
 | Uczeń:* wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała
* oblicza szybkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości
* oblicza wysokość, z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej
* oblicza szybkość końcową i czas rzutu pionowego w dół z danej wysokości i z daną prędkością początkową
* oblicza wysokość/prędkość początkową, z jakiej rzucono ciało pionowo w dół na podstawie danego czasu ruchu i prędkości końcowej
* oblicza prędkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym w górę
* oblicza czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w gorę w sytuacjach typowych
* oblicza szybkość początkową, z jaką rzucono ciało pionowo w górę na podstawie danego czasu ruchu i maksymalnej wysokości
 | Uczeń:* oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu
* oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych
* oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w rzucie pionowym w dół w sytuacjach problemowych
* oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się ciało w danej chwili czasu w rzucie pionowym w górę
* oblicza prędkość początkową, końcową czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w spadku swobodnym i rzucie pionowym w dół
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
* wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w rzucie pionowym w górę
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Rzut poziomy jako przykład ruchu złożonego
 | Uczeń:* definiuje ruch złożony na płaszczyźnie
* definiuje rzut poziomy
* definiuje zasięg w rzucie poziomym
 | Uczeń:* opisuje graficznie ruch złożony na płaszczyźnie
* opisuje rzut poziomy jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu jednostajnie przyspieszonego w kierunku pionowym
* wyjaśnia, dlaczego czasy ruchu w rzucie poziomym i spadku swobodnym z tej samej wysokości są równe
 | Uczeń:* opisuje ruch w rzucie poziomym za pomocą współrzędnych w układzie kartezjańskim
* zapisuje równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich
* wyznacza prędkość w poszczególnych etapach ruchu w rzucie poziomym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym
* wyznacza prędkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* wyznacza prędkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym w sytuacjach problemowych
* sporządza wykresy zależności prędkości, przyspieszenia, drogi i przemieszczenia od czasu w rzucie poziomym
 | Uczeń:* wyprowadza równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich
* wyprowadza wzory na zasięg i czas ruchu w rzucie poziomym
* 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 pojęcie promienia wodzącego
* 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:* definiuje kąt skierowany
* definiuje prędkość i szybkość kątową w ruchu po okręgu
* oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych
* podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu okresowym
* podaje zależności między prędkością i szybkością kątową i liniową w ruchu 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 szybkość kątową na podstawie danej szybkości liniowej i odwrotnie w ruchu jednostajnym po zadanym 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 szybkość kątową na podstawie danej szybkości liniowej i odwrotnie w ruchu jednostajnym po zadanym 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
 |
| 1. Ruch niejednostajny po okręgu
 | Uczeń:* definiuje ruch jednostajnie zmienny po okręgu
* definiuje liniowe przyspieszenie styczne w ruchu po okręgu
 | Uczeń:* definiuje przyspieszenie kątowe w ruchu po okręgu
* podaje zależność między przyspieszeniem kątowym a stycznym przyspieszeniem liniowym w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
 | Uczeń:* oblicza przyspieszenie kątowe na podstawie danego liniowego przyspieszenia stycznego i odwrotnie w ruchu jednostajnie zmiennym po zadanym okręgu w sytuacjach typowych
* oblicza wartości chwilowej prędkości kątowej i liniowej w zadanej chwili w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu w sytuacjach typowych
* oblicza drogę całkowitą w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
 | Uczeń:* oblicza przyspieszenie kątowe na podstawie danego liniowego przyspieszenia stycznego i odwrotnie w ruchu jednostajnie zmiennym po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych
* oblicza wartości chwilowej prędkości kątowej i liniowej w zadanej chwili w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu w sytuacjach problemowych
* oblicza drogę przebytą w zadanym okresie czasu w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
* oblicza przyspieszenie całkowite w ruchu jednostajnie zmiennym po okręgu
 | Uczeń:* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| Dział 3. Dynamika cz. 1 |
| 1. Pojęcie siły
 | Uczeń:* definiuje pojęcia masy i siły
* podaje jednostki masy i siły
* opisuje siłę jako miarę oddziaływań
* definiuje równowagę sił
* podaje przykłady równowagi sił
 | Uczeń:* określa siłę jako wielkość wektorową
* opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów
 | Uczeń:* wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych
* wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił
* rozkłada siłę na składowe we wskazanych kierunkach
 | Uczeń:* wyznacza siłę będącą wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* stosuje twierdzenie sinusów i kosinusów do obliczania wartości sił
* 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
* podaje przykłady działania bezwładności w życiu codziennym
 | Uczeń:* wskazuje masę jako miarę bezwładności
* wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki
* przedstawia graficznie siły działające na ciało z 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;
 | 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. Pęd i popęd
 | Uczeń:* definiuje pojęcie pędu
* definiuje całkowity pęd układu ciał
* formułuje ogólną postać drugiej zasady dynamiki
* definiuje popęd siły
 | Uczeń:* oblicza pęd pojedynczego ciała w sytuacjach typowych
* oblicza całkowity pęd układu ciał w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza wartość zmiany pędu w czasie na podstawie wykresu zmiany siły w czasie i odwrotnie
* wykorzystuje różne sformułowania drugiej zasady dynamiki w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* wykorzystuje różne sformułowania drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Zasada zachowania pędu
 | Uczeń:* opisuje i wskazuje siły zewnętrzne i wewnętrzne
* formułuje zasadę zachowania pędu dla pojedynczego ciała
* podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym
 | Uczeń:* oblicza pęd pojedynczego ciała
* formułuje zasadę zachowania pędu dla układu ciał
* formułuje wnioski płynące z zasady zachowania pędu
 | Uczeń:* wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach typowych
* opisuje zjawisko odrzutu
 | Uczeń:* wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* proponuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasadę zachowania pędu
* 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 sil 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:* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siła bezwładności
 | Uczeń:* formułuje zasadę względności Galileusza
* 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
* 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 pojęcia oporu ośrodka i lepkości
* wskazuje czynniki mające wpływ na wartość siły oporu i siły tarcia
* definiuje siłę tarcia
* definiuje siłę nacisku
* definiuje tarcie statyczne i kinetyczne
* definiuje tarcie poślizgowe i tarcie toczne
* podaje przykłady działania sil tarcia w życiu codziennym
 | Uczeń:* wskazuje siłę nacisku
* 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
 |
| Dział 3. Dynamika cz. 2 |  |  |  |  |  |
| 1. Praca
 | Uczeń:* definiuje pracę
* zna jednostkę pracy
* 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
 | Uczeń:* podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna
* oblicza siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły
* oblicza wartość pracy jako pole pod wykresem zależności siły od przesunięcia
* wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych
 | 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
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Moc i sprawność
 | Uczeń:* definiuje moc
* zna jednostkę mocy
* definiuje sprawność
 | Uczeń:* oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych
* definiuje 1 wat
* opisuje jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI;
 | Uczeń:* wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy, energii i parametrów ruchu w sytuacjach typowych
* oblicza wartość wykonanej pracy jako pole pod wykresem zależności mocy od czasu
* oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy energii i parametry ruchu w sytuacjach problemowych
* oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* 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 silę 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
 | * 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 wykonaną 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
 |
| 1. Zagadnienie równi
 | Uczeń:* opisuje równię pochyłą, wskazuje kąt nachylenia równi
* definiuje siłę nacisku oraz siłę sprężystości podłoża
* wymienia siły działające na ciało na równi
 | Uczeń:* wskazuje siłę nacisku oraz siłę sprężystości podłoża na równi
* opisuje siły działające na ciało na równi
* przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej
 | Uczeń:* oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach typowych
* oblicza kąt nachylenia i wysokość równi pochyłej przy znanych parametrach ruchu ciała znajdującego się na niej w sytuacjach typowych
* uwzględnia siły tarcia w analizie ruchu ciała na równi pochyłej
* wykorzystuje zasadę zachowania energii do analizy ruchu ciała na równi pochyłej w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach problemowych
* oblicza kąt nachylenia i wysokość równi pochyłej przy znanych parametrach ruchu ciała znajdującego się na niej w sytuacjach problemowych
* wykorzystuje zasadę zachowania energii do analizy ruchu ciała na równi pochyłej w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Zderzenia sprężyste i niesprężyste
 | Uczeń:* definiuje zderzenia centralne i niecentralne
* podaje przykłady zderzeń centralnych i niecentralnych w życiu codziennym
* definiuje zderzenia sprężyste i niesprężyste
* podaje przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych
 | Uczeń:* zapisuje wzór na prędkość końcową w zderzeniu niesprężystym
 | Uczeń:* wykorzystywać zasadę zachowania pędu opisu zderzenia doskonale niesprężystego
* zapisuje wzory na prędkości końcowe w zderzeniu sprężystym
* oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń niesprężystych
 | Uczeń:* wykorzystuje zasadę zachowania pędu oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do opisu zderzenia sprężystego
* oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń sprężystych
* przedstawia graficznie wektory prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym
 | Uczeń:* wyprowadza wzory a prędkości końcowe w zderzeniu sprężystym i niesprężystym
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Elementy hydrostatyki
 | Uczeń:* definiuje ciśnienie
* zna jednostkę ciśnienia w układzie SI
* opisuje paradoks hydrostatyczny
* formułuje prawo Pascala
* podaje przykłady, w których można obserwować prawo Pascala w życiu codziennym
* formułuje prawo naczyń połączonych
 | Uczeń:* opisuje jednostkę ciśnienia za pomocą jednostek podstawowych układu SI;
* oblicza ciśnienie w sytuacjach typowych
* wyjaśnia znaczenie prawa Pascala
 | Uczeń:* wykorzystuje pojęcie ciśnienia, prawo Pascala i prawo naczyń połączonych w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* wykorzystuje pojęcie ciśnienia, prawo Pascala i prawo naczyń połączonych w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* planuje i wykonuje doświadczenie demonstrujące działanie prawa Pascala
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |
| 1. Prawo Archimedesa
 | Uczeń:* definiuje siłę wyporu
* formułuje prawo Archimedesa
* formułuje warunki pływalności ciał
 | Uczeń:* przedstawia graficznie siłę wyporu
* uwzględnia siłę wyporu w graficznym przedstawieniu sił działających na ciało zanurzone w cieczy
 | Uczeń:* wyprowadza warunki pływalności
* korzysta z zasad dynamiki do opisu ciała zanurzonego w cieczy w sytuacjach typowych
 | Uczeń:* korzysta z zasad dynamiki do opisu ciała zanurzonego w cieczy w sytuacjach problemowych
 | Uczeń:* wyprowadza prawo Archimedesa
* rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
 |