**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 |