

**Wymagania edukacyjne niezbędne do otrzymania śródrocznych i rocznych ocen klasyfikacyjnych z FIZYKI**  
**Zakres rozszerzony – Kl. 1**

W poniższym opracowaniu zrezygnowałam z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, bo musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki, powinien wykonywać uczeń na ocenę dostateczną. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą oczekujemy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, wymagających formułowania i analizowania problemu na ocenę celującą rozwiązywania skomplikowanych zagadnień oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.

Ocenie będzie także podlegać aktywność i systematyczność ucznia. W ocenianiu będę również uwzględniać możliwości intelektualne ucznia.

| Wymagania konieczne<br>(ocena dopuszczająca)<br>Uczeń potrafi:                                                                                                                                                                                                                                                                    | Wymagania podstawowe<br>(ocena dostateczna)<br>Uczeń sprostą wymaganiom<br>na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzone<br>(ocena dobra)<br>Uczeń sprostą wymaganiom<br>na niższe stopnie oraz potrafi:              | Wymagania dopełniające<br>(oceny bardzo dobra i celująca)<br>Uczeń sprostą wymaganiom<br>na niższe stopnie oraz potrafi:                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dział 1. Opis ruchu postępowego</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wymienić cechy wektora,</li> <li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li> <li>• dodawać wektory,</li> <li>• odjąć wektor od wektora,</li> <li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystać w pełni wiedzę podręcznikową w zakresie działań na wektorach do rozwiązywania problemów,</li> <li>• rozwiązać wszystkie zadania z podręcznika dotyczące działań na wektorach,</li> <li>• wyszukać w różnych źródłach i zaprezentować problemy dotyczące działań na wektorach</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie posługiwać się pojęciami: droga, położenie, szybkość średnia i chwilowa, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa,</li> <li>• narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>• wykazać, że wektor przemieszczenia nie zależy od wyboru układu współrzędnych</li> </ul>                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili,</li> <li>• wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiadać się na temat wprowadzonych wielkości fizycznych precyzyjnym językiem fizyki,</li> <li>• rozwiązać zadania z podręcznika i inne, o podwyższonym stopniu trudności, wskazane przez nauczyciela</li> </ul>                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia średniego,</li> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym</li> </ul>                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym</li> </ul>                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych</li> </ul>                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</li> <li>• obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzać wykres zależności <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> dla ruchu jednostajnego,</li> <li>• odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</li> <li>• objaśnić różnicę między wykresem zależności drogi od czasu i współrzędnej położenia od czasu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>• rozwiązywać typowe zadania dotyczące ruchu jednostajnego</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzać wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>• zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math> jako drogę w dowolnym ruchu</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego,</li> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> <li>• obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>• sformułować wynik doświadczenia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym po prostej,</li> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>\vec{v}</math> i <math>\vec{a}</math> mają zgodne, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty,</li> <li>• wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po prostej,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• rozwiązywać typowe zadania dotyczące składania ruchów,</li> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych,</li> <li>• samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• powtórzyć przeprowadzone na lekcjach rozumowania związane z opisem ruchów zmiennych</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nowe, typowe zadania dotyczące ruchów zmiennych</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów zmiennych</li> </ul>                                                                                                       |

|                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie układu odniesienia,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, jakie układy odniesienia traktujemy jako inercjalne,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie czasu absolutnego,</li> <li>• stosować prawa składania i rozkładania wektorów do składania ruchów</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym,</li> <li>• podać związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych,</li> <li>• nazwać powyższe związki transformacją Galileusza i podać warunki jej stosowalności,</li> <li>• podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych,</li> <li>• zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić na przykładzie związki między współrzędnymi położenia ciała w układach poruszających się względem siebie ruchem jednostajnym,</li> <li>• wyprowadzić związek między prędkościami ciała w poruszających się względem siebie układach inercjalnych,</li> <li>• przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności,</li> <li>• rozwiązywać trudniejsze problemy dotyczące składania ruchów</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut poziomy jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</li> <li>• objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>• wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przekształcać wzory na wysokość i zasięg rzutu poziomego w celu obliczania wskazanej wielkości fizycznej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>• stosować miarę łukową kąta,</li> <li>• zapisać związek między szybkością liniową i kątową</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>• wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>• przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu niejednostajnego po okręgu</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego</li> </ul>                                                                                                                                               |

## Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić rodzaje oddziaływań występujące w przyrodzie,</li> <li>podać jakościowe przykłady zastosowania zasad dynamiki Newtona,</li> <li>rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić stwierdzenia: <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Siła jest miarą oddziaływania.</i></li> <li><i>O zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało.</i></li> </ul> </li> <li>w oddziaływaniach bezpośrednich wskazać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych,</li> <li>znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu,</li> <li>w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych,</li> <li>rozwiązywać typowe zadania wymagające stosowania zasad dynamiki, np. zamieszczone w podręczniku w <i>Przykładach zastosowań zasad dynamiki</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie wartości siły wypadkowej (stała, zmienna) i jej zwrotu w stosunku do prędkości ciała ocenić rodzaj ruchu wykonywanego przez ciało,</li> <li>swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat zasad dynamiki, używając precyzyjnego języka fizyki,</li> <li>rozwiązywać problemy o wysokim stopniu trudności</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: <i>Kiedy pęd ciała nie ulega zmianie?</i></li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie definicji przyspieszenia i drugiej zasady dynamiki wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładach znajdować zmianę pędu jako różnicę pędu końcowego i początkowego,</li> <li>analizować związek <math>\Delta m\vec{v} = \vec{F}\Delta t</math> i wyciągnąć wniosek w postaci zasady zachowania pędu ciała</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła</li> </ul>                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Co nazywamy układem ciał?</i></li> <li>– <i>Jak definiujemy pęd układu ciał?</i></li> <li>– <i>W jakim punkcie go zaczepiamy?</i></li> <li>– <i>Jaki warunek musi być spełniony, by pęd układu ciał nie zmieniał się?</i></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>• wyznaczyć doświadczalnie położenie środka masy figury płaskiej,</li> <li>• zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać uogólniony wzór na położenie środka masy <math>n</math> ciał i go objaśnić,</li> <li>• graficznie znajdować pęd układu ciał,</li> <li>• zastosować zasadę zachowania pędu w typowych zadaniach</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się precyzyjnym językiem fizyki i samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• zapisać wzór na wartość siły tarcia, rozróżnić sytuacje, w których we wzorze występuje współczynnik tarcia statycznego lub kinetycznego</li> </ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• omówić rolę tarcia na wybranych przykładach,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równolegle do stykających się powierzchni dwóch ciał</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać trudne zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia, z dostępnych zbiorów zadań</li> </ul>                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać ruch ciała z tarcieniem po równi pochyłej,</li> <li>• wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia</li> </ul>                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać typowe zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna,</li> <li>samodzielnie rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>wpisywać wyniki pomiarów do tabeli zaprojektowanej w podręczniku i wykonywać obliczenia</li> </ul>                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że układ odniesienia jest <u>nieinercyjny</u>,</li> <li>wykazać na przykładzie, że w układzie <u>nieinercyjnym</u> zasady dynamiki się nie stosują</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności do opisu ruchu w układzie <u>nieinercyjnym</u>,</li> <li>zademonstrować działanie siły bezwładności,</li> <li>podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać typowe zadania z dynamiki w układzie <u>nieinercyjnym</u>, np. rozwiązane w podręczniku lub podobne</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie rozwiązywać trudniejsze problemy dynamiczne zarówno w układzie inercyjnym, jak i <u>nieinercyjnym</u></li> </ul>                                                                   |
| <b>Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna</b>                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem</li> </ul>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• napisać i objaśnić skalarny wzór na pracę stałej siły działającej pod stałym kątem do kierunku przemieszczenia,</li> <li>• podać jednostkę pracy 1 J i sposób jej wprowadzenia,</li> <li>• podać definicję mocy średniej i zapisać ją wzorem,</li> <li>• podać jednostkę mocy 1 W i sposób jej wprowadzenia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać jednostki pochodne pracy i mocy oraz ich związki z jednostkami podstawowymi,</li> <li>• podać wzory na moc średnią i chwilową z użyciem prędkości średniej i prędkości chwilowej,</li> <li>• przekształcać wzory i wykonywać proste obliczenia</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie konieczne do obliczenia pracy siły zmiennej,</li> <li>• obliczać pracę siły zmiennej na podstawie wykresu <math>F(x)</math>,</li> <li>• obliczać pracę wykonaną przez urządzenie, którego moc zmienia się z upływem czasu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące obliczania pracy i mocy o podwyższonym stopniu trudności, np. z wykorzystaniem zasad dynamiki</li> </ul>              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru <math>E_p = mgh</math>,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru <math>E_k = \frac{mv^2}{2}</math></li> </ul>                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał,</li> <li>• podać warunek, po spełnieniu którego układ może wykonać pracę,</li> <li>• podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone poprzez ich zmiany,</li> <li>• na podstawie definicji energii kinetycznej wyprowadzić wzór, za pomocą którego obliczamy tę energię</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, po czym poznajemy, że zmienia się energia potencjalna układu ciał, a po czym, że zmienia się energia kinetyczna</li> </ul>                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zjawisk, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona,</li> <li>• przytoczyć samodzielnie opisane w podręczniku przykłady, w których wykorzystuje się zasadę zachowania energii mechanicznej w celu obliczenia pewnej wielkości fizycznej,</li> <li>• opisać sposób postępowania w przypadkach, gdy w rozważanym problemie energia mechaniczna nie jest zachowana</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej,</li> <li>• rozwiązywać typowe zadania wymagające wykorzystania zasady zachowania energii lub związku zmian energii z wykonywaną pracą</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej dla układu dwóch ciał,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że pewne siły są zachowawcze,</li> <li>• rozwiązywać nietypowe i trudne zadania, w których energia mechaniczna ulega zmianie</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych,</li> <li>• zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować zderzenie doskonale sprężyste centralne dwu kulek, poruszających się z prędkościami o jednakowych kierunkach i zwrotach, i obliczyć współrzędne prędkości obu kulek po zderzeniu</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej</li> </ul>                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów,</li> <li>• sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisywać wyniki w tabeli,</li> <li>• wykonywać obliczenia szukanych wielkości z wykorzystaniem wzorów zamieszczonych w opisie doświadczenia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować cele doświadczenia,</li> <li>• wykonywać kolejne czynności wymienione w opisie doświadczenia,</li> <li>• z pomocą nauczyciela przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie przestudiować opis doświadczenia zamieszczony w podręczniku i precyzyjnie go przedstawić na lekcji,</li> <li>• samodzielnie przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, o czym informuje nas wielkość fizyczna zwana sprawnością urządzenia</li> </ul>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić definicję sprawności urządzenia,</li> <li>• stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające sposób obliczania sprawności równi pochyłej i bloku nieruchomego</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności układu urządzeń,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>                                                              |
| <b>Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne</b>                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję ciśnienia i jego jednostkę,</li> <li>• wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami,</li> <li>• wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne,</li> <li>• omówić zastosowania prawa Pascala</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny,</li> <li>• sformułować i objaśnić prawo Pascala</li> </ul>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł</li> </ul>                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zastosowania naczyń połączonych</li> </ul>                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych,</li> <li>• za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy</li> </ul>                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań</li> </ul>                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przykłady zachowania się ciał (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimedesesa</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa,</li> <li>• na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie,</li> <li>• rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić prawo Archimedesesa na drodze rozumowania,</li> <li>• rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimedesesa</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę,</li> <li>• opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy,</li> <li>• mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru</li> <li>•</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimedesesa</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem <u>Bernoulliego</u>) oraz omówić ich skutki</li> </ul>           |

## Dział 5. Niepewności pomiarowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych,</li> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych,</li> <li>wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste,</li> <li>wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik,</li> <li>obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność,</li> <li>oszacować niepewność względną i procentową</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych,</li> <li>objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić potrzebę doboru odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru,</li> <li>wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie,</li> <li>swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki</li> </ul>           |