

## KRYTERIA OCENIANIA Z FIZYKI W KL. 2M, 2D

| TREŚCI NAUCZANIA                                   | OCENA DOPUSZCZAJACA<br><br>Uczeń potrafi:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OCENA DOSTATECZNA<br><br>Uczeń potrafi:                                                                                                                         | OCENA DOBRA<br><br>Uczeń potrafi:                                                                                                                                                                      | OCENA BARDZO DOBRA<br><br>☺<br><br>Uczeń potrafi:                                                                                                                    | OCENA CELUJĄCA<br><br>☺☺!Uczeń potrafi:                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grawitacja</b><br>Elementy działań na wektorach | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wymienić cechy wektora,</li> <li>• dodać wektory,</li> <li>• odjąć wektor od wektora,</li> <li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę,</li> <li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li> <li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej.</li> <li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mnożyć wektory skalarnie i wektorowo,</li> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych,</li> </ul> |                                                                                                                                               |
| Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi,</li> <li>• narysować wektor położenia ciała w</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie,</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym•</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>•przeprowadzić dyskusję</li> </ul> |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|              | <p>układzie współrzędnych,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi,</li> <li>• narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</li> <li>• zapisać i wyjaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.</li> </ul> | <p>prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać szybkość średnią,</li> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> </ul>          | <p>zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe,</p>                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych</p> |
| Opis ruchu w | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</li> <li>• obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</li> <li>• obliczać szybkość chwilową w ruchach</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzać wykresy <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</li> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i</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>• sporządzać wykresy tych</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych, <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</li> </ul> </li> <li>• zmieniać układ</li> </ul> |                                                                    |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>jednowymiarowy<br/>m układzie<br/>współrzędnych</p>               | <p>jednostajnie<br/>przyspieszonych i<br/>opóźnionych,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>\vec{v}</math> i <math>\vec{a}</math> mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty.</li> </ul> | <p>opóźnionym,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),</li> </ul>                                           | <p>zależności,</p> <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 linii prostej,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math> jako drogę w dowolnym ruchu,</li> </ul> | <p>odniesienia i<br/>opisywać ruch z<br/>punktu widzenia<br/>obserwatorów<br/>w każdym z tych<br/>układów.</p>                                                                                                                                         |  |
| <p>Opis ruchu w<br/>dwuwymiarowym<br/>układzie<br/>współrzędnych</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>• wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>• wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> </ul>                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać matematycznie rzut poziomy,</li> <li>• wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>• przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania</li> </ul> |  |

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować miarę łukową kąta,</li> <li>• zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową.</li> </ul>                                                                | <p>postacie tego wzoru.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                     | swobodnego z tej wysokości,                                                                                                                                              |  |
| <p><b>Siła jako przyczyna zmian ruchu</b></p> <p>Zasady dynamiki Newtona</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>• wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>• rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.</li> </ul>                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować poprawnie zasady dynamiki,</li> <li>• posługiwać się pojęciem układu inercyjnego.</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.</li> </ul>                                                                      |  |
| Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem pędu,</li> <li>• zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>• wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• znajdować graficznie pęd układu ciał,</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać wartość pędu układu ciał,</li> <li>• stosować ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>• objaśnić pojęcie środka masy.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>• stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań</li> </ul> |  |
| Tarcie                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• rozróżnić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• zapisać wzory na</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.</li> </ul>                                            |  |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                               |                                                                                                                                                    |                                                                                                              |  |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                            | wartości sił tarcia kinetycznego i statycznego.                                                                                                                                                                                                  |                                                                                               |                                                                                                                                                    |                                                                                                              |  |
| Siły w ruchu po okręgu                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało),</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu.</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.</li> </ul> |  |
| Opis ruchu w układach inercyjnych                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnić układy inercyjne i nieinercyjne,</li> <li>posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych (siły bezwładności).</li> </ul> |                                                                                                              |  |
| <b>Praca, moc, energia mechaniczna</b><br>Iloczyn skalarny | <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów.</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać cechy iloczynu skalarnego.</li> </ul>                                                                 |                                                                                                              |  |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| dwóch wektorów                                    |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| Praca i moc                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać pracę stałej siły,</li> <li>• obliczać moc urządzeń.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia,</li> </ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać chwilową moc urządzeń.</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,</li> <li>• zapisać i wyjaśnić wzór na energię kinetyczną ciała.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał,</li> <li>• sformułować i wyjaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał,</li> <li>• posługiwać się pojęciem siły zachowawczej.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną.</li> <li>• rozwiązywać zadania, korzystając ze związków: <math>\Delta E_m = W_{z'}</math><br/> <math>\Delta E_p = W_{\text{siły zewn. równoważącej}}</math><br/> <math>\Delta E_p = -W_{w'}</math> (siła wewn.)<br/> <math>\Delta E_k = W_{\text{Fwyp.}}</math></li> </ul> |  |
| Zasada zachowania energii mechanicznej            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii.</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i wyjaśnić zasadę zachowania energii,</li> </ul>                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń,</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega</li> </ul>                                                                                                                                                                             |  |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |                                                                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            | zmianie.                                                                                 |  |
| <b>Hydrostatyka</b><br>Ciśnienie hydrostatyczne.<br>Prawo Pascala | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować ciśnienie,</li> <li>• objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego,</li> <li>• objaśnić prawo Pascala,</li> <li>• objaśnić prawo naczyń połączonych.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego,</li> <li>• objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyń połączonych do wyznaczania gęstości cieczy.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy z hydrostatyki.</li> </ul> |  |
| Prawo Archimiedesa                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić prawo Archimiedesa.</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić warunki pływania ciał.</li> </ul>                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując prawo Archimiedesa.</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić prawo Archimiedesa.</li> </ul>      |  |
| Zastosowanie prawa Archimiedesa do wyznaczania gęstości           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z prawa Archimiedesa do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy.</li> </ul>                                                                                  |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |                                                                                          |  |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Pole grawitacyjne</b></p> <p>Prawo powszechnej grawitacji</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i wyjaśnić prawo powszechnej grawitacji,</li> <li>• podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,</li> <li>• na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sens fizyczny stałej grawitacji,</li> <li>• wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.</li> <li>• zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała .</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi,</li> <li>• omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji,</li> <li>• przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.</li> </ul>                                                                   |
| <p>Pierwsza prędkość kosmiczna</p>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową.</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.</li> </ul>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym</p>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową.</li> </ul>                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca,</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie,</li> </ul>                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego.</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Natężenie pola grawitacyjnego                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola,</li> <li>• przedstawić graficznie pole grawitacyjne,</li> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego,</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego,</li> <li>• obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r \geq R</math>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r &lt; R</math>,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”.</li> </ul> |
| Praca w polu grawitacyjnym                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego.</li> </ul>                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym</li> </ul>                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>                                                                                        |                                                                                                                                                   |
| Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania:<br/>Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym?<br/>Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,</li> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności <math>E_p(r)</math>,</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”,</li> <li>• poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej</li> </ul>      |

|                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | jego odległości od Ziemi?                                                                                                                                                      | potencjalnej.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           | zależności $E_p(r)$ ,                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                         |
| Druga prędkość kosmiczna                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>• obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości.</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi.</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>• opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości</li> </ul> |
| Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości,</li> <li>• opisać (w układzie inercjalnym i nieinercjalnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercjalnych,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności,</li> </ul>                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka.</li> </ul>     |

|                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej</b></p> <p>Ruch obrotowy bryły sztywnej</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy,</li> <li>stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe,</li> <li>opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony,</li> <li>zapisać i wyjaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciami: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</li> </ul>                                                                  |  |
| <p>Energia kinetyczna bryły sztywnej</p>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i wyjaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać definicję momentu bezwładności bryły,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem momentu bezwładności bryły względem ich osi symetrii,</li> <li>obliczać energię kinetyczną bryły</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym,</li> <li>stosować twierdzenie Steinera,</li> <li>wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z</li> </ul> |  |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                     |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    | obracającej się wokół osi symetrii                                                                                                                                                                 | taką samą szybkością kątową wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są różne.                 |  |
| Przyczyny zmian ruchu obrotowego.<br>Moment siły                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu siły,</li> <li>• podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment siły,</li> <li>• znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot,</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu siły,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul> |  |
| Moment pędu bryły sztywnej                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem momentu pędu,</li> <li>• podać treść zasady zachowania momentu pędu.</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment pędu,</li> <li>• zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii,</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.</li> </ul>   |  |
| Analogie występujące w opisie ruchu postępowego<br>o<br>b<br>r<br>o<br>t |                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego.</li> </ul>                          |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                     |  |

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| o<br>w<br>e<br>g<br>o                                                                                                  |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |
| Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie                                                                     |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać toczenie bez poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy,</li> <li>• opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</li> <li>• zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły sztywnej.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły,</li> </ul> |                                                                                                                                                                                 |
| <b>Ruch harmoniczny i fale mechaniczne</b><br><br>Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,</li> <li>• wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe,</li> </ul>                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego,</li> </ul>                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi,</li> </ul> |

|                                                                          |                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          |                                                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                                                                                           |
| <p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <p>Wahadło matematyczne</p> |                                                                                                                                                                   |                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu,</li> <li>• obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym</li> </ul> |                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,</li> </ul> |
| Drgania wymuszone i rezonansowe                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polegają drgania wymuszone</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu,</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące rezonansu i drgań wymuszonych</li> </ul>                                                                                                    |                                                                                                               |                                                                                                           |
| Właściwości sprężyste ciał stałych                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść prawa Hooke'a</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystania właściwości sprężystych ciał.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wykres zależności <math>p(\Delta l/l_0)</math>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sens fizyczny współczynnika sprężystości.</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące własności sprężystych ciał</li> </ul> |                                                                                                           |

|                                  |                                                                                                                  |                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pojęcie fali.                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić i wyjaśnić wielkości charakteryzujące fale,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład fali poprzecznej i podłużnej</li> <li>• wyjaśnić pojęcie spójności fal,</li> </ul> |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
| Funkcja falowa dla fali płaskiej |                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić zasadę Huygensa,</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego,</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej,</li> </ul>                                           |                                                                                                                                                                                 |
| Interferencja fal                |                                                                                                                  |                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać fale stojące,</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmoniczych wysyłanych przez identyczne źródła,</li> </ul> |
| Fale akustyczne                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać fale akustyczne,</li> </ul>                                      |                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |
| Zjawisko Dopplera                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sytuację, w której występuje zjawisko Dopplera.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera.</li> </ul>          |                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące efektu Dopplera w przypadku poruszającego się</li> </ul>                |                                                                                                                                                                                 |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                |                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                  | źródła i nieruchomego obserwatora.                                                                             |                                                                                                             |
| <b>Zjawiska termodynamiczne</b><br><br>Gazy. Ciecze. Ciała stałe. | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić właściwości gazów,</li> <li>objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li> <li>wymienić właściwości cieczy,</li> <li>wymienić właściwości ciała stałych.</li> <li>opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,</li> <li>wyjaśnić zjawiska menisku,</li> <li>wypowiedzieć i objąć zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li> <li>zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,</li> <li>przeliczyć temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objąć zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul> |                                                                                                             |
| Równanie stanu gazu doskonałego.<br>Równanie Clapeyrona           | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i objąć równanie stanu gazu doskonałego,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać i objąć wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej),</li> <li>zapisać i objąć równanie</li> </ul>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym</li> </ul> |

|                                                    |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                                                                                        | Clapeyrona,                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                                                                        |
| Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu doskonałego.</li> </ul>                                                                                                                                  |                                                                                                                          |                                                                                                                        |
| Przemiany gazu doskonałego                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić i opisać przemiany gazowe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną, adiabatyczną),</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy, np. <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, dla wszystkich przemian,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych,</li> </ul> |                                                                                                                        |
| Ciepło właściwe i ciepło molowe                    |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego,</li> </ul>                                                                                                                                                 |                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między <math>C_p</math> i <math>C_v</math> o ,</li> </ul> |

|                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   |                                                                                                                           |  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Silniki cieplne            | <ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zasadę działania silnika cieplnego,</li> </ul>                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota.</li> <li>zdefiniować sprawność silnika cieplnego.</li> <li>sporządzić wykres <math>p(V)</math> dla cyklu Carnota i opisać go,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać sprawności silników cieplnych</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie wykresów opisywać cykle przemian zachodzących w silnikach.</li> </ul> |  |
| Druga zasada termodynamiki | <ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować drugą zasadę termodynamiki.</li> </ul>                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące drugiej zasady termodynamiki,</li> </ul>            |  |
| Zmiany stanu skupienia     | <ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy,</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące przejść fazowych,</li> </ul>                        |  |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Rozszerzalność termiczna ciał                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej,</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności ciał,</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać związek między współczynnika mi rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego,</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczać zmiany objętości</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |  |
| Transport energii przez przewodzenie i konwekcję | <ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła i ciał, które źle przewodzą ciepło,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zjawisko konwekcji w cieczech i gazach,</li> <li>podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska konwekcji.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na podstawie teorii kinetyczno-molekularnej, ciał spowodowane zmianami temperatury</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.</li> <li>omówić doświadczenia, pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń,</li> </ul> |  |
|                                                  |                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy,</li> <li>opisać przemiany</li> </ul>                                              |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |

|  |  |                               |  |  |  |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|
|  |  | energii w tych<br>zjawiskach, |  |  |  |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|

Ocenę niedostateczną otrzymuje uczeń który nie spełnia wymagań dotyczących oceny dopuszczającej, posiada liczne braki w wiadomościach które uniemożliwiają uczniowi dalsze zdobywanie wiedzy z przedmiotu.

Ocenę celującą otrzymuje uczeń który spełnia wymagania określone w tabeli oraz posiada sukcesy w konkursach i olimpiadach ujętych w Rozporządzeniu Ministra Edukacji.

Życzę wielu sukcesów!

Opracowała: mgr Ewa Kalinowska-Bąk