

Wymagania edukacyjne z fizyki dla LO – zakres rozszerzony.

Ocenę niedostateczną otrzymuje uczeń, który:

- nie opanował tych wiadomości i umiejętności, które są niezbędne do dalszego kształcenia,
- nie zna podstawowych praw, pojęć i wielkości fizycznych,
- nie potrafi rozwiązać zadań teoretycznych lub praktycznych o elementarnym stopniu trudności, nawet z pomocą nauczyciela i braki w wiadomościach uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z fizyki.
- nie rozumie pytań i poleceń
- w wypowiedziach popełnia bardzo poważne błędy merytoryczne
- nie umie obserwować i opisywać zjawisk fizycznych
- nie umie wykorzystywać modeli do wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych
- nie spełnia wymagań na ocenę dopuszczającą.

Ocenę celujący otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na stopień bardzo dobry oraz:

- Posiada dodatkową wiedzę wykraczającą poza program nauczania fizyki, samodzielnie i twórczo rozwija swoje zainteresowania
- Potrafi zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania bardzo trudnych zadań i problemów w nowych sytuacjach
- Biegłe posługuje się zdobytymi wiadomościami używając terminologii fachowej oraz proponuje rozwiązania nietypowe
- Samodzielnie planuje eksperymenty, przeprowadza je, analizuje wyniki i przeprowadza rachunek błędów
- Osiąga znaczne sukcesy w olimpiadach: fizycznej lub astronomicznej, konkursach przedmiotowych.
- Bierze efektywny udział w nadobowiązkowych działaniach związanych z poznawaniem fizyki.

Kinematyka

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry

<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie • wyjaśnia, w jaki sposób fizyk zdobywa wiedzę o zjawiskach fizycznych • wymienia przyczyny wprowadzenia Międzynarodowego Układu Jednostek Miar(układ SI) • wymienia trzy podstawowe miary wzorcowe i jednostki długości, masy i czasu • wyjaśnia rolę doświadczenia w fizyce • zapisuje wyniki pomiarów i obliczeń wraz z jednostkami • posługuje się pojęciem <i>niepewność pomiarowa</i> • planuje prosty pomiar; zapisuje wynik pomiaru wraz z niepewnością • wyznacza średnią arytmetyczną wyników pomiarów • projektuje proste doświadczenie obrazujące ruch ciała i rejestruje je za pomocą kamery • posługuje się modelem punktu materialnego • odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych • wyjaśnia na wybranym przykładzie, co oznacza stwierdzenie „ruch jest pojęciem względnym” • opisuje ruch, posługując się pojęciami <i>droga</i> i <i>przemieszczenie</i> • rozróżnia pojęcia <i>droga</i> i <i>przemieszczenie</i> • opisuje ruch, posługując się pojęciem <i>prędkości</i> jako wektora i jego współrzędną; przelicza jednostki prędkości • posługuje się pojęciami <i>prędkość średnia</i> i <i>prędkość chwilowa</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu • wyjaśnia przyczyny wykonywania pomiarów wielokrotnych • odczytuje dane z tabeli, zapisuje dane w formie tabeli • zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących) • interpretuje dane przedstawione za pomocą tabel, diagramów słupkowych, wykresów • przedstawia dane podane w tabeli za pomocą diagramu słupkowego • wyznacza niepewność maksymalną wartości średniej na podstawie wzoru • określa położenie ciała traktowanego jako punkt materialny w wybranym układzie współrzędnych, posługując się wektorem położenia • definiuje wektor, określa jego cechy (właściwości) • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę) • opisuje ruch jednowymiarowy w różnych układach odniesienia • wskazuje przykłady ruchu względem różnych układów odniesienia • rozróżnia wektor przemieszczenia i wektor położenia ciała • przedstawia graficznie wektor przemieszczenia i wektory położenia w wybranym układzie odniesienia • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach • rozwiązuje proste przykłady dotyczące dodawania wektorów przemieszczenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przygotowuje prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych • podaje przykłady błędów grubych i systematycznych • posługuje się niepewnością względną i niepewnością bezwzględną • rysuje wektor w układzie współrzędnych • przedstawia graficznie na wybranym przykładzie różnicę między drogą a przemieszczeniem • opisuje ruch, posługując się współrzędną wektora położenia i współrzędną wektora przemieszczenia • rozwiązuje proste zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i chwilowej • szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku • szacuje niepewności pomiaru i oblicza niepewność względną • opisuje ruch ciała za pomocą wykresu uwzględniającego niepewności pomiarowe • sporządza wykresy zależności prędkości od czasu $v(t)$ dla ruchu jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego(samodzielnie wykonuje poprawne wykresy; właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewności punktów pomiarowych) • przeprowadza doświadczenie polegające na badaniu ruchu jednostajnie zmiennego; analizuje wyniki oraz – jeżeli to możliwe– wykonuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu jednostajnie zmiennego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne • posługuje się niepewnością standardową • stosuje – na wybranym przykładzie – równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego • rozwiązuje złożone zadania, korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu • znajduje doświadczalnie, np. za pomocą przezroczystej linijki, prostą najlepszego dopasowania do punktów na wykresie zależności $x(t)$; na tej podstawie wyznacza prędkość ciała • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym(przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora) • wykorzystuje właściwości funkcji liniowej $f(x) = ax + b$ do interpretacji wykresów(dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b) • samodzielnie wykonuje projekt badania dotyczącego ruchu jednostajnie zmiennego(np. wyznaczenia przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym); sporządza tabele wyników pomiaru • wyprowadza wzór na drogę w ruchu jednostajnie zmiennym z wykresu zależności prędkości od czasu $v(t)$ • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym(przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)
Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry

<ul style="list-style-type: none"> • analizuje wykresy zależności drogi, położenia i prędkości od czasu; rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego • stosuje wzór na drogę w ruchu jednostajnie prostoliniowym • klasyfikuje ruchy ze względu na prędkość • wskazuje zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym • wskazuje przykłady ruchów krzywoliniowych i prostoliniowych w przyrodzie i życiu codziennym • wyjaśnia, czym tor różni się od drogi; klasyfikuje ruchy ze względu na tor określane przez ciało • wyznacza konstrukcyjnie styczną do krzywej • przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej • stosuje pojęcie <i>wektor przemieszczenia</i>; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego • wskazuje przykłady względności ruchu • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami <i>okres</i> i <i>częstotliwość</i> • stosuje radian jako miarę łukową kąta • opisuje ruch jednostajny po okręgu i ruch jednostajnie zmienny po okręgu; wskazuje cechy wspólne i różnice 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnicę między prędkością średnią a prędkością chwilową; wyjaśnia, kiedy te prędkości są sobie równe • wykorzystuje związki między położeniem a prędkością w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu • rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego od czasu • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem równania ruchu jednostajnego • projektuje doświadczenie i wykonuje pomiary związane z badaniem ruchu jednostajnego prostoliniowego • opisuje i analizuje wyniki doświadczenia • opisuje podstawowe zasady określania niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar decydująco wpływa na niepewność otrzymanego wyniku) • opisuje ruch ciała za pomocą tabeli i wykresu – na podstawie pomiarów z bezpośredniej obserwacji lub z filmu; • podaje czas i współrzędną położenia • opisuje ruch, określając prędkość średnią i średnią wartość prędkości • rysuje i interpretuje wykresy położenia, prędkości i drogi przy skokowych zmianach prędkości oraz zmianach zwrotu prędkości • posługuje się pojęciami <i>przyspieszenie średnie</i> i <i>przyspieszenie chwilowe</i> • wyjaśnia, czym charakteryzuje się ruch jednostajnie zmienny • definiuje zależność prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym od czasu; wykorzystuje ją w zadaniach 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje właściwości funkcji kwadratowej $f(x) = ax^2 + bx + c$ do interpretacji wykresów zależności drogi od czasu i zależności położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami <i>prędkość średnia</i> i <i>prędkość chwilowa</i> • wyjaśnia graficznie, że rzut poziomy jest złożeniem ruchu poziomego i pionowego; wykazuje doświadczalnie niezależność tych ruchów • opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnych x i y • opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza współczynnik w równaniu paraboli $y = ax^2$ • stosuje prawo składania wektorów do obliczania prędkości ciał względem różnych układów odniesienia • oblicza prędkości względne ruchów na płaszczyźnie • wyprowadza związek między prędkością liniową a prędkością kątową • opisuje ruch zmienny po okręgu, posługując się pojęciami <i>chwilowa prędkość kątowa</i> i <i>przyspieszenie kątowe</i>; przelicza odpowiednie jednostki • szacuje prędkość liniową na podstawie zdjęcia • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu, posługując się kalkulatorem • wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; uzasadnia to graficznie 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące rzutu poziomego • analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora poruszającego się względem wybranego układu odniesienia • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym po okręgu, posługując się kalkulatorem
---	---	---	---

Ocena

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia dlaczego wykres $v(t)$ jest funkcją liniową • analizuje spadek swobodny i rzut pionowy w górę; opisuje te ruchy z zastosowaniem równań $v(t)$ i $s(t)$ • oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego • oblicza parametry ruchu, wykorzystując związki między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym • rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnie zmiennego od czasu – wykresy $v(t)$, $s(t)$ i $a(t)$ • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku • opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni z wykorzystaniem współrzędnych x, y, z • opisuje współrzędne wektora na płaszczyźnie (m.in. wektora położenia), posługując się dwuwymiarowym układem współrzędnych • konstrukcyjnie dodaje i odejmuje wektory o tych samych i różnych kierunkach, posługując się cyrklem, ekierką i linijką • zapisuje – w przyjętym układzie współrzędnych – wektory sumy i różnicy dwóch wektorów • rysuje wektory o różnych kierunkach w układzie współrzędnych; określa ich współrzędne 		
Ocena			

Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami <i>prędkość średnia</i>, <i>prędkość chwilowa</i> i <i>przemieszczenie</i> • opisuje rzut poziomy, wykorzystując równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej • opisuje – na wybranym przykładzie – składanie prędkości, np. prędkości łodzi płynącej po rzece • posługuje się układem odniesienia do opisu złożoności ruchu; opisuje ruch w różnych układach odniesienia • oblicza prędkości względne ruchów wzdłuż prostej • analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora opisującego ruch i pozostającego w spoczynku względem wybranego układu odniesienia • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami <i>promień wodzący</i>, <i>kąt w radianach</i>, <i>prędkość kątowna</i> • oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu • opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu 		

Ruch i siły

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady oddziaływań i rozpoznaje oddziaływania w sytuacjach praktycznych • wymienia rodzaje oddziaływań fundamentalnych • planuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące wzajemność oddziaływań • opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem <i>siła</i> • przedstawia siłę za pomocą wektora; wymienia cechy tego wektora • wskazuje przykłady bezwładności ciał • stosuje do obliczeń związek między masą ciała, przyspieszeniem i siłą • obserwuje przebieg doświadczenia; zapisuje i analizuje wyniki pomiarów; wyciąga wnioski z doświadczenia • podaje przykłady wzajemnego oddziaływania ciał • opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona • planuje – korzystając z podręcznika – i demonstruje doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki • wyjaśnia (na przykładach) dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą • wskazuje negatywne i pozytywne skutki tarcia • rozróżnia tarcie statyczne i tarcie kinetyczne • dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu; oblicza wartość współczynnika a 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje przykłady oddziaływań fundamentalnych • wyjaśnia znaczenie punktu przyłożenia siły • wyznacza graficznie siłę wypadkową dwóch sił • składa siły działające wzdłuż prostych równoległych • rozkłada siłę, np. siłę ciężkości na równi pochyłej, na składowe • rozróżnia siły wypadkową i równoważącą • opisuje ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona • opisuje ruch ciał, korzystając z drugiej zasady dynamiki Newtona • wymienia jednostki siły i opisuje ich związek z jednostkami podstawowymi • szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku • opisuje zachowanie ciał na podstawie trzeciej zasady dynamiki Newtona • rozwiązuje proste zadania problemowe, wskazując siły wzajemnego oddziaływania • rozróżnia tarcie toczne i tarcie poślizgowe • opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem <i>siła tarcia</i> • wyjaśnia, kiedy występuje tarcie statyczne, a kiedy kinetyczne; opisuje rolę tarcia w przyrodzie i technice 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje metodę dodawania wektorów (reguły równoległoboku lub trójkąta) do wyznaczania siły wypadkowej • wskazuje przykłady praktycznego wykorzystania umiejętności składania i rozkładania sił • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu • wyjaśnia (mikroskopowo), na czym polega występowanie sił tarcia • stosuje i zapisuje zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem sił tarcia • wskazuje – w życiu codziennym i w przyrodzie – jaka siła pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu po okręgu • posługuje się pojęciem <i>siła odśrodkowa</i> i <i>siła bezwładności</i>; znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercyjnego, przedstawia na rysunku kierunek i zwrot siły odśrodkowej • przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie?</i> 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu • rozwiązuje złożone zadania problemowe i doświadczenia dotyczące trzeciej zasady dynamiki Newtona • rozwiązuje trudne zadania obliczeniowe i problemowe z uwzględnieniem sił tarcia • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; w obliczeniach korzysta ze wzoru na siłę dośrodkową •^R podaje przykłady działania siły Coriolisa • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; wybiera układ odniesienia odpowiedni do opisu ruchu ciała

^R – treści spoza podstawy programowej

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • rozróżnia układy inercjalny i nieinercjalny • wskazuje różne przykłady działania sił bezwładności w ruchu prostoliniowym 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza współczynnik tarcia: planuje doświadczenie, mierzy siłę, która działa podczas jednostajnego ciągnięcia pudełka przy różnej sile nacisku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, oblicza średnią wartość współczynnika tarcia, szacuje niepewność pomiaru, oblicza niepewność względną, wskazuje wielkości, których pomiar decydująco wpływa na niepewność wyniku • samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych) • oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu oraz wartość siły dośrodkowej (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) • przedstawia graficznie kierunek i zwrot siły bezwładności, znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercjalnego • wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych • opisuje ruch ciał w nieinercjalnych układach odniesienia, posługując się siłami bezwładności • wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał po okręgu w układach inercjalnych i nieinercjalnych • posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych • wskazuje urządzenia gospodarstwa domowego, w których wykorzystano działanie siły odśrodkowej 		

Energia i pęd

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami <i>praca</i> i <i>moc</i> • oblicza pracę siły na danej drodze, gdy na ciało działa stała siła, a ciało przemieszcza się w kierunku zgodnym z kierunkiem jej działania • wyjaśnia na wybranym przykładzie, że wykonanie pracy nad ciałem wpływa na jego energię • posługuje się pojęciem <i>energia potencjalna</i>; oblicza wartość energii potencjalnej • wyjaśnia, dlaczego energia potencjalna ciała zależy od przyjętego układu odniesienia • wymienia różne formy energii • wskazuje przykłady różnych form energii (korzysta z przykładów w podręczniku) • posługuje się pojęciem <i>energia kinetyczna</i> • stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej • posługuje się pojęciem <i>pęd</i> • wyjaśnia, od czego zależy zmiana pędu ciała • odróżnia zderzenia sprężyste od niesprężystych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę, gdy siła o stałej wartości działa niezgodnie z kierunkiem ruchu, a ciało porusza się po linii prostej • przedstawia jednostki pracy i mocy; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi • oblicza pracę stałej siły na podstawie wykresu zależności siły powodującej przemieszczenie od drogi • oblicza moc urządzeń mechanicznych • stosuje wzory na pracę i moc do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, zapisuje wynik obliczenia jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku • wyjaśnia, dlaczego praca wykonana nad ciałem w obecności siły grawitacji nie zależy od sposobu przemieszczenia, lecz od wysokości • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię potencjalną • oblicza pracę, jaką trzeba wykonać, aby – działając stałą siłą F – rozpędzić ciało od stanu spoczynku do danej prędkości v na drodze s • oblicza wartość energii kinetycznej • wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia graficznie pracę siły zmiennej (za pomocą wykresu zależności siły od drogi); wyraża jej wartość jako sumę pól wszystkich prostokątów, gdy pole każdego z nich odpowiada drodze przebytej w bardzo krótkich chwilach ruchu • wyjaśnia na przykładach, że praca nie zależy od kształtu toru, lecz od przemieszczenia ciała • rysuje rozkład sił podczas przesuwania ciała w poziomie i po równi • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na pracę i moc • wyjaśnia, kiedy siła wykonuje pracę dodatnią, a kiedy ujemną; wskazuje sytuacje, w których praca jest równa zeru • wykazuje, że praca nad ciałem wykonana przez siłę równoważącą siłę grawitacji jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała • stosuje pojęcia <i>energia użyteczna</i> i <i>sprawność</i> do rozwiązywania prostych zadań • analizuje – na wybranym przykładzie – przemiany jednego rodzaju energii w drugi; ilustruje je za pomocą diagramów i wykresów, korzystając z poglądowych ilustracji zamieszczonych w podręczniku • interpretuje wykres zmiany wydłużenia ciała stałego w zależności od przyłożonej siły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą niezrównoważoną siłę jest równa przyrostowi energii kinetycznej ciała • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące energii potencjalnej sprężystości, posługując się kalkulatorem i wykresem zależności siły od wydłużenia sprężyny •^R rozwiązuje złożone zadania dotyczące ruchu ciał o zmiennej masie, np. rakiet • przeprowadza badanie zderzeń centralnych skośnych i czołowych kulek stalowych lub monet (wykonuje doświadczenia, opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski) • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń sprężystych

^R – treści spoza podstawy programowej

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • bada spadek swobodny; analizuje związane z nim przemiany energii • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię kinetyczną • oblicza moc urządzeń mechanicznych, uwzględniając ich sprawność • wykazuje doświadczalnie, od czego zależy współczynnik sprężystości sprężyn • opisuje warunki, w jakich można stosować prawo Hooke’a • przeprowadza doświadczenie związane z badaniem zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (opisuje doświadczenie, zapisuje w tabeli wyniki pomiarów) • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, wykorzystując zasadę zachowania energii mechanicznej; oblicza energię sprężystości ciała • przewiduje wynik doświadczenia na podstawie zasady zachowania pędu • wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzenia sprężystych i zjawiska odrzutu • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania pędu (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje jego realność) • stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych • wyznacza prędkość kul po zderzeniu, korzystając z podanych wzorów • stosuje zasady zachowania energii kinetycznej i zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych • rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń niesprężystych 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządza wykres zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych); wykazuje, że pole pod wykresem liczbowo jest równe pracy potrzebnej do rozciągnięcia sprężyny • wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości • analizuje przemiany energii (na wybranych przykładach) • interpretuje drugą zasadę dynamiki Newtona w postaci ogólnej • stosuje zasadę zachowania pędu do wyjaśniania zjawisk odrzutu i startu rakiet kosmicznych • analizuje zderzenia sprężyste ciał o różnej masie • wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się kul przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu • posługuje się pojęciem <i>zderzenia centralne skośne i czołowe</i> • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanego tekstu popularnonaukowego (przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego <i>Fizyk ogląda TV</i>) 	

Bryła sztywna

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza doświadczalnie środek ciężkości płaskiego ciała zawieszonoego na nici wskazuje (na wybranych przykładach) sposoby zwiększania stabilności ciała wyjaśnia, kiedy bryła sztywna porusza się ruchem obrotowym jednostajnie przyspieszonym, a kiedy – ruchem obrotowym jednostajnie opóźnionym definiuje moment pędu punktu materialnego wskazuje analogie między wielkościami fizycznymi opisującymi dynamikę ruchu postępowego i obrotowego bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozdziła pojęcia <i>punkt materialny</i> i <i>bryła sztywna</i>; zna granice ich stosowalności ocenia, czy dane ciało porusza się jedynie ruchem postępowym czy jednocześnie ruchem postępowym i obrotowym opisuje ruch bryły sztywnej, stosując pojęcia <i>prędkość kątowna</i>, <i>przyspieszenie kątowne</i>, <i>okres</i>, <i>częstotliwość</i> wyznacza środek masy bryły (samodzielnie wykonuje i opisuje doświadczenie, wyciąga wnioski) rozwiązuje proste zadania obliczeniowe (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) interpretuje i oblicza iloczyn wektorowy dwóch wektorów oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną) wykonuje obliczenia, wykorzystując warunek równowagi momentów sił odróżnia energię potencjalną ciężkości ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciężkości ciała, którego wymiarów nie można pominąć; wyznacza energię potencjalną ciężkości tych ciał rozdziła pojęcia <i>masa</i> i <i>moment bezwładności</i> oblicza bilans energii, uwzględniając energię kinetyczną ruchu obrotowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem <i>precesja</i> stosuje wzór na wyznaczanie środka masy bryły sztywnej wyznacza środek masy układu ciał analizuje równowagę brył sztywnych, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie (gdzie siły i momenty sił się równoważą) – na podstawie pierwszej zasady dynamiki ruchu obrotowego analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu siły wskazuje sytuacje, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność łodzi czy konstrukcji) projektuje – korzystając z przykładów podanych w podręczniku – i przeprowadza doświadczenie ilustrujące tor ruchu środka masy wyjaśnia, od czego zależy moment bezwładności bryły analizuje złożony ruch bryły sztywnej (ruchy: postępowy i obrotowy) oblicza energię całkowitą bryły (np. walca, kuli) obracającej się wokół osi przechodzącej przez środek jej masy demonstruje na wybranym przykładzie zasadę zachowania momentu pędu (m.in. zjawisko odrzutu) podaje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w sporcie, urządzeniach technicznych i we Wszechświecie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone zadania związane z ruchem obrotowym bryły sztywnej (przeprowadza obliczenia za pomocą kalkulatora) wyprowadza wzór na położenie środka masy rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; korzysta ze wzoru na moment siły określa warunki równowagi ciała stojącego na podłożu rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, stosując wzory na energię w ruchu obrotowym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora) bada doświadczalnie zależność przyspieszenia kątownego od momentu siły i momentu bezwładności (wykonuje doświadczenie z wahadłem Oberbecka ilustrujące jakościowy związek między prędkością kątowną a momentem siły i momentem bezwładności; opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia) rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz kinematycznego równania ruchu obrotowego (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora) podaje przykłady wykorzystania efektu żyroskopowego w praktyce

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem wzorów na energię w ruchu obrotowym (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) • opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez jej środek masy, uwzględniając prędkość kątową i przyspieszenie kątowe • analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił • przedstawia jednostki wielkości fizycznych związanych z mechaniką bryły sztywnej; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) • oblicza moment pędu bryły sztywnej i układu ciał • analizuje ruch bryły wokół osi obrotu z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu (rozdziela wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku) 		<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem uogólnionej drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz zasady zachowania momentu pędu (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora) • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe na poziomie maturalnym

5 Ruch drgający

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia i demonstruje przykłady ruchu drgającego (ruch ciężarka na sprężynie) rejestruje ruch drgający ciężarka na sprężynie za pomocą kamery sporządza wykres zależności położenia ciężarka od czasu opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; analizuje przemiany energii w tych ruchach opisuje drgania, posługując się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości; wskazuje położenie równowagi i odczytuje amplitudę oraz okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała; sporządza wykresy $x(t)$ posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciem siły; wyjaśnia, że siła powodująca ten ruch jest wprost proporcjonalna do wychylenia posługuje się właściwościami funkcji trygonometrycznych sinus i cosinus do opisu ruchu harmonicznego demonstruje drgania wahadła sprężynowego opisuje ruch ciężarka na sprężynie oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie opisuje ruch wahadła matematycznego planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> interpoluje (ocenia orientacyjnie) wartość pośrednią między danymi na podstawie tabeli i wykresu rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych); podaje przykłady takiego ruchu wyjaśnia, co to jest faza ruchu drgającego interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń oblicza okres drgań wahadła matematycznego rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym doświadczalnie bada zależność okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka i współczynnika sprężystości: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) wyznacza doświadczalnie przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, szacuje niepewności pomiarowe, oblicza wartość średnią przyspieszenia ziemskiego, oblicza niepewność względną wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe (problemowe) związane z ruchem drgającym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem) planuje i wykonuje doświadczenie obrazujące zależność między drganiami harmonicznymi a ruchem rzutu punktu poruszającego się po okręgu wyprowadza wzory: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym samodzielnie wykonuje poprawny wykres zależności okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), interpretuje wykres, wykazuje słuszność wzoru: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego udowadnia spełnienie zasady zachowania energii, posługując się wzorami na energię potencjalną i kinetyczną oscylatora harmonicznego rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z zasadą zachowania energii (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem)

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań • demonstruje drgania tłumione • opisuje drgania wymuszone • demonstruje rezonans mechaniczny za pomocą wahadeł sprzężonych • wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego • analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania energii (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • opisuje drgania wymuszone • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem drgającym wahadła sprężynowego, matematycznego oraz z zasadą zachowania energii, a w szczególności: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku 	<ul style="list-style-type: none"> • bada zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyciąga wniosek, wykonuje wykres zależności $l(T^2)$ (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu, interpretuje wykres • rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego • stosuje funkcje trygonometryczne $\sin^2 a$ i $\cos^2 a$ do ilustracji energii potencjalnej i kinetycznej • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)

6 Fale mechaniczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego na przykładzie układu wahadeł połączonych sprężynami • posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznyc; stosuje w obliczeniach związku między tymi wielkościami • wskazuje ośrodki, w których rozchodzą się fale mechaniczne • opisuje przenoszenie energii przez falę mechaniczną • posługując się kalkulatorem, rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem pojęć: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali oraz stosuje funkcję falową fali harmonicznej • stosuje ogólny wzór na funkcję falową fali harmonicznej • wymienia wielkości fizyczne, od jakich zależą wysokość i głośność dźwięku • opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych • posługuje się pojęciami: infradźwięki, ultradźwięki • podaje prawo odbicia fali mechanicznej • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje falę poprzeczną i falę podłużną • opisuje drgania harmoniczne za pomocą $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, posługuje się pojęciami: częstość kołowa, przesunięcie fazowe • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania, stosując równanie fali • interpretuje równanie fali, oblicza amplitudę, okres, częstotliwość, prędkość i długość danej fali • opisuje fale dźwiękowe; wskazuje ich przykłady z życia codziennego • opisuje załamanie fali na granicy dwóch ośrodków • podaje prawo załamania fali • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • wyjaśnia przyczyny załamania fal • wyjaśnia, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia • wyjaśnia mechanizm zjawiska ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa • opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z superpozycją fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali • rozwiązuje zadania konstrukcyjne i obliczeniowe z wykorzystaniem prawa odbicia i prawa załamania fali • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne o średnim poziomie trudności związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) • wykazuje, że każdy dźwięk wydawany przez instrument muzyczny można przedstawić jako sumę odpowiednio dobranych funkcji sinusoidalnych • wyjaśnia, od czego zależy natężenie dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosuje równanie fali; interpretuje to równanie • ^Rprzeprowadza pomiary długości słupa powietrza, przy którym słyszy rezonans drgającego kamertonu i powietrza zamkniętego w rurze, sporządza tabelę z wynikami pomiarów; oblicza wartość średnią prędkości dźwięku • wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru; analizuje błędy pomiarów, wyznacza błąd względny i bezwzględny • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z prawami odbicia i załamania fali oraz superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) • planuje doświadczenie związane z pomiarem prędkości dźwięku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, analizuje błędy pomiarów, wyznacza błąd względny i bezwzględny
Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje fale (także graficznie): kolistą, płaską i kulistą • rozróżnia pojęcia: grzbiet fali, dolina fali i promień fali • opisuje zjawiska odbicia i załamania fali 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny: sporządza tabelę pomiarów, a na jej podstawie rysuje wykres, znajduje prostą najlepszego dopasowania i wyznacza jej współczynnik kierunkowy, który odpowiada 	<ul style="list-style-type: none"> • dopasowuje prostą do wyników pomiaru i odczytuje jej współczynnik kierunkowy, sprawdza za pomocą prostych przekształceń algebraicznych, czy wyraża on prędkość dźwięku w powietrzu • rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)

<p>mechanicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal • ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal • wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej • wskazuje węzły w modelu fali stojącej jako miejsca, w których amplituda fali wynosi zero oraz strzałki jako miejsca, w których amplituda fali jest największa • demonstruje dźwięk prosty za pomocą kamertonu • przedstawia graficznie dźwięk prosty, wskazuje jego częstotliwość i amplitudę • opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych • rozróżnia dźwięki proste i złożone • posługuje się programami komputerowymi przeznaczonymi m.in. do uzyskiwania charakterystyki dźwięku • oblicza wartość średnią prędkości dźwięku • podaje zasadę Huygensa • odróżnia zjawisko dyfrakcji od zjawiska interferencji • planuje doświadczenie obowiązkowe: pomiar częstotliwości drgań struny 	<p>prędkości dźwięku w powietrzu</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru prędkości dźwięku • przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych jej długości, sporządza tabelę wyników pomiaru, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych) • opisuje zjawisko interferencji na dowolnie wybranym przykładzie fali • opisuje interferencję konstruktywną i destruktywną • wyjaśnia, co to są fale spójne • wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej • stosuje opis matematyczny fali stojącej • podaje odległości między sąsiednimi węzłami i strzałkami fali stojącej jako wielokrotności długości fali • wyjaśnia mechanizm ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa • wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego • opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora • stosuje w obliczeniach wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku • odczytuje poziom natężenia dźwięku szkodliwy dla człowieka i zagrażający uszkodzeniem słuchu • wyjaśnia, od czego zależy natężenie fali dźwiękowej 	<p>związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia mechanizm powstawania fal stojących w strunach i słupach powietrza; projektuje samodzielnie eksperyment • opisuje i wyjaśnia geometrycznie interferencję fal na dwóch szczelinach; projektuje samodzielnie eksperyment • podaje odpowiednie wzory • ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal; wskazuje przykłady z życia codziennego • opisuje efekt Dopplera w przypadku jednoczesnego ruchu obserwatora i źródła • rozwiązuje zadania rachunkowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem); omawia przykłady zamieszczone w podręczniku i inne • wskazuje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera, np. w medycynie •^Rwskazuje przykłady zastosowania skali logarytmicznej w różnych dziedzinach wiedzy •^Rwyjaśnia, dlaczego poziom natężenia dźwięku określa się za pomocą skali logarytmicznej •^Rrozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia warunek spójności interferujących fal •^Rwyprowadza wzór na wzmocnienie interferencyjne i wygaszenie interferencyjne • rozwiązuje złożone zadania rachunkowe i problemowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem) • rozwiązuje zadania obliczeniowe i problemowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
---	--	--	--

7 Termodynamika

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek a temperaturą • wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • opisuje ruchy Browna oraz dyfuzję jako dowody 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje związek między temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną • wyjaśnia szczegółowo podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, stosując pierwszą zasadę termodynamiki • wygłasza referat na temat występowania zjawisk cieplnych w przyrodzie, omawia mechanizm ich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując równanie bilansu cieplnego • rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i problemowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i

<p> ruchu cząsteczek</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna • opisuje energię wewnętrzną w ujęciu mikroskopowym • posługuje się pojęciem średniej energii kinetycznej cząsteczek • wyjaśnia ogólnie podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • stosuje jednostki miary temperatury – kelwiny i stopnie Celsjusza; posługuje się zależnością między tymi jednostkami • stosuje wzór na średnią energię kinetyczną cząsteczek • opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji • rozwiązuje bardzo proste zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • posługuje się pojęciami: ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania • planuje pomiar ciepła właściwego cieczy, doбира przyrządy, korzystając z podręcznika lub z pomocą nauczyciela 	<p>substancji</p> <ul style="list-style-type: none"> • interpretuje symulację obrazującą istotę ruchów Browna • planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania ciepła właściwego cieczy, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej • stosuje pojęcie ciepła właściwego; sporządza tabelę z wynikami pomiarów; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik mierzenia wielkości fizycznej; analizuje błędy pomiarów • rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki) • wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego 	<p>powstawania</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego ciepło właściwe substancji nie zależy od jej masy • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na bilans cieplny (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • wyznacza doświadczalnie ciepło właściwe cieczy, opracowuje wyniki pomiarów • rozwiązuje złożone (wymagające zastosowania kilku wzorów lub zależności), ale typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki) 	<p>szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem • interpretuje artykuł dotyczący zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie w postaci pisemnej lub ustnej; wykonuje model danego zjawiska (lub plakat), stosując dowolną technikę
--	---	--	---

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje z pomocą nauczyciela typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem • przedstawia własnymi słowami, z niewielką pomocą nauczyciela, główne tezy poznanego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zależność temperatury wrzenia cieczy od ciśnienia atmosferycznego • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem • wykonuje eksperyment obrazujący zjawiska 	<ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie planuje i wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, doбира przyrządy, ocenia metodę pomiaru, proponuje sposoby jej udoskonalenia, projektuje, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • rozwiązuje nietypowe zadania o podwyższonym

<p>artykułu popularnonaukowego lub wybranych fragmentów podręcznika</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje efekt cieplarniany • omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej • analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła • stosuje pierwszą zasadę termodynamiki; odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła • z pomocą nauczyciela (lub korzystając z podręcznika) planuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, sporządza i analizuje wykresy • postępuje się pojęciem ciśnienia jako makroskopowej wielkości fizycznej • omawia założenia modelu gazu doskonałego • z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste zadania związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje wpływ konwekcji na klimat na Ziemi • planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia ciepła topnienia lodu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej • analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii • stosuje poznane wzory do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • korzystając z podręcznika, wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy • planuje doświadczenie dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy • interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izobaryczną i izochoryczną • wyjaśnia założenia gazu doskonałego; stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu 	<p>fizyczne dotyczące ciepła (np. efekt cieplarniany)</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje samodzielnie doświadczenia dotyczące przemian gazu, proponuje sposoby przedstawienia i analizy wyników • wyprowadza równanie stanu gazu doskonałego • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • wyjaśnia zależność między C_p a C_v • oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i izobarycznej 	<p>stopniu trudności związane z ciepłem przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • rozwiązuje zadania związane z drugą zasadą termodynamiki, wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej • przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego o wysokim stopniu trudności dotyczącego procesów cieplnych występujących w przyrodzie i technice (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi
Ocena			
<p style="text-align: center;">Stopień dopuszczający</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe • rozróżnia przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną • opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną • stosuje poznane wzory dotyczące przemian gazu doskonałego do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych (z pomocą nauczyciela) • rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku 	<p style="text-align: center;">Stopień dostateczny</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pojęcia ciśnienia w ujęciu mikroskopowym, obrazuje graficznie ciśnienie w ujęciu mikroskopowym • interpretuje równanie stanu gazu doskonałego • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną • interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną, 	<p style="text-align: center;">Stopień dobry</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań rachunkowych, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem • zapisuje pierwszą zasadę termodynamiki w przypadku przemian: izotermicznej (izotermiczne sprężanie i rozprężanie gazu), izochorycznej, 	<p style="text-align: center;">Stopień bardzo dobry</p>

<ul style="list-style-type: none"> wymienia wielkości opisujące gaz posługuje się pojęciem ciepła molowego przy stałym ciśnieniu i stałej objętości oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę gazową wyjaśnia, że praca jest wykonywana tylko wtedy, gdy zmienia się objętość gazu rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku 	<p>uwzględniając kolejność przemian</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i przemianie izobarycznej; oblicza pracę w przemianie izobarycznej odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem 	<p>izobarycznej (ogrzewanie i oziębianie izobaryczne), ^Radiabatycznej (sprężanie adiabatyczne)</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku opisuje i analizuje przemiany energii w silnikach cieplnych i pompach ciepła rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje wykres ilustrujący cykl, oblicza sprawność silników cieplnych na podstawie wymienionego ciepła i wykonanej pracy wyjaśnia na przykładach statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanej pracy popularnonaukowej o przeciętnym stopniu trudności (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi przedstawia ogólną zasadę działania silnika cieplnego 	
Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<ul style="list-style-type: none"> interpretuje drugą zasadę termodynamiki podaje różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki, uzasadnia ich równoważność wskazuje kierunki procesów zachodzących w przyrodzie przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanej pracy popularnonaukowej (np. dotyczącego zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie) lub fragmentów podręcznika (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi 	<ul style="list-style-type: none"> korzysta ze wzoru na sprawność idealnego silnika Carnota, stosuje ten wzór do szacowania sprawności silników rzeczywistych rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje i opisuje przedstawione cykle termodynamiczne oblicza sprawność silników cieplnych, opierając się na wymienianym ciepłe i wykonanej pracy podaje wzór na sprawność silnika 	

		termodynamicznego i wykorzystuje go w zadaniach <ul style="list-style-type: none"> • opisuje działanie silników spalinowych (czterosuwowych lub dwusuwowych), benzynowego i Diesla • wyjaśnia i opisuje cykl Otta jako przykład pracy silnika cieplnego • podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i stosuje go do rozwiązywania zadań 	
--	--	---	--

8 Grawitacja

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciążenia dla mas punktowych • uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciążenia • wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi • rozróżnia pojęcia siły grawitacji i ciężaru • wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia (z pomocą nauczyciela): rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • doświadczalnie bada, od czego zależy przyspieszenie ziemskie: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski • wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną G • wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity • rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera • podaje i stosuje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera • przedstawia krzywe obrazujące tory ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji • oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie ich orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity • rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera • interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego kilku kulistych ciał • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku) • przedstawia wektorowy zapis prawa grawitacji, stosując rachunek wektorowy • ^Rwyprowadza wzór na pracę w centralnym polu grawitacyjnym • rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z wyznaczaniem energii potencjalnej ciała w polu grawitacyjnym, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)

<p>wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera 	<p>związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem charakteryzując pole centralne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała sferycznie symetrycznego) 	<p>wyniku</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli) opisuje pole grawitacyjne ciał o symetrii kulistej na podstawie wykresu $\gamma(x)$; odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane m.in. z wyznaczeniem wartości siły pływowej: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej
Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera z pomocą nauczyciela, posługując się kalkulatorem: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich posługuje się pojęciami energii potencjalnej grawitacji i potencjału grawitacyjnego 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na natężenie pola przy powierzchni Ziemi; charakteryzując pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżycy i od Słońca 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo 	

