

Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi przedmiotu fizyka w zakresie rozszerzonym dla szkoły ponadgimnazjalnej, tom 1

Temat (rozumiany jako lekcja)	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca)	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)	Wymagania rozszerzające (ocena dobra)	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra)	Wymagania wykraczające (ocena celująca)
Dział 1. Wiadomości wstępne					
2.1. Podstawowe pojęcia fizyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia zjawiska fizycznego i wielkości fizycznej wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych wyjaśnia, czym jest definicja zjawiska fizycznego wyjaśnia czym jest prawo fizyczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnice między wielkością podstawową i wielkością pochodną wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje cechy danego wektora określa związki pomiędzy wielkościami fizycznymi we wzorach formułuje słowną definicję na podstawie wzoru sformułuje prawo fizyczne na podstawie wzoru 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór na podstawie słownego sformułowania prawa fizycznego zapisuje wzór na podstawie definicji słownej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
2.2. Jednostki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia jednostki podstawowe układu SI wyjaśnia, czym są 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI

	<p>jednostki pochodne</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady jednostek pochodnych 	<p>jednostki główne</p>	<p>podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną</p> <ul style="list-style-type: none"> • postępuje się notacją wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i podwielokrotnych 	<p>rachunku jednostek</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady jednostek historycznych 	
2.3. Wykresy	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru • odczytuje z wykresu pośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza odpowiednio osie układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • odczytuje z wykresu pośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako tangens nachylenia prostej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
2.4. Działania na wektorach	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dodaje wektory o tym samym kierunku • dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta • oblicza wartość wektora będącego sumą dwóch zadanych wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odejmuje wektory o tym samym kierunku • odejmuje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta • oblicza wartość wektora będącego różnicą dwóch zadanych wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach • oblicza iloczyn skalarny dwóch wektorów o • oblicza wartość iloczynu wektorowego dwóch wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi • wskazuje kierunek iloczynu wektorowego oraz wyznaczać jego zwrot za pomocą 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa kąt pomiędzy wektorami posługując się iloczynem skalarnym

		<p>prostopadłych</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady skalarnych wielkości fizycznych będących iloczynem skalarnym dwóch wielkości wektorowych 		<p>reguły śruby prawoskrętnej</p>	
2.5. Niepewności pomiarowe	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje niepewność pomiarową • zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej • definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych • oblicza niepewność względną pomiaru • przedstawia wyniki pomiaru na wykresie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej • oblicza niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego • zaznacza na wykresie prostokąty niepewności pomiarowych • ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą sumy wielkości mierzonych metodą najmniej korzystnego przypadku • oblicza niepewność pomiaru pośredniego wielkości przedstawionej za pomocą iloczynu wielkości mierzonych uproszczoną metodą logarytmiczną • wykreśla linię najlepszego dopasowania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru • formułuje wnioski dokonanych pomiarów
2.6. Matematyka na lekcjach fizyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje parametry funkcji liniowej i kwadratowej • rozpoznaje na 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza na wykresie funkcji liniowej parametry równania funkcji 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznaje na podstawie wykresu hiperbolę i funkcję pierwiastkową 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależności pomiędzy funkcjami trygonometrycznymi w zadaniach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje twierdzenie sinusów i kosinusów w zadaniach • stosuje wzory redukcyjne do

	<p>podstawie wykresu funkcję liniową</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje sinus, cosinus i tangens kąta ostrego podaje własności działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym 	<ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje na podstawie wykresu funkcję kwadratową oblicza wartości funkcji trygonometrycznych kąta ostrego w trójkącie prostokątnym stosuje własności działań na potęgach o wykładniku całkowity 	<ul style="list-style-type: none"> podaje zależności między funkcjami trygonometrycznymi rysuje wykresy funkcji trygonometrycznych zamienia stopnie na radiany i radiany na stopnie stosuje własności działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym stosuje notację wykładniczą 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzory redukcyjne w postaci $\sin(90^\circ - \alpha)$ oraz $\cos(90^\circ - \alpha)$ 	<p>obliczania wartości funkcji trygonometrycznych dowolnego kąta</p>
Dział 2. Kinematyka ruchu postępowego					
2.1. Zjawisko ruchu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia układu odniesienia, punktu materialnego i wektora położenia rozumie, że ruch jest względny definiuje ruchu i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach definiuje prędkość średnią i szybkość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia na czym polega względność ruchu wyznacza wektor przemieszczenia wyjaśnia sens fizyczny prędkości, szybkości i przyspieszenia rozdziela prędkość i szybkość w przykładowych sytuacjach oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych oblicza wartość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przekształca wzory, aby obliczyć wartości przebytej drogi i czasu ruchu oznacza wektor prędkości, jako styczny do toru ruchu wyjaśnia kiedy średnia szybkość jest i kiedy nie jest równa średniej prędkość oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych oblicza wartość prędkości i szybkości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia konieczność istnienia układu odniesienia w opisie ruchu podaje przykłady uzasadniające względność ruchu rozkłada wektor przemieszczenia i prędkości na składowe o dowolnych kierunkach oblicza wartość szybkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punkt materialny

	<p>średnią</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje prędkość chwilową, przyrost prędkości oraz przyspieszenie podaje przykłady ruchu i spoczynku odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego podaje jednostki szybkości i przyspieszenia 	<p>prędkości i szybkości</p> <p>średniej w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych 	<p>średniej w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach problemowych 		
2.2. Ruch prostoliniowy jednostajny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch prostoliniowy jednostajny przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia tożsamość prędkości średniej i chwilowej oraz szybkości średniej i chwilowej w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach typowych oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> odczytuje wartość drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach problemowych oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia ruch prostoliniowy jednostajny graficznie za pomocą współrzędnych położenia i czasu na podstawie wykresów zależności drogi od czasu oblicza szybkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym jako tangens kąta nachylenia prostej stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza przemieszczenie rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>czasu w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje wartość szybkości z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym określać, które ciało porusza się z większą prędkością • na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego oblicza szybkość 	<p>czasu w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań typowych 	<p>rozwiązywania zadań problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu 	
<p>2.3. Ruch jednostajny względem różnych układów odniesienia</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumie, że ruch jest względny • definiuje prędkość względną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, jakie znaczenie dla opisu ruchu ma układ odniesienia • podaje przykłady różnych układów odniesienia dla danych sytuacji ruchu • oblicza względną szybkość ciał 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy zgodnych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego • znając położenie ciała względem jednego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość prędkości wypadkowej ciał poruszających się w ruchomym układzie odniesienia przy prostopadłych kierunkach ruchu, względem układu nieruchomego • oblicza drogę, czas ruchu i szybkość 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		poruszających się w tym samym kierunku i z tym samym lub z przeciwnym zwrotem prędkości	układu odniesienia, oblicza jego położenie względem innego układu odniesienia • oblicza wartość względnej prędkości ciał poruszających się w prostopadłych kierunkach	względem różnych układów odniesienia w sytuacjach problemowych	
2.4. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach typowych oblicza szybkość chwilową w danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym odczytuje wartość szybkości chwilowej w zadanej chwili czasu podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych oblicza szybkość średnią w zadanym przedziale czas w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym oblicza drogę w ruchu prostoliniowym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem oblicza szybkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych opisuje złożony ruch 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu, jako tangens nachylenia stycznej do wykresu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym 	<p>jednostajnie przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym, oblicza przyrost szybkości 	<p>ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu</p>	
<p>2.5. Wyznaczanie przyspieszenia w ruchu jednostajnym</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiar czasu, w jakim badane ciało przebywa równe odcinki drogi • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • na podstawie wyników pomiarów wykreśla zależność drogi od czasu oraz drogi od kwadratu czasu w badanym ruchu bez uwzględnienia prostokątów niepewności pomiarowych • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wyników pomiarów wykreśla zależność drogi od czasu oraz drogi od kwadratu czasu w badanym ruchu z uwzględnieniem prostokątów niepewności pomiarowych • na podstawie wykresu zależności drogi od kwadratu czasu wyznacza przyspieszenie, jako tangens kąta nachylenia wykresu • wyznacza niepewność pomiaru pośredniego przyspieszenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie, dokonuje obliczeń i sporządza wykresy

				przybliżoną metodą logarytmiczną <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia 	
2.6. Swobodne spadanie, rzut pionowy w dół	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego • podaje przykłady spadku swobodnego • wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała • wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w dół 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady doświadczeń pokazujących niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • wyjaśnia znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość • opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową • opisuje rzut pionowy w dół jako ruch prostoliniowy jednostajnie 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • oblicza szybkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości • oblicza wysokość z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej • oblicza szybkość końcową i czas rzutu pionowego w dół z danej wysokości i zdana prędkością początkową • oblicza wysokość/prędkość 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wysokość na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu • oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych • oblicza wartości szybkości, czasu i wysokości w rzucie pionowym w dół w sytuacjach problemowych 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w spadku swobodnym i rzucie pionowym w dół • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		przyspieszony z niezerową szybkością początkową	początkową z jakiej rzucono ciało pionowo w dół na podstawie danego czasu ruchu i prędkości końcowej		
2.7. Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o ujemnej wartości podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o zwrocie przeciwnym do zwrotu prędkości oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach typowych oblicza szybkość chwilową w danej chwili czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym odczytuje wartość szybkości chwilowej w zadanej chwili czasu podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym na podstawie wykresów zależności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych oblicza szybkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem oblicza szybkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu, jako tangens nachylenia stycznej do wykresu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowitą drogę przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym, oblicza przyrost szybkości 		
2.8. Rzut pionowy w górę	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut pionowy w górę • przedstawia graficznie zmianę zwrotu wektora przyspieszenia w rzucie pionowym w górę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut pionowy w górę jako złożenie ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego oraz prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego • sporządza wykresy zależności przyspieszenia, prędkości i wysokości od czasu w rzucie pionowym w górę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza szybkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym w górę • oblicza czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach typowych • oblicza szybkość początkową z jaką rzucono ciało pionowo w górę na podstawie danego czasu ruchu i maksymalnej wysokości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wysokość na jakiej znajdzie się ciało w danej chwili czasu w rzucie pionowym w górę • oblicza prędkość początkową, końcową czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na szybkość, czas i wysokość w rzucie pionowym w górę • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.9. Rzut poziomy	<p>uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut poziomy • definiuje zasięg w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut poziomy jako złożenie ruchu jednostajnego w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch w rzucie poziomym za pomocą współrzędnych w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza równanie toru w rzucie poziomym we

	rzucie poziomym	<p> kierunku poziomym oraz ruchu jednostajnie przyspieszonego w kierunku pionowym</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia dlaczego czasy ruchu w rzucie poziomym i spadku swobodnym z tej samej wysokości są równe 	<p> układzie kartezjańskim</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje równanie toru w rzucie poziomym we współrzędnych kartezjańskich • wyznacza szybkość w poszczególnych etapach ruchu w rzucie poziomym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg oraz czas ruchu w rzucie poziomym w sytuacjach typowych 	<p> w rzucie poziomym w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza wykresy zależności szybkości, przyspieszenia, drogi i przemieszczenia od czasu w rzucie poziomym 	<p> współrzędnych kartezjańskich</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na zasięg i czas ruchu w rzucie poziomym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.10. Rzut ukośny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje rzut ukośny • zapisuje równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje rzut ukośny jako złożenie ruchu jednostajnego w kierunku poziomym oraz ruchu przyspieszonego w kierunku pionowym • wie, że ciało rzucone ukośnie porusza się po torze w kształcie paraboli • wyjaśnia, jaki wpływ ma kąt prędkości początkowej względem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch w rzucie ukośnym za pomocą współrzędnych w układzie kartezjańskim • zapisuje równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich • wyjaśnia, dlaczego ciało rzucone ukośnie porusza się po torze w kształcie paraboli • wyznacza szybkość w poszczególnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg, maksymalną wysokość oraz czas ruchu w rzucie ukośnym w sytuacjach problemowych • sporządza wykresy zależności szybkości, przyspieszenia, drogi i przemieszczenia od czasu w rzucie ukośnym • wyznacza kąt prędkości początkowej względem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza równanie toru w rzucie ukośnym we współrzędnych kartezjańskich • wyprowadza wzory na zasięg, maksymalną wysokość i czas ruchu w rzucie ukośnym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		poziomu dla zasięgu, maksymalnej wysokości oraz czasu ruchu w rzucie ukośnym	etapach ruchu w rzucie ukośnym jako złożenie prędkości w kierunku poziomym i pionowym <ul style="list-style-type: none"> wyznacza szybkość początkową, końcową, zasięg, maksymalną wysokość oraz czas ruchu w rzucie ukośnym w sytuacjach typowych 	poziomu w rzucie ukośnym na podstawie zadanych parametrów	
2.11. Ruch po okręgu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch okresowy opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy definiuje pojęcie promienia wodzącego definiuje pojęcia częstotliwości i okresu w ruchu okresowym, podaje ich jednostki oblicza drogę w ruchu po okręgu definiuje prędkość i szybkość kątową definiuje przyspieszenie kątowe oraz liniowe przyspieszenie styczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza graficznie promień wodzący podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu okresowym podaje zależności pomiędzy szybkością kątową i liniową w ruchu po okręgu podaje zależność pomiędzy przyspieszeniem kątowym i stycznym przyspieszeniem liniowym w ruchu po okręgu wyjaśnia znaczenie przyspieszenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza szybkość kątową na podstawie danej szybkości liniowej i odwrotnie w ruchu po zadanym okręgu oblicza przyspieszenie kątowe na podstawie danego liniowego przyspieszenia stycznego i odwrotnie w ruchu po zadanym okręgu oblicza wartości szybkości liniowej i kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości szybkości liniowej i kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależności pomiędzy szybkością liniową a szybkością kątową, przyspieszeniem liniowym stycznym, a przyspieszeniem kątowym oraz zależności pomiędzy szybkością liniową i kątową, a okresem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<p>w ruchu po okręgu</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch jednostajny po okręgu definiuje przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po okręgu 	<p>dośrodkowego w ruchu po okręgu</p>	<ul style="list-style-type: none"> oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po zadanym okręgu w sytuacjach typowych 		
Dział 3. Dynamika					
<p>3.1. Podstawowe pojęcia dynamiki. Pierwsza zasada dynamiki</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia masy, pędu i siły podaje jednostki masy, pędu i siły definiuje popęd formułuje pierwszą zasadę dynamiki podaje przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu codziennym definiuje pojęcia bezwładności i środka masy definiuje inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia podaje przykłady inercjalnych i nieinercjalnych układów odniesienia podaje przykłady 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa siłę jako wielkość wektorową wyznacza siłę wypadkową dla danych sił składowych wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki przedstawia graficznie siły działające na ciało z zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki wyjaśnia różnicę między środkiem masy i środkiem ciężkości formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych wyjaśnia znaczenie środka masy wyznacza środek masy układu punktów materialnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość zmiany pędu w czasie na podstawie wykresu zmiany siły w czasie i odwrotnie stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie sinusów i kosinusów do obliczania wartości sił wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<p>działania bezwładności w życiu codziennym</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje układ izolowany 				
3.2. Druga zasada dynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki dla punktu materialnego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki dla układu punktów materialnych opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI $[1\text{N} = 1 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}]$ sformułuje słownie oraz zapisuje wzorem ogólną postać drugiej zasady dynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje ogólną postać drugiej zasady dynamiki w sytuacjach problemowych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.3. Trzecia zasada dynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje trzecią zasadę dynamiki podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym definiuje siłę nacisku oraz siłę sprężystości podłoża 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach typowych wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających oraz obliczania wartości sił i parametrów ruchu w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało znajdujące się na równi pochyłej w sytuacjach problemowych oblicza kąt nachylenia i wysokość równi pochyłej przy znanych parametrach ruchu ciała znajdującego się 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje twierdzenie sinusów i cosinusów w zadaniach problemowych dotyczących zasad dynamiki proponuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasady dynamiki

			sytuacjach typowych	na niej <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających oraz obliczania wartości sił i parametrów ruchu w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.4. Zasada zachowania pędu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę zachowania pędu dla pojedynczego ciała definiuje całkowity pęd układu ciał podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza pęd pojedynczego ciała formułuje zasadę zachowania pędu dla układu ciał formułuje wnioski płynące z zasady zachowania pędu wyjaśnia zjawisko odrzutu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza całkowity pęd układu ciał wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania pędu do wyznaczenia prędkości i masy ciał w sytuacjach problemowych wyjaśnia zasadę działania silnika odrzutowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> proponuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasadę zachowania pędu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.5. Siły tarcia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siłę tarcia definiuje tarcie statyczne i kinetyczne podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym definiuje tarcie poślizgowe oraz tarcie toczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły tarcia w sytuacjach typowych wyjaśnia zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawia tę zależność na wykresie wyjaśnia znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>kinetycznego oraz zależność między nimi</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia podaje przykłady sytuacji, w których tarcie jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie 			
3.6. Siła bezwładności, nieinercjalne układy odniesienia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia definiuje siłę bezwładności definiuje siły rzeczywiste i pozorne podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym podaje przykłady siły bezwładności odśrodkowej definiuje stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych oblicza przyrost i spadek odczuwanego ciężaru w nieinercjalnym układzie odniesienia w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza przyrost i spadek odczuwanego ciężaru w nieinercjalnym układzie odniesienia w sytuacjach problemowych oblicza wartości siły bezwładności oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące działanie siły bezwładności rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.7. Siła w ruchu po okręgu	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje siłę dośrodkową określa wartość siły bezwładności odśrodkowej definiuje moment siły i moment pędu 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem oblicza wartość siły dośrodkowej dla danego ruchu po okręgu wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności odśrodkowej 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej 	<ul style="list-style-type: none"> obliczać wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.8. Praca	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pracę jako iloczyn skalarny wektorów siły i przesunięcia zna jednostkę pracy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI $[1J] = 1N \cdot m = 1 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ rozumie znaczenie pojęcia pracy jako sposobu przekazywania energii oblicza wartość wykonanej pracy przez 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna oblicza siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły oblicza wartość pracy, jako pole pod wykresem zależności siły od przesunięcia wyznacza wartości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej siły wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		siłę działającą równoległe do przesunięcia	pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych		
3.9. Energia potencjalna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje energię mechaniczną definiuje pojęcia energii kinetycznej i energii potencjalnej podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną i kinetyczną definiuje energię potencjalną ciężkości, definiuje energię potencjalną sprężystości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy zapisuje wzór na energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi zapisuje wzór na energię potencjalną sprężystości oblicza wartość energii ciała w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość zmiany energii jako wielkość wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.10. Energia kinetyczna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje wzór na energię kinetyczną definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza wielkość pracy wykonanej przez siłę zewnętrzną nad ciałem o danej masie poruszającym się z daną szybkością oblicza energię mechaniczną, masę oraz parametry ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza energię mechaniczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na energię kinetyczną ciała o zadanej masie, poruszającego się z daną szybkością wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną a pędem rozwiązuje zadania problemowe

			ciała w sytuacjach typowych		wykraczające poza wymagania dopełniające
3.11. Zasada zachowania energii	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę zachowania energii podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym definiuje siły zachowawcze i niezachowawcze 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady sił zachowawczych i niezachowawczych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyprowadzania wzorów na parametry ruchu w sytuacjach problemowych
3.12. Moc	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moc, moc średnią i moc chwilową zna jednostkę mocy oblicza wartość mocy w sytuacjach problemowych definiuje sprawność 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych definiuje 1 wat opisuje jednostkę mocy za pomocą podstawowych układu SI $[1W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{kg \cdot m}{s^3}]$ 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy energii i parametry ruchu w sytuacjach typowych oblicza wartość wykonanej pracy jako pole pod wykresem zależności mocy od czasu oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy energii i parametry ruchu w sytuacjach problemowych oblicza sprawność urządzeń w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.13. Zderzenia	<p>uczeń potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje zderzenia centralne i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór na prędkość końcową w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystywać zasadę zachowania pędu opisu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zasadę zachowania pędu oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzory a prędkości końcowe w

	<p>niecentralne</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zderzeń centralnych i niecentralnych w życiu codziennym • definiuje zderzenia sprężyste i niesprężyste • podaje przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych 	<p>zderzeniu niesprężystym</p>	<p>zderzenia doskonale niesprężystego</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzory na prędkości końcowe w zderzeniu sprężystym • oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń niesprężystych 	<p>zasadę zachowania energii mechanicznej do opisu zderzenia sprężystego</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza masy ciał oraz parametry ruchu dla zderzeń sprężystych • przedstawia graficznie wektory prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym • oblicza wartości prędkości w zderzeniu sprężystym niecentralnym ciał o jednakowych masach 	<p>zderzeniu sprężystym i niesprężystym</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 4. Mechanika bryły sztywnej					
4.1. Ruch postępowy bryły sztywnej	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie bryły sztywnej • definiuje pojęcie ruchu postępowego bryły sztywnej • podaje przykłady ruchu postępowego bryły sztywnej • definiuje środek masy i środek ciężkości bryły sztywnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch postępowy bryły sztywnej jako ruch jej środka masy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza środek masy brył jednorodnych o regularnych kształtach, jako środek geometryczny 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza środek masy brył złożonych z kilku sztywno powiązanych części • wyznacza doświadczalnie środek masy dowolnych brył 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza środek masy bardziej skomplikowanej bryły jednorodnej w przypadku, gdy nie wymaga to użycia całki
4.2. Ruch obrotowy bryły sztywnej. Moment siły	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje ruch obrotowy bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady brył sztywnych poruszających się 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza prędkość kątową w ruchu obrotowym bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza okres oraz częstotliwość w ruchu obrotowym bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza moment siły jako iloczyn wektorowy promienia

	<p>sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch obrotowy jednostajny, jednostajnie przyspieszony i jednostajnie opóźniony definiuje moment siły jako iloczyn długości promienia wodzącego oraz wartości siły formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>ruchem obrotowym jednostajnym, jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumie znaczenie pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza okres oraz częstotliwość w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach typowych wyznacza przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach typowych definiuje moment siły jako iloczyn wektorowy promienia wodzącego oraz siły oblicza moment siły oraz wypadkowy moment siły w sytuacjach typowych, dla siły prostopadłej do promienia wodzącego oraz określa znak momentu siły na podstawie zwrotu działającej siły stosować pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach typowych 	<p>sztywnej w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wyznacza przyspieszenie kątowe w ruchu obrotowym bryły sztywnej w sytuacjach problemowych stosuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych 	<p>wodzącego oraz siły, wyznacza zwrot i kierunek wektora momentu siły</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>4.3. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym. Moment</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moment bezwładności bryły sztywnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> korzysta z literatury w celu odnalezienia zależności opisujących 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie Steinera do obliczania momentu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza moment bezwładności najprostszyc brył 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza moment bezwładności bardziej skomplikowanych brył

<p>bezwładności</p>	<ul style="list-style-type: none"> definiuje energię kinetyczną ruchu obrotowego oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej 	<p>moment bezwładności podstawowych brył jednorodnych w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy</p>	<p>bezwładności bryły sztywnej w obrocie wokół osi nie przechodzącej przez środek masy</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w sytuacjach typowych oblicza parametry ruchu bryły sztywnej w sytuacjach typowych 	<p>(obręcz, rura cienkościenna) w obrocie wokół osi przechodzącej przez środek masy</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza moment bezwładności prostych brył będących sumą lub różnicą geometryczną podstawowych brył jednorodnych oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w sytuacjach problemowych oblicza parametry ruchu bryły sztywnej w sytuacjach problemowych 	<p>będących sumą lub różnicą geometryczną podstawowych brył jednorodnych</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>4.4. Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumie znaczenie drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór przedstawiający drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>4.5. Moment pędu. Zasada zachowania momentu pędu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje moment pędu punktu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność pomiędzy mementem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zależność pomiędzy mementem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zależność pomiędzy mementem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność pomiędzy mementem pędu i mementem siły

	<p>materialnego oraz moment pędu bryły sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę zachowania pędu 	<p>pędu i momentem siły</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania pędu w życiu codziennym 	<p>pędu i momentem siły sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę zachowania momentu pędu w sytuacjach typowych 	<p>pędu i momentem siły sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę zachowania momentu pędu w sytuacjach problemowych 	<ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zasadę zachowania momentu pędu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.6. Złożenie ruchu postępowego i obrotowego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje toczenie bez poślizgu jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego wokół osi symetrii bryły 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje toczenie bez poślizgu jako ruch obrotowy wokół osi obrotu przechodzącej przez punkt styczności bryły i podłoża 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje prędkość liniową poszczególnych punktów bryły sztywnej podczas toczenia jako złożenie prędkości liniowej ruchu postępowego i ruchu obrotowego oblicza parametry ruchu podczas toczenia w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu podczas toczenia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rysuje tor wybranego punktu bryły sztywnej podczas toczenia rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.7. Warunki równowagi bryły sztywnej	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym zajmuje się statyka formułuje pierwszy i drugi warunek równowagi bryły sztywnej definiuje parę sił 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady występowania pary sił, których wypadkowa jest równa zero, ale moment wypadkowy nie jest zerowy 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie momentów dla bryły sztywnej dla różnych osi obrotu w sytuacjach typowych wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej w sytuacjach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie momentów dla bryły sztywnej dla różnych osi obrotu w sytuacjach problemowych wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje warunki równowagi bryły sztywnej do wyjaśniania zasad działania maszyn prostych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

			typowych		wymagania dopełniające
Dział 5. Ruch drgający i fale mechaniczne.					
5.1. Ruch harmoniczny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia opisujące ruch drgający: położenie równowagi, wychylenie, amplitudę drgań, okres drgań, częstotliwość, fazę początkową, częstość kołową, zna jednostkę częstości definiuje drgania gasnące definiuje ruch harmoniczny oraz oscylator harmoniczny definiuje siłę sprężystości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady oscylatorów harmonicznym w życiu codziennym opisuje etapy ruchu harmonicznego z uwzględnieniem sił działających na ciało na poszczególnych etapach ruchu zapisuje wzór na siłę sprężystości oblicza wartość siły sprężystości w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje analogie pomiędzy ruchem harmonicznym a ruchem po okręgu oblicza parametry ruchu harmonicznego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu harmonicznego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące ruch harmoniczny rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.2. Wychylenie, prędkość, przyspieszenie i siła w ruchu harmonicznym	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym zapisuje zależność szybkości od czasu i przyspieszenia od czasu w ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> odczytuje amplitudę, częstość kołową i fazę początkową z danego równania ruchu harmonicznego zapisuje zależność okresu od masy i współczynnika 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zależność wychylenia od czasu w ruchu harmonicznym przedstawia na wykresie zależności wychylenia, szybkości i przyspieszenia od 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza maksymalną szybkość i maksymalne przyspieszenie w ruchu harmonicznym zapisuje zależność siły w ruchu harmonicznym od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność siły w ruchu harmonicznym od czasu wyprowadza zależność okresu od masy i współczynnika sprężystości dla masy na sprężynie

	harmonicznym	sprężystości dla masy na sprężynie	czasu w ruchu harmonicznym <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wychylenie, szybkość i przyspieszenie w dowolnej chwili czasu w ruchu harmonicznym • opisuje zmiany siły w ruchu harmonicznym 		<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.3. Energia w ruchu harmonicznym	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na pracę siły sprężystości • definiuje energie potencjalna sprężystości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmiany energii kinetycznej oraz energii potencjalnej w ruchu harmonicznym • zapisuje zależności energii potencjalnej i kinetycznej od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę zachowania energii do obliczania całkowitej energii w ruchu harmonicznym w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę zachowania energii do obliczania całkowitej energii w ruchu harmonicznym w sytuacjach problemowych • oblicza energię kinetyczną i potencjalną oscylatora harmonicznego w dowolnej chwili czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależności energii potencjalnej i kinetycznej od czasu • wyprowadza wzór na energię całkowitą w ruchu harmonicznym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.4. Wahadło matematyczne i wahadło fizyczne	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje model wahadła matematycznego • definiuje wahadło fizyczne • definiuje długość zredukowana wahadła fizycznego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje model wahadła matematycznego, rozumie, że jest to obiekt teoretyczny • zapisuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości • oblicza okres drgań wahadła 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza graficznie siły działające na wahadło matematyczne • stosuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości w sytuacjach typowych • stosuje pojęcie izochronizmu wahadła 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje zależność okresu drgań wahadła matematycznego o jego długości w sytuacjach problemowych • oblicza parametry ruchu, moment oraz długość wahadła fizycznego w sytuacjach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależności na okres drgań wahadła matematycznego i fizycznego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>matematycznego w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie izochronizmu wahadła matematycznego • opisuje moment siły działający na wahadło fizyczne 	<p>matematycznego</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza moment siły działający na wahadło fizyczne w sytuacjach typowych • oblicza częstość kołową oraz okres drgań wahadła fizycznego w sytuacjach typowych • oblicza długość zredukowana wahadła fizycznego w sytuacjach typowych 	<p>problemowych</p>	
<p>5.5. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiar długości i okresu drgań wahadła matematycznego • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • stosuje zależność opisującą okres drgań wahadła matematycznego do wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza niepewność pomiaru pośredniego przyspieszenia ziemskiego metodą najmniej korzystnego przypadku • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie i dokonuje obliczeń
<p>5.6. Drgania wymuszone. Rezonans mechaniczny</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje drgania własne oraz drgania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenia częstości kołowej drgań własnych oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość kołową drgań własnych oscylatora 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość kołową drgań własnych oscylatora 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na amplitudę drgań wymuszonych

	<p>wymuszone</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje rezonans mechaniczny 	<p>zjawiska rezonansu mechanicznego w życiu codziennym</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność siły wymuszającej drgania od czasu 	<p>harmonicznego w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wykreśla krzywą rezonansową określa warunki przekazywania drgań pomiędzy wahadłami mechanicznymi 	<p>harmonicznego w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza amplitudę drgań wymuszonych 	<ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zjawisko rezonansu rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.7. Fale mechaniczne	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje fale mechaniczne definiuje ośrodek sprężysty definiuje szybkość i kierunek rozchodzenia się fali opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia sprężystości objętości i kształtu wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali opisuje falę sinusoidalną: wskazuje dolinę i grzbiet fali wyjaśnia znaczenie impulsu falowego podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa kierunek rozchodzenia się fali w sytuacjach typowych określa, w których ośrodkach mogą rozchodzić się poszczególne typy fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa kierunek rozchodzenia się fali w sytuacjach problemowych wyjaśnia, dlaczego w niektórych ośrodkach niemożliwe jest rozchodzenie niektórych typów fal 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące zjawisko fal mechanicznych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.8. Wielkości charakteryzujące fale	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje linie jednakowej fazy i powierzchnie falową definiuje czoło fali oraz promień fali definiuje długość fali definiuje natężenie fali 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje linie jednakowej fazy i powierzchnie falową wskazuje czoło fali oraz promień fali wyjaśnia różnice pomiędzy szybkością 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza natężenie fali w sytuacjach typowych odczytuje i oblicza wielkości amplitudy, długości fali, okresu drgań, częstości kołowej oraz liczby falowej na 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach problemowych oblicza energie przenoszoną przez fale 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na natężenie fali dla różnych rodzajów fal rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje liczbę falową 	<p>rozchodzenia się fali i szybkością ruchu punktów ośrodka</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór na natężenie fali dla różnych rodzajów fal zapisuje funkcję falową 	<p>podstawie funkcji falowej</p> <ul style="list-style-type: none"> wykreśla zależność wychylenia od czasu i wychylenia od położenia dla fali sinusoidalnej oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach typowych oblicza energię przenoszoną przez fale w sytuacjach typowych 	<p>w sytuacjach problemowych</p>	<p>dopełniające</p>
5.9. Zasada Huygensa. Odbicie i załamanie fali	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę Huygensa opisuje odbicie fali: oznacza kat padania i odbicia formułuje prawo odbicia fali opisuje załamanie fali: oznacza kat padania i załamania definiuje współczynnik załamania ośrodka drugiego względem pierwszego formułuje prawo Snelliusa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasady Huygensa określa, które wielkości charakteryzujące fale zmieniają się po przejściu z jednego ośrodka do drugiego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza kąt padania i odbicia wykorzystuje prawo odbicia i prawo Snelliusa w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje prawo odbicia i prawo Snelliusa w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.10. Ugięcie	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>	<p>Uczeń:</p>

<p>interferencja fal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje ugięcie fali • formułuje zasadę superpozycji • opisuje interferencję fal • definiuje fale spójne • definiuje falę stojącą 	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali w skutek interferencji • opisuje falę stojącą: wskazywać węzły i strzałki 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę superpozycji w sytuacjach typowych • rozwiązuje zadania typowe dotyczące zjawisk falowych • opisuje falę stojącą: wskazuje warunki maksymalnego wzmocnienia i wygaszenia przy powstawaniu fali stojącej 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje zasadę superpozycji w sytuacjach problemowych • rozwiązuje zadania problemowe dotyczące zjawisk falowych 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska ugięcia i interferencji fal mechanicznych • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>5.11. Fale dźwiękowe</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym zajmuje się akustyka • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną trójwymiarową • podaje wartość szybkości fal dźwiękowych w powietrzu • podaje przykłady urządzeń wykorzystujących fale dźwiękowe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszalnych dla człowieka • definiuje ultra- i infradźwięki • opisuje cechy dźwięku (wysokość, natężenie, barwa) za pomocą wielkości charakteryzujących fale • definiuje poziom natężenia i głośność dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa próg słyszalności i próg bólu • oblicza natężenie i głośność dźwięku w sytuacjach typowych • oblicza częstotliwość, długość i prędkość fal dźwiękowych w sytuacjach typowych • podaje cechy dźwięku na podstawie wykresu zależności wychylenia od czasu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstotliwość, długość i prędkość fal dźwiękowych w sytuacjach problemowych • oblicza natężenie i głośność dźwięku w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna przepisy bhp odnośnie natężenia dźwięku • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>5.12. Badanie drgań struny</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność pomiędzy częstotliwością drgań 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje zależność pomiędzy częstotliwością drgań 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza doświadczenie i dokonuje obliczeń

	<p>struny a długością jej drgającej części</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy długość struny, oraz częstotliwość wydawanego przez nią dźwięku • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych • sporządza wykres zależności częstotliwości dźwięku od długości struny bez uwzględnienia prostokątów niepewności 	<p>struny a długością jej drgającej części</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • sporządza wykres zależności częstotliwości dźwięku od długości struny z uwzględnieniem prostokątów niepewności • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia 	
<p>5.13. Zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się fal dźwiękowych</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady występowania zjawisk falowych dla fal dźwiękowych w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zjawiska odbicia, załamania, dyfrakcji i interferencji fal dźwiękowych • wyjaśnia zjawiska echa i pogłosu • wyjaśnia zjawisko dudnienia • wyjaśnia zjawisko rezonansu akustycznego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry fal dźwiękowych w zjawiskach falowych w sytuacjach typowych • wyjaśnia zjawisko Dopplera • podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera w życiu codziennym • podaje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera • zapisuje zależność pomiędzy częstotliwością fali 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry fal dźwiękowych w zjawiskach falowych w sytuacjach problemowych • wykorzystuje w sytuacjach problemowych zależność pomiędzy częstotliwością fali dźwiękowej odbieranej przez obserwatora, a szybkością obserwatora i źródła dźwięku 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zjawiska falowe dla fal dźwiękowych • wyjaśnia zjawisko przesunięcia ku czerwieni • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			dźwiękowej odbieranej przez obserwatora, a szybkością obserwatora i źródła dźwięku		
Dział 6. Grawitacja					
6.1. Prawo powszechnego ciężenia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zna historyczne teorie budowy wszechświata: geocentryczną i heliocentryczną definiuje siłę grawitacji formułuje prawo powszechnego ciężenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia i porównuje historyczne teorie budowy wszechświata: geocentryczną i heliocentryczną zapisuje wzór na siłę grawitacji oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych podaje wartość i jednostkę stałej grawitacji 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje wzór na siłę grawitacji w sytuacjach typowych oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje wzór na siłę grawitacji w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata
6.2. Siła grawitacji a siła ciężkości	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siłę ciężkości jako wypadkową siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności wie, że siła ciężkości zmienia się wraz ze zmianą szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zmiany siły ciężkości w zależności od szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza porównuje siłę ciężkości z siłą grawitacji oraz przyspieszenie ziemskie z przyspieszeniem grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza graficznie siłę ciężkości jako wypadkową siły grawitacji i siły odśrodkowej bezwładności oblicza przyspieszenie grawitacyjne oblicza przyspieszenie ziemskie na różnych wysokościach nad poziomem morza 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza przyspieszenie ziemskie na różnych szerokościach geograficznych wykorzystuje zależności opisujące przyspieszenie ziemskie w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ kształtu Ziemi na wielkość siły ciężkości rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zależności opisujące przyspieszenie ziemskie w sytuacjach typowych 		
6.3. Pole grawitacyjne. Natężenie pola	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pole grawitacyjne definiuje pole jednorodne i centralne definiuje natężenie pola zna jednostkę natężenia pola grawitacyjnego formułuje zasadę superpozycji pól i stosować ją do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza linie sił pola grawitacyjnego jednorodnego i centralnego oznacza linie sił pola grawitacyjnego układu ciał oblicza natężenie pola grawitacyjnego w stacjach typowych wyjaśnia zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia tożsamość między natężeniem pola grawitacyjnego, a przyspieszeniem grawitacyjnym stosuje zasadę superpozycji pól do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych w sytuacjach typowych opisuje zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę superpozycji pól do wyznaczania sił oraz natężenia pola dla układów punktów materialnych w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza teoretyczną wartość przyspieszenia grawitacyjnego, jako natężenia pola grawitacyjnego wyprowadza zależność opisującą zmianę natężenia pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
6.4. Praca i energia potencjalna w polu grawitacyjnym	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje zachowawcze pole sił wyjaśnia pojęcie siły średniej w centralnym polu grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia na czym polega zachowawczość jednorodnego pola grawitacyjnego zapisuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym wyjaśnia na czym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych oblicza siłę średnią w centralnym polu grawitacyjnym, jako średnią geometryczną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych wyjaśnia, dlaczego wzór na energię potencjalną w jednorodnym polu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzory na energię potencjalną w centralnym i jednorodnym polu grawitacyjnym porównuje wzory na energię potencjalną w centralnym i jednorodnym polu grawitacyjnym rozwiązuje zadania

		<p>polega zachowawczość centralnego pola grawitacyjnego</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym • oblicza energię potencjalną w jednorodnym i centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych 	<p>sił</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia na wykresie zależność pomiędzy siłą a odległością od źródła pola grawitacyjnego centralnego i wyznaczyć pracę jako pole pod wykresem (stosując wielkość siły średniej) • stosuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych • przedstawia na wykresie zależność energii potencjalnej w centralnym polu grawitacyjnym od odległości od źródła pola • oblicza pracę i energię potencjalną w polu grawitacyjnym w sytuacjach typowych 	<p>grawitacyjnym nie jest słuszny w polu centralnym</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych • oblicza pracę i energię potencjalną w polu grawitacyjnym w sytuacjach problemowych 	<p>problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające</p>
<p>6.5. Potencjał pola grawitacyjnego</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje potencjał pola grawitacyjnego • definiuje powierzchnie ekwipotencjalne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego • oblicza potencjał pola grawitacyjnego w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego w sytuacjach typowych • stosuje zależność 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje wzór na potencjał pola grawitacyjnego w sytuacjach problemowych • stosuje zależność 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzory na potencjał pola w jednorodnym i centralnym polu grawitacyjnym • wyprowadza zależność

		<p>sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje graficznie powierzchnie ekwipotencjalne • zapisuje zależność pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola • wyjaśnia zmianę potencjału pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi • zapisuje zależność pomiędzy natężeniem jednorodnego pola grawitacyjnego a potencjałem pola 	<p>pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmianę potencjału pola grawitacyjnego w miarę oddalania się od środka Ziemi • stosuje zależność pomiędzy natężeniem jednorodnego pola grawitacyjnego a potencjałem pola 	<p>pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola w sytuacjach problemowych</p>	<p>pomiędzy pracą w polu grawitacyjnym, a potencjałem pola</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
6.6. Prawa Keplera	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje ciała niebieskie: planety, gwiazdy, księżyce • formułuje pierwsze prawo Keplera • definiuje szybkość polową • formułuje drugie prawo Keplera • formułuje trzecie prawo Keplera • zna jednostki długości używane w astronomii: 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady różnych ciał niebieskich • rozumie znaczenie pierwszego prawa Keplera • opisuje orbity ciał niebieskich: wskazywać ogniska, peryhelium, aphelium, półoś wielką, mimośród, promień wodzący • rozumie znaczenie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje zmiany prędkości ciał niebieskich krążących po orbitach w zależności od odległości od punktu zaczepienia promienia wodzącego • stosuje trzecie prawo Keplera w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stosuje trzecie prawo Keplera w sytuacjach problemowych • zamienia jednostki, w których wyrażone są odległości (jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek, metr) • zna pierwsze uogólnione prawo Keplera 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza parametry elipsy • wyjaśnia zbeczenie pierwszego uogólnionego prawa Keplera • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<p>jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek</p>	<p>drugiego prawa Keplera</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostka astronomiczna, rok świetlny, parsek 			
<p>6.7. Elementy kosmonautyki</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pierwszą prędkość kosmiczną definiuje satelitę definiuje satelitę geostacjonarnego definiuje drugą prędkość kosmiczną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje wartości pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej opisuje orbitę satelity geostacjonarnego: wyjaśnia, dale czego orbita ta może się znajdować wyłącznie nad równikiem 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego oblicza prędkość orbitalną satelity krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnego oblicza drugą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na pierwszą prędkość kosmiczną oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie ruchu jego satelity wyprowadza wzór na drugą prędkość kosmiczną wykorzystuje tożsamość siły grawitacji i siły dośrodkowej w ruchu po orbicie w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zjawisko stanu nieważkości na orbicie okołoziemskiej definiuje trzecią prędkość kosmiczną rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>Dział 7. Termodynamika.</p>					
<p>7.1. Cząsteczkowa budowa materii</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje podstawowe elementy kinetyczno - molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne) wymienia główne założenia kinetyczno - 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje trzy stany skupienia zgodnie z kinetyczno - molekularną teorią budowy materii (sprężystość kształtu i objętości, wzajemne położenie cząsteczek) opisuje ruchy Browna 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Avogadra w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Avogadra w sytuacjach problemowych wykorzystuje pojęcia ciśnienia, gęstości, mola i masy molowej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące ściśliwość cieczy i gazów rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

	<p>molekularnej teorii budowy materii</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ciśnienie zna jednostkę ciśnienia definiuje ciśnienie atmosferyczne oraz ciśnienie normalne definiuje dyfuzję definiuje gęstość definiuje mól i masę molową formułuje prawo Avogadra 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jednostkę ciśnienia za pomocą jednostek podstawowych układu SI $[1Pa = 1 \frac{kg}{s^2 \cdot m}]$ oblicza gęstość oblicza ciśnienie oblicza masę molową i liczbę moli substancji 			dopełniające
7.2. Model gazu doskonałego. Podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia założenia modelu gazu doskonałego definiuje średnią prędkość kwantową ruchu cząsteczek oraz średnią energię kinetyczną cząsteczek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady gazów, które zachowują się w sposób bliski gazowi doskonałemu zapisuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym jest model fizyczny wyprowadza podstawowy wzór teorii kinetyczno - molekularnej gazu doskonałego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
7.3. Temperatura. Równanie gazu doskonałego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje temperaturę bezwzględną gazu podaje wielkość temperatury zera bezwzględnego w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje skalę Kelwina, zamienia stopnie Celsjusza na Kelwiny i odwrotnie wyjaśnia znaczenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie gazu doskonałego w sytuacjach typowych stosuje równanie Clapeyrona w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie gazu doskonałego w sytuacjach problemowych stosuje równanie Clapeyrona w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące wyrównanie energii kinetycznej cząsteczek

	<p>stopniach Celsjusza</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia parametry stanu gazu zapisuje i stosuje równanie Clapeyrona 	<p>temperatury zera bezwzględnego</p> <ul style="list-style-type: none"> zapisuje równanie gazu doskonałego zapisuje równanie Clapeyrona wyjaśnia znaczenie stałej gazowej, odnajduje jej wartość w karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych zapisuje wzór na średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu doskonałego 	<p>sytuacjach problemowych</p>	<p>gazów poddanych dyfuzji</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>7.4. Energia wewnętrzna i ciepło</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje energię wewnętrzną, (niezależność od energii mechanicznej ciała, wprost proporcjonalna zależność od temperatury ciała) definiuje ciepło definiuje przewodnictwo cieplne formułuje prawo przewodnictwa 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady występowania i wykorzystania przewodnictwa cieplnego w życiu codziennym formułuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła podaje przykłady występowania i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo przewodnictwa cieplnego w sytuacjach typowych stosuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła w sytuacjach typowych oblicza ciepło właściwe i ciepło molowe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo przewodnictwa cieplnego w sytuacjach problemowych stosuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym, a zmianą temperatury, która zaszła na skutek dostarczenia ciepła w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące wpływ wykonanej pracy na energię wewnętrzną wyprowadza zależność pomiędzy ciepłem właściwym i ciepłem molowym rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<p>cieplnego</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ciepło właściwe i ciepło molowe definiuje konwekcję i promieniowanie cieplne 	<p>wykorzystania konwekcji i promieniowania cieplnego w życiu codziennym</p>			
<p>7.5. Pierwsza zasada termodynamiki Praca przy zmianie objętości gazu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę równoważności ciepła i pracy formułuje pierwszą zasadę termodynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę równoważności ciepła i pracy wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w sytuacjach typowych oblicza pracę wykonaną nad gazem doskonałym przez siłę zewnętrzną, jako pole pod wykresem zależności ciśnienia od objętości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
<p>7.6. Izochoryczna przemiana gazu</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę gazową definiuje przemianę izochoryczną formułuje prawo Charlesa formułuje trzecią zasadę termodynamiki opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę izochoryczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izochorycznej wskazuje izochory na wykresie zależności ciśnienia od temperatury opisuje zmianę energii 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Charlesa w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Charlesa w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę izochoryczną wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady termodynamiki rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	ciepło w przemianie izochorycznej	wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izochorycznej			
7.7. Izobaryczna przemiana gazu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę izobaryczną formułuje prawo Gay-Lussaca opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę izobaryczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izobarycznej wskazuje izobary na wykresie zależności objętości od temperatury wyjaśnia zależność pomiędzy ciepłem molowym gazu przy stałej objętości (c_V) i przy stałym ciśnieniu (c_P) 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Gay-Lussaca w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Gay-Lussaca w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izobarycznej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę izobaryczną wyprowadza zależność pomiędzy ciepłem molowym gazu przy stałej objętości (c_V) i przy stałym ciśnieniu (c_P) rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.8. Izotermiczna przemiana gazu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę izotermiczną formułuje prawo Boyle'a - Mariotte'a opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę izotermiczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie izotermicznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Boyle'a - Mariotte'a w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie izotermicznej w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo Boyle'a - Mariotte'a w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę izotermiczną rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

	ciepło w przemianie izotermicznej	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje izotermy na wykresie zależności ciśnienia od objętości 	sytuacjach typowych	ciepło w przemianie izotermicznej w sytuacjach problemowych	
7.9. Pozostałe przemiany gazu doskonałego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje przemianę adiabatyczną zapisuje równanie Poissona definiuje wykładnik adiabaty opisuje zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje przemianę adiabatyczną sporządza wykresy wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości w przemianie adiabatycznej, wskazywać adiabaty porównuje zmiany parametrów gazu przy różnych przemianach 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie Poissona w sytuacjach typowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej w sytuacjach typowych rozpoznaje przemiany szczególne przemiany gazowe na wykresach wzajemnych zależności ciśnienia, temperatury i objętości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje równanie Poissona w sytuacjach problemowych oblicza zmianę energii wewnętrznej, pracę wykonaną przez siłę zewnętrzną oraz ciepło w przemianie adiabatycznej w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące przemianę adiabatyczną rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.10. Silnik cieplny. Druga zasada termodynamiki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje silnik cieplny definiuje cykl termodynamiczny definiuje sprawność formułuje drugą zasadę termodynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje silnik cieplny opisuje cykl termodynamiczny wyjaśnia zasadę pracy silnika Carnota: opisuje cykl Carnota oznacza na wykresie zależności ciśnienia od objętości pracę 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania silnika spalinowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza sprawność w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

		<p>użyteczną wykonaną podczas cyklu Carnota</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza sprawność w sytuacjach typowych • wyjaśnia znaczenie drugiej zasady termodynamiki 			
7.11. Zmiana stanów skupienia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje topnienie i krzepnięcie, temperaturę topnienia, ciepło topnienia • definiuje parowanie i skraplanie, ciepło parowania • definiuje temperaturę krytyczną • definiuje wrzenie, temperaturę wrzenia • formułuje zasadę bilansu cieplnego • definiuje sublimację i resublimację • podaje przykłady zmian stanów skupienia i zjawisk z tym związanych w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnicę pomiędzy parowaniem i wrzeniem • opisuje zmianę ciepła parowania wraz ze wzrostem temperatury • podaje przykłady sytuacji życia codziennego, w których można zaobserwować pobieranie ciepła podczas topnienia i parowania • przedstawia na wykresie zależności temperatury od ciepła pobranego proces zmiany stanów skupienia wody 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza równanie bilansu cieplnego w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządza równanie bilansu cieplnego w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenia obrazujące zależność temperatury topnienia i wrzenia od ciśnienia • sporządza i omawia wykres fazowy, definiuje punkt potrójny • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
7.12. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy za pomocą	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy masy naczyń 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oznacza niepewności 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje równanie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza niepewność 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie przeprowadza

<p>kalorymetru</p>	<p>pełnych i pustych, oblicza masy cieczy</p> <ul style="list-style-type: none"> • mierzy temperatury początkową i końcową • notuje wyniki pomiarów w tabeli pomiarowej • zapisuje końcowy wynik pomiaru bez uwzględnienia niepewności pomiarowych 	<p>wykonanych pomiarów bezpośrednich</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje końcowy wynik pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych 	<p>bilansu cieplnego</p> <ul style="list-style-type: none"> • poprawnie organizuje stanowisko pomiarowe • za pomocą równania bilansu cieplnego oblicza wartość ciepła właściwego badanej cieczy • formułuje wnioski na temat zgodności otrzymanych wyników z przewidywaniami 	<p>pomiaru pośredniego masy oraz ciepła właściwego metoda najmniej korzystnego przypadku</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje wnioski na temat oceny błędów pomiarowych • sporządza samodzielnie sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia 	<p>doświadczenie i dokonuje obliczeń</p>
---------------------------	---	--	---	--	--