

Wymagania edukacyjne przedmiotu fizyka w zakresie podstawowym dla I klasy technikum – zakres podstawowy

Temat (rozumiany jako lekcja)	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca)	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)	Wymagania rozszerzające (ocena dobra)	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra)	Wymagania wykraczające (ocena celująca)
Dział 1. Wiadomości wstępne					
1.1. Podstawowe pojęcia i przedmiot badań fizyki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>ciało, substancja, wielkość fizyczna, zjawisko fizyczne</i> definiuje pojęcia: <i>definicja, teoria, hipoteza, prawo, zasada</i> opisuje założenia metody naukowej Galileusza dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym jest definicja zjawiska fizycznego wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia założenia metody naukowej Galileusza opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne własnymi słowami przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne, wykorzystując terminologię naukową formułuje wnioski z treści tekstu popularnonaukowego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
1.2. Wielkości fizyczne i ich jednostki	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia zamienia jednostki wielokrotne i 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną posługuje się notacją wykładniczą do zapisu jednostek 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą rachunku jednostek podaje przykłady jednostek historycznych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI

	<ul style="list-style-type: none"> wymienia jednostki podstawowe układu SI wyjaśnia, czym są jednostki pochodne podaje przykłady jednostek pochodnych posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami 	podwielokrotne na jednostki główne	wielo- podwielokrotnych i		
1.3. Pomiary i ich dokładność	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym jest doświadczenie i pomiar przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji korzysta z prostych przyrządów pomiarowych definiuje niepewność pomiarową zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> korzysta z przyrządów pomiarowych odczytuje parametry przyrządów pomiarowych określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych oblicza niepewność względną pomiaru zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje pomiary w zadanych sytuacjach podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej oblicza niepewność przeciętną pomiaru wielokrotnego przedstawia wyniki pomiaru na wykresie ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> szacuje wyniki pomiarów, ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi wykreśla linię najlepszego dopasowania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru formułuje wnioski dokonanych pomiarów
1.4. Graficzna analiza danych	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

	<ul style="list-style-type: none"> • odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach • rozpoznaje wielkości rosnące i malejące 	<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 • rozpoznaje wielkości wprost proporcjonalne 	<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 • dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie 	<ul style="list-style-type: none"> • dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie prostej 	<ul style="list-style-type: none"> • ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
Dział 2. Kinematyka					
2.1. Pojęcie ruchu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia układu odniesienia i wektora położenia • rozumie, że ruch jest względny • definiuje ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie • rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach • podaje podział ruchu ze względu na tor • definiuje prędkość średnią i szybkość • definiuje prędkość chwilową, przyrost 	<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 • rozróżnia prędkość i szybkość w przykładowych sytuacjach • oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych • oblicza wartość prędkości średniej i szybkości w sytuacjach typowych 	<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 średniej i szybkości w sytuacjach problemowych 	<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"> • definiuje punkt materialny • podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punkt materialny

	<p>prędkości oraz przyspieszenie</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje podział ruchu ze względu na szybkość • podaje przykłady ruchu i spoczynku • odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego • podaje jednostki szybkości i przyspieszenia 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych 	<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 zależność 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 w ruchu prostoliniowym jednostajnym • oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach typowych • oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach typowych • odczytuje wartość szybkości z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odczytuje wartość drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym • oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach problemowych • oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach problemowych • stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań typowych 	<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 rozwiązywania zadań problemowych • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w 	<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>prostoliniowym jednostajnym</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym określa, które ciało porusza się z większą prędkością • na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego oblicza prędkość 		<p>ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu</p>	
<p>2.3. Ruch prostoliniowy, jednostajnie przyspieszony</p>	<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 prędkość chwilową w danym momencie czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanym momencie czasu na podstawie wykresu zależności prędkości 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 problemowych • oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem • oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym wyznacza prędkość w dowolnym momencie czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym 	<p>jednostajnie przyspieszonym</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym oblicza przyrost prędkości 	przyspieszonym w sytuacjach problemowych	
2.4. 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 • podaje przykłady ruchu prostoliniowego niejednostajnie przyspieszonego 	<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 prędkość chwilową w danym momencie czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanym momencie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych • oblicza prędkość 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony • na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem • oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie opóźnionym w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym wyznacza prędkość w dowolnym momencie czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>czasu na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym 	<p>jednostajnie opóźnionym</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym oblicza przyrost prędkości • opisuje ruch będący złożeniem ruchów jednostajnego, jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego 	<p>sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu 	
--	--	--	--	---	--

2.5. Ruch jednostajny po okręgu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ruch okresowy definiuje ruch jednostajny po okręgu opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy definiuje pojęcia częstotliwości, okresu i drogi w ruchu okresowym, podaje ich jednostki oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach prostych definiuje prędkość liniową w ruchu po okręgu definiuje przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po okręgu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu jednostajnym po okręgu wyjaśnia znaczenie przyspieszenia dośrodkowego w ruchu jednostajnym po okręgu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości prędkości liniowej okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości prędkości liniowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje prędkość kątową wyprowadza zależności pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową, oraz zależności pomiędzy prędkością liniową i kątową, a okresem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 3. Dynamika					
3.1. Pojęcie siły	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia masy i siły podaje jednostki masy i siły dodaje wektory o tym samym kierunku dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta oblicza wartość wektora będącego sumą dwóch zadanych wektorów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> określa siłę jako wielkość wektorową odejmuje wektory o tym samym kierunku odejmuje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metodą trójkąta oblicza wartość wektora będącego różnicą dwóch 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych a jego składowymi wyznacza siłę będącą wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania wartości sił definiuje pęd wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje równowagę sił podaje przykłady równowagi sił 	zadanych wektorów prostopadłych <ul style="list-style-type: none"> wyznacza siłę wypadkową dla danych dwóch sił składowych opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów 			
3.2. Bezwładność. Pierwsza zasada dynamiki	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia bezwładności formułuje zasadę bezwładności Galileusza formułuje pierwszą zasadę dynamiki podaje przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu codziennym definiuje inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia podaje przykłady inercjalnych i nieinercjalnych układów odniesienia podaje przykłady działania bezwładności w życiu codziennym 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wskazuje masę jako miarę bezwładności wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki przedstawia graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje środek masy wyznacza środek masy formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopetniające
3.3. Druga zasada dynamiki	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> stosuje ogólną postać drugiej zasady

	<p>wzoru drugą zasadę dynamiki</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje jednostkę siły 	<p>drugą zasadę dynamiki</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły</p>	<p>w sytuacjach problemowych</p>	<p>dynamiki w sytuacjach problemowych</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.4. 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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach typowych wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających na ciało w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach problemowych wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających na ciało w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej i oblicza parametry rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.5. Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia. Siła bezwładności	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje inercjalny i nieinercjalny układ odniesienia podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia definiuje siłę bezwładności 	<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 demonstruje działanie siły bezwładności wyjaśnia uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje siły rzeczywiste i pozorne podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym 	<ul style="list-style-type: none"> formułuje uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki 			wymagania dopełniające
3.6. Siły w ruchu po okręgu	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siłę dośrodkową definiuje siłę bezwładności odśrodkowej podaje przykłady działania siły bezwładności odśrodkowej w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową, częstotliwością i okresem oblicza wartość siły dośrodkowej dla danego ruchu po okręgu wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności odśrodkowej określa wartość siły bezwładności odśrodkowej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej bada doświadczalnie związek między siłą dośrodkową, a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu zgodnie z instrukcją 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych planuje doświadczenie badające związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu 	<p>Uczeń:</p> <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
3.7. Siły oporu. Tarcie	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje siły oporu definiuje siłę tarcia definiuje tarcie statyczne i kinetyczne podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym 	<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 	<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 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje tarcie poślizgowe oraz tarcie toczne 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego oraz zależność między nimi wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia podaje przykłady sytuacji, w których tarcie jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie 	<ul style="list-style-type: none"> dostrzega działanie praw fizyki w życiu codziennym 	sytuacjach problemowych <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie praw fizyki w życiu codziennym 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.8. Praca i moc	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> definiuje pracę zna jednostkę pracy definiuje moc zna jednostkę mocy podaje przykłady wykonywania pracy w sensie fizycznym 	Uczeń: <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 siłę działającą równoległe do przesunięcia oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych definiuje 1 wat opisuje jednostkę mocy za pomocą 	Uczeń: <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 wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach typowych 	Uczeń: <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 oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach problemowych 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<p>jednostek podstawowych układu SI $[1W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{kg \cdot m}{s^3}]$</p>			
3.9. Energia kinetyczna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie energii, podaje jej jednostkę • definiuje energię mechaniczną • definiuje pojęcie energii kinetycznej • podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną • podaje wzór na energię kinetyczną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje 1 dżul • oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach typowych • wyznacza wielkość pracy wykonanej przez siłę zewnętrzną nad ciałem o danej masie poruszającym się z daną szybkością 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza energię kinetyczną, 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 wykraczające poza wymagania dopełniające
3.10. Energia potencjalna	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie energii potencjalnej • definiuje energię potencjalną grawitacji, • definiuje energię potencjalną sprężystości • podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną • formułuje prawo Hooke'a 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi • zapisuje wzór na energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi • zapisuje wzór na energię potencjalną sprężystości • oblicza wartość energii ciała potencjalnej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zależność wielkości energii potencjalnej od układu odniesienia • oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych • oblicza wartość zmiany energii potencjalnej jako wielkość wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy 	<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"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie prawa Hooke'a 	o wartości dodatniej i ujemnej		
3.11. Zasada zachowania energii	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała • formułuje zasadę zachowania energii • podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy • podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach problemowych • opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne • wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych 	<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"> • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 4. Grawitacja i elementy astronomii					
3.12. Prawo powszechnego ciążenia	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje siłę grawitacji • formułuje prawo powszechnego ciążenia • podaje działania siły grawitacji 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje wzór na siłę grawitacji • wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji • oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach typowych • oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia rys historyczny teorii budowy wszechświata i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.13. Ruch ciał niebieskich	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza szybkość orbitalną satelitów, promień orbity oraz 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza pierwszą prędkość kosmiczną 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza szybkość orbitalną i okres obiegu orbitalną satelity 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza zależność opisującą

	<p>podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pierwszą prędkość kosmiczną definiuje satelitę (sztucznego i naturalnego) podaje przykłady satelitów Ziemi definiuje satelitę geostacjonarnego podaje przykłady zastosowań satelitów geostacjonarnych 	<p>okres obiegu w sytuacjach typowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pierwszej prędkości kosmicznej oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla Ziemi 	<p>dla danego ciała niebieskiego</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia położenie orbity geostacjonarnej nad równikiem Ziemi oblicza promień orbity geostacjonarnej oraz szybkość orbitalną i okres obiegu satelity geostacjonarnego 	<p>krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnej w sytuacjach problemowych</p>	<p>pierwszą prędkość kosmiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.14. Przeciążenie i nieważkość	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki wykorzystuje zasadę działania wagi sprężynowej w sytuacjach typowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> oznacza graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki oznacza graficznie siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszającym się ze stałym przyspieszeniem wyjaśnia zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na podstawie zasad dynamiki 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje zjawiska przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w sytuacjach problemowych 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje siły działające oraz stany przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w statku kosmicznym podczas startu, lądowania i ruchu po orbicie planuje i wykonuje doświadczenie ukazujące stan nieważkości rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.15. Układ Słoneczny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia i definiuje jednostki długości używane w astronomii: 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje zależność pomiędzy jednostkami długości 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się jednostkami długości używanymi w 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje pas Kuipera, pasy planetoid oraz planety karłowate 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie ekliptyki

	<p>jednostkę astronomiczną, rok świetlny</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym 	<p>używany w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę Układu Słonecznego podaje najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego 	<p>astronomii: jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym</p> <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry opisuje obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości między nimi 	<p>jako obiekty Układu Słonecznego</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje komety, meteorolity, asteroidy 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne
3.16. Świat galaktyk	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje galaktykę wymienia główne rodzaje galaktyk 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje cechy głównych typów galaktyk opisuje budowę Drogi Mlecznej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi opisuje położenie Układu Słonecznego w Galaktyce 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje rozmiary Galaktyki wymienia obiekty w Galaktyce podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia gromady gwiazd, gromady galaktyk wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba wymienia przykłady innych galaktyk
3.17. Ewolucja Wszechświata	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia historię badań mikro- i makroświata wyjaśnia, czym zajmuje się kosmologia formułuje prawa Hubble'a jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata definiuje promieniowanie reliktowe 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie prawa Hubble'a wyjaśnia znaczenie promieniowania reliktowego dla teorii na temat budowy wszechświata podaje przybliżony wiek Wszechświata 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące z prawa Hubble'a wyjaśnia znaczenie wartości stałej Hubble'a 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące ze zjawiska rozszerzania się Wszechświata opisuje model Wielkiego Wybuchu 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje ciemną materię i gęstość krytyczną podaje hipotezy na temat natury ciemnej materii opisuje i wyjaśnia model inflacyjny Wielkiego Wybuchu