

Plan wynikowy z fizyki dla I klasy szkoły branżowej rok szkolny 2022/2023

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. O fizyce	Uczeń: - definiuje pojęcia: <i>ciało, substancja, wielkość fizyczna, zjawisko fizyczne</i> - definiuje pojęcie <i>pomiar, obserwacja i doświadczenie</i> - definiuje pojęcie <i>hipoteza, model fizyczny</i> - dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: - wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne - opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: - opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne własnymi słowami - przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego	Uczeń: - opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne, wykorzystując terminologię naukową - formułuje wnioski z treści tekstu popularnonaukowego	Uczeń: formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
1.2. Wielkości fizyczne i ich jednostki	Uczeń: - definiuje wielkość fizyczną - wymienia jednostki podstawowe układu SI - wyjaśnia, czym są	Uczeń: - wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną - zamienia jednostki	Uczeń: - zapisuje jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych - posługuje się notacją wykładniczą	Uczeń: przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wiel-	Uczeń: - sprawdza poprawność wzorów za pomocą rachunku jednostek - zamienia jednostki historyczne na

	jednostki pochodne • podaje przykłady jednostek pochodnych • posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami	wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne	do zapisu jednostek wielo- i podwielokrotnych	kość pochodną	jednostki układu SI • podaje przykłady jednostek historycznych
1.3. Prawa fizyczne i wykresy	Uczeń: • definiuje prawo fizyczne • odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach • rozpoznaje wielkości rosnące i malejące	Uczeń: • wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne • sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru • odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem • rozpoznaje wielkości wprost proporcjonalne	Uczeń: • oznacza odpowiednio osie układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych	Uczeń: • dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie	Uczeń: • podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie • ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
1.4. Wektory	Uczeń: • wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wiel-	Uczeń: • wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i	Uczeń: • oblicza długość wektora będącego sumą wektorów o tych	Uczeń: • oblicza wartość wektora będącego sumą zadanych wektorów	Uczeń: • mnoży wektor przez liczbę • rozkłada wektor na

	kością skalarną • podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych • stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych	punkt przyłożenia • dodaje wektory o tym samym kierunku	samych kierunkach • dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta	prostopadłych	składowe o wskazanych kierunkach • oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą dwóch zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi
1.5. Niepewności pomiarowe	Uczeń: • definiuje niepewność pomiarową i dokładność pomiaru • definiuje pomiary pośrednie i bezpośrednie • przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji • korzysta z prostych przyrządów pomiarowych • definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru • przestrzega zasad bezpieczeństwa	Uczeń: • rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie w zadanych sytuacjach • 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	Uczeń: • planuje pomiary w zadanych sytuacjach • podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej • oblicza niepewność przeciętną i maksymalną pomiaru wielokrotnego • ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego • szacuje wynik pomiaru i obliczeń	Uczeń: • ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi • zaokrągla wyniki pomiarów i obliczeń	Uczeń: • potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru • formułuje wnioski dokonanych pomiarów

	podczas wykonywania doświadczeń	wymienia źródła niepewności pomiarowych			
Dział 2. Kinematyka					
2.1. Ruch i wielkości go opisujące	Uczeń: - definiuje pojęcie <i>układu odniesienia</i> - rozumie, że ruch jest względny - definiuje punkt materialny - definiuje ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie - rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach - definiuje prędkość - definiuje przyrost prędkości oraz przyspieszenie - podaje przykłady ruchu i spoczynku - odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego	Uczeń: - wyjaśnia, na czym polega względność ruchu - wyjaśnia sens fizyczny prędkości i przyspieszenia - oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych - oblicza wartość prędkości szybkości w sytuacjach typowych - oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych	Uczeń: - przekształca wzory, aby obliczyć wartości przebytej drogi i czasu ruchu - oznacza wektor prędkości jako styczny do toru ruchu - oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych - oblicza wartość prędkości w sytuacjach problemowych - oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach problemowych	Uczeń: - wyjaśnia konieczność istnienia układu odniesienia w opisie ruchu - podaje przykłady uzasadniające względność ruchu - oblicza wartość prędkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili	Uczeń: podaje przykłady ruchu, w których ciała niemożna traktować jako punktu materialnego

	• podaje jednostki prędkości i przyspieszenia				
2.2. Ruch prostoliniowy jednostajny	Uczeń: • definiuje ruch prostoliniowy jednostajny • przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym	Uczeń: • 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 prostoliniowym jednostajnym • określa na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym, które ciało porusza się z większą prędkością • oblicza prędkość na	Uczeń: • 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 • oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach typowych	Uczeń: • przedstawia graficznie ruch prostoliniowy jednostajny za pomocą współrzędnych położenia i czasu • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu • oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach problemowych	Uczeń: • oblicza przemieszczenie na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym • rozwiązuje zadania problemowe wyrażające poza wymagania dopełniające

		podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego			
2.3. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony	Uczeń: - definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony - podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego - kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym - wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego - podaje przykłady spadku swobodnego - wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała	Uczeń: - oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach typowych - oblicza prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym - odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym - określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności	Uczeń: - 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 jednostajnie przyspieszonym - oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym	Uczeń: - na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony - określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym - oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych - oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się	Uczeń: - wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu jako tangens nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym - wyprowadza wzory na prędkość, czas i wysokość w spadku swobodnym - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • wyjaśnia znaczenie przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość • opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową	przebytą w danym przedziale czasu • oblicza przyrost prędkości na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym • wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • oblicza prędkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości • oblicza wysokość, z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej	spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu • oblicza wartości prędkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych	
--	--	---	--	--	--

2.4. Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony	uczeń: - definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o ujemnej wartości - podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego - wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w górę	Uczeń: - 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 danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym - odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili czasu na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym - na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóź-	Uczeń: - 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 jednostajnie opóźnionym - oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu - na podstawie wykresu zależności	Uczeń: - na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony - określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym - oblicza prędkość 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 - oblicza wyso-	Uczeń: - wyznacza prędkość w dowolnej chwili jako tangens nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
---	--	---	---	---	--

		nionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem • oblicza całkowitą drogę przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • opisuje rzut pionowy w górę jako następujące po sobie ruchy prostoliniowy jednostajnie opóźniony oraz jednostajnie przyspieszony	przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym, oblicza przyrost prędkości • opisuje ruch będący następującymi po sobie ruchami jednostajnymi, jednostajnie przyspieszonymi i jednostajnie opóźnionymi • oblicza prędkość 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	kość, na jakiej znajduje się ciało w danej chwili w rzucie pionowym w górę • oblicza prędkość początkową, końcową, czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych	
--	--	---	---	---	--

2.5. Ruch jednostajny po okręgu	Uczeń: - definiuje ruch okresowy - definiuje ruch jednostajny po okręgu - opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy - definiuje pojęcia <i>częstotliwość</i>, <i>okres</i>, <i>prędkość liniowa</i> i <i>droga</i> 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	Uczeń: - oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych - podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu jednostajnym po okręgu - wykorzystuje radian jako miarę kąta - definiuje prędkość kątową - wyjaśnia znaczenie przyspieszenia dośrodkowego w ruchu jednostajnym po okręgu	Uczeń: - oblicza wartości prędkości liniowej okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych - podaje zależność między prędkością liniową i kątową w ruchu po okręgu - oblicza wartość prędkości kątowej na podstawie danej prędkości liniowej odwrotnie w ruchu jednostajnym po danym okręgu - oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po danym okręgu w sytuacjach typowych	Uczeń: - oblicza wartości prędkości liniowej, kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych - oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po danym okręgu w sytuacjach problemowych	Uczeń: - 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. Podstawowe pojęcia dynamiki. I zasada dyna-	Uczeń: - definiuje pojęcie <i>masa siła</i> - podaje jednostki	Uczeń: - określa siłę jako wielkość wektorową - wyznacza siłę wy-	Uczeń: wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych	Uczeń: wyznacza siłę będącą wypadkową sił danych w sytua-	Uczeń: stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania warto-

miki	masy i siły • definiuje siłę ciężkości i ciężar • definiuje równowagę sił • podaje przykłady równowagi sił • definiuje pojęcie <i>bezwładność</i> • 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	padkową dla danych dwóch sił składowych • opisuje siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi • opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów • wskazuje masę jako miarę bezwładności • wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki • przedstawia graficznie siły działające na ciało z zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki	• oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi w sytuacjach typowych • wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił • stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych	cyjach problemowych • oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni ziemi w sytuacjach problemowych • stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych	ści sił • definiuje pęd • wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem • definiuje środek masy • wyznacza środek masy • formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.2. Druga i trzecia zasada dynamiki	Uczeń: • formułuje słownie oraz zapisuje za po-	Uczeń: • zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia	Uczeń: • wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do	Uczeń: • stosuje zasady dynamiki w sytuacjach	Uczeń: • przedstawia graficznie rozkład sił dzia-

	mocą wzoru drugą zasadę dynamiki - definiuje jednostkę siły - formułuje trzecią zasadę dynamiki - podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym	drugą zasadę dynamiki - opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI; $1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ - wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki - formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki	obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły - 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	problemowych - 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	łających na ciało umieszczone na równi pochyłej i oblicza parametry rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.3. Siły oporu i siły tarcia	Uczeń: - definiuje siłę tarcia - definiuje tarcie statyczne i kinetyczne - podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym - definiuje tarcie poślizgowe - definiuje siły opo-	Uczeń: - oblicza wartość siły tarcia w sytuacjach typowych - wyjaśnia zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawia tę zależność na wykresie - wyjaśnia znaczenie	Uczeń: - oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych - uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych - wyjaśnia znaczenie	Uczeń: - oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych - uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych	Uczeń: - planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza

	ośrodka definiuje prędkość graniczną	współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego oraz zależność między nimi - wymienia czynniki mające wpływ na wartości sił tarcia i oporu ośrodka - wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia - podaje przykłady sytuacji, w których tarcie i opór ośrodka jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie	wartości prędkości granicznej dostrzega działanie praw fizyki w życiu codziennym	wyjaśnia znaczenie praw fizyki w życiu codziennym	wymagania dopełniające
3.4. Siły bezwładności	Uczeń: - podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia - definiuje siłę bezwładności - definiuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża - definiuje siły rzeczywiste i pozorne	Uczeń: - wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia - wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach typowych - podaje przykłady występowania sta-	Uczeń: - oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych - demonstruje działanie siły bezwładności - wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach problemowych	Uczeń: oblicza wartości siły bezwładności oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych	Uczeń: - planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące działanie siły bezwładności - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	• podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym	nu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym			
3.5. Siły w ruchu po okręgu	Uczeń: • definiuje siłę dośrodkową • definiuje siłę bezwładności odśrodkowej • podaje przykłady działania siły bezwładności odśrodkowej w życiu codziennym	Uczeń: • wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej • zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową, częstotliwością i okresem • oblicza wartość siły dośrodkowej dla zadanego ruchu po okręgu • wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności odśrodkowej • określa wartość siły bezwładności odśrodkowej	Uczeń: • oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej	Uczeń: • oblicza wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych	Uczeń: • wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 4. Praca, moc i energia					
4.1. Praca i moc	Uczeń: • definiuje pracę • zna jednostkę pracy • definiuje moc • zna jednostkę mocy	Uczeń: • opisuje jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI	Uczeń: • podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których	Uczeń: • oblicza wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej	Uczeń: • wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem • wyprowadza zależ-

	• podaje przykłady wykonywania pracy w sensie fizycznym	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ • rozumie znaczenie pojęcia pracy jako sposobu przekazywania energii • oblicza wartość wykonanej pracy przez siłę działającą równoległą do przesunięcia • oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych • definiuje 1 wat • opisuje jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI $1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$	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	siły • wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych • oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach problemowych	ności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.2. Energia potencjalna	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie <i>energia mechaniczna</i>, podaje jej jednostkę • definiuje pojęcie <i>energia potencjalna</i> • definiuje pojęcie	Uczeń: • definiuje 1 dżul • wyjaśnia związek między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • opisuje energię po-	Uczeń: • wyjaśnia zależność wielkości energii potencjalnej od układu odniesienia • oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił dział-	Uczeń: • oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych	Uczeń: rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<i>energia potencjalna ciężkości</i> - definiuje pojęcie <i>energii potencjalnej sprężystości</i> - podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną	tencjalną 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	łających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych oblicza wartość zmiany energii potencjalnej jako wielkości wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej		
4.3. Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii	Uczeń: - definiuje pojęcie <i>energii kinetycznej</i> - podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną - podaje wzór na energię kinetyczną - definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała - formułuje zasadę zachowania energii - podaje przykłady zmiany energii me-	Uczeń: - oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych - oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych	Uczeń: - 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 - oblicza całkowitą energię mechaniczną	Uczeń: - oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych - wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach problemowych	Uczeń: - wyprowadza wzór na energię kinetyczną ciała o zadanej masie, poruszającego się z daną szybkością - wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną pędem - planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek

	chanicznej poprzez wykonanie pracy • podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym		ną 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		między zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.4. Maszyny proste	Uczeń: • definiuje pojęcie <i>maszyna prosta</i> • definiuje pojęcia <i>dźwignia jednostronna</i> i <i>dźwignia dwustronna</i> • definiuje pojęcia: <i>krążki</i>, <i>kołowrót</i>, <i>klin</i> oraz <i>przekładnia</i> • podaje przykłady zastosowań maszyn prostych	Uczeń: • opisuje dźwignię jednostronną i dwustronną • opisuje krążki, kołowrót, klin oraz przekładnie • formułuje i wyjaśniać zasadę niezmienności pracy	Uczeń: • wykorzystuje pojęcia <i>siła</i>, <i>praca</i>, <i>moc</i> i <i>energia</i> oraz zasady dynamiki do opisu działania maszyn prostych	Uczeń: • wyznacza siły działające w maszynach prostych • oblicza wartości sił działających w maszynach prostych	Uczeń: • wyprowadza zależności opisujące siły działające w maszynach prostych • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.5. Badanie warunków	Uczeń: • formułuje warunki	Uczeń: • wykonuje doświad-	Uczeń: • planuje doświad-	Uczeń: • formułuje proste	Uczeń: • rozwiązuje zadania

równowagi dźwigni	równowagi dźwigni • organizuje stanowisko pomiarowe zgodnie z instrukcją • zapisuje wyniki pomiarów	czenie zgodnie z instrukcją • dokonuje niezbędnych pomiarów • oblicza podstawowe niepewności pomiarowe	czenie, prawidłowo przeprowadza pomiary • opracowuje wyniki pomiarów, dokonuje niezbędnych obliczeń	teorie fizyczne na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań • porównuje wyniki przeprowadzonych pomiarów z przewidywaniami	problemowe wykracające poza wymagania dopełniające
Dział 5. Grawitacja i elementy astronomii					
5.1. Prawo powszechnego ciążenia	Uczeń: • zna historyczne poglądy na temat budowy Układu Słonecznego • definiuje siłę grawitacji • formułuje prawo powszechnego ciążenia • podaje działania siły grawitacji • definiuje pojęcia: <i>przyspieszenie grawitacyjne</i> i <i>stała grawitacji</i>	Uczeń: • zapisuje wzór na siłę grawitacji • wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji • podaje wartość Ziemskiego przyspieszenia grawitacyjnego i stałej grawitacji • oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych • opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach	Uczeń: • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach typowych • oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym	Uczeń: • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach problemowych	Uczeń: • omawia rys historyczny teorii budowy wszechświata i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata • rozwiązuje zadania problemowe wykracające poza wymagania dopełniające
5.2. Stan nieważkości	Uczeń: • definiuje pojęcie	Uczeń: • oblicza szybkość	Uczeń: • oznacza graficznie	Uczeń: • wykorzystuje zjawie-	Uczeń: • opisuje siły działają-

	<i>satelita</i> (sztuczny i naturalny) • podaje przykłady satelitów Ziemi • opisuje zjawiska nieważkości • podaje przykłady występowania stanu nieważkości	orbitalną satelitów, promień orbity oraz okres obiegu w sytuacjach typowych • oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki • wykorzystuje zjawiska nieważkości w sytuacjach typowych	siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki • oznacza graficznie siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszający się ze stałym przyspieszeniem • wyjaśnia zjawiska nieważkości na podstawie zasad dynamiki • opisuje wpływ zjawiska nieważkości na organizm ludzki	skala nieważkości w sytuacjach problemowych	ce oraz stany 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
5.3. Układ Słoneczny	Uczeń: • omawia geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego • opisuje osiągnięcia Galileusza i Keplera • wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego	Uczeń: • porównuje geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego • opisuje wpływ badań Galileusza i Keplera na poglądy na temat budowy Układu Słonecznego • opisuje budowę	Uczeń: • wymienia błędy i niezgodności historycznych teorii budowy Układu Słonecznego • opisuje obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości między nimi • posługuje się jed-	Uczeń: • opisuje pasy planetoid oraz planety karłowate jako obiekty Układu Słonecznego • definiuje pojęcia <i>kometa</i>, <i>meteoroida</i>, <i>asteroida</i>	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie <i>ekliptyka</i> • wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba • planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne

	• opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym • wymienia i definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostkę astronomiczną, rok świetlny	Układu Słonecznego • opisuje Słońce jako gwiazdę • podaje najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego • podaje zależność pomiędzy jednostkami długości używanymi w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem	nostkami długości używanymi w astronomii: jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym • zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry		
5.4. Gwiazdy i galaktyki	Uczeń: • definiuje pojęcie <i>galaktyka</i> • definiuje pojęcie <i>gwiazdozbiór</i> • wymienia główne rodzaje galaktyk • jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata	Uczeń: • opisuje cechy głównych typów galaktyk • opisuje budowę Drogi Mlecznej	Uczeń: • opisuje obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi • opisuje położenie Układu Słonecznego w Galaktyce	Uczeń: • opisuje rozmiary Galaktyki • wymienia obiekty w Galaktyce • opisuje model Wielkiego Wybuchu	• wyjaśnia pojęcia: <i>gromada gwiazd</i>, <i>gromada galaktyk</i> • wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba • wymienia przykłady innych galaktyk • podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki