

Wymagania edukacyjne przedmiot fizyka w zakresie podstawowym dla I klasy liceum ogólnokształcącego i technikum

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	Uczeń: - definiuje pojęcia: <i>ciało, substancja, wielkość fizyczna, zjawisko</i> - definiuje pojęcia: <i>definicja, teoria, hipoteza, prawo, zasada</i> - opisuje założenia metody naukowej Galileusza - dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: - wyjaśnia, czym jest definicja zjawiska fizycznego - wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne - opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: - wyjaśnia założenia metody naukowej Galileusza - 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: - wyjaśnia różnicę między wielkością wektorową i wielkością skalarną - podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych - stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych - wymienia jednostki	Uczeń: - wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną - wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia - zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki główne	Uczeń: - przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość fizyczną - posługuje się notacją wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i	Uczeń: - sprawdza poprawność wyprowadzonego wzoru za pomocą rachunku jednostek - podaje przykłady jednostek historycznych	Uczeń: zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI

	podstawowe układu SI • wyjaśnia, czym są jednostki pochodne • podaje przykłady jednostek pochodnych • posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami		podwielkrotnych		
1.3. Pomiary i ich dokładność	Uczeń: • 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	Uczeń: • 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 pomiaru wielokrotnego • przedstawia wyniki pomiaru na wykresie • ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego	Uczeń: • szacuje wyniki pomiarów, ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi • wykreśla linię najlepszego dopasowania	Uczeń: • potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru • formułuje wnioski dokonanych pomiarów
1.4. Graficzna analiza danych	Uczeń: • odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości	Uczeń: • sporządza wykresy zależności pomiędzy	Uczeń: • oznacza odpowiednio osie układu	Uczeń: • dobiera skalę osi układu	Uczeń: • ocenia poprawność podanej zależności na

	wielkości fizycznych przy danych założeniach rozpoznaje wielkości rosnące i malejące	wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru - odczytuje z wykresu pośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem - rozpoznaje wielkości wprost proporcjonalne	współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie - na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych - dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie	współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie prostej	podstawie wykresu i odwrotnie
Dział 2. Kinematyka					
2.1. Pojęcie ruchu	Uczeń: - 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 prędkości oraz przyspieszenie - podaje podział ruchu ze	Uczeń: - 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 - oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie	Uczeń: - 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 - oblicza wartość przyspieszenia w	Uczeń: - 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	Uczeń: - definiuje punkt materialny - podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punkt materialny

	względem na szybkość • podaje przykłady ruchu i spoczynku • odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego • podaje jednostki szybkości i przyspieszenia	zmiennym w sytuacjach typowych	ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach problemowych		
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: • 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 prostoliniowym jednostajnym • na podstawie wykresów zależności	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 • stosuje opis ruchu za pomocą współrzędnych do rozwiązywania zadań typowych	Uczeń: • 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 ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od	Uczeń: • na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym oblicza przemieszczenie • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym określa, które ciało porusza się z większą prędkością na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego oblicza prędkość		czasu	
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	Uczeń: - 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 - na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym	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	Uczeń: - 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 przyspieszonym w sytuacjach problemowych	Uczeń: - 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

		jednostajnie przyspieszonym określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym	przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym oblicza przyrost prędkości		
2.4. Ruch prostoliniowy, jednostajnie opóźniony	Uczeń: • definiuje pojęcie opóźnienia jako przyspieszenia o ujemnej wartości • podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego • podaje przykłady ruchu prostoliniowego niejednostajnie przyspieszonego	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 danym momencie czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanym momencie czasu na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie	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	Uczeń: • 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 sytuacjach problemowych • opisuje złożony ruch ciała na podstawie	Uczeń: • 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

		opóźnionym • 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	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	zależności szybkości od czasu i drogi od czasu	
--	--	---	---	---	--

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 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - oblicza wartości prędkości liniowej okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych - oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po danym okręgu w sytuacjach typowych	Uczeń: - oblicza wartości prędkości liniowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych - oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po danym okręgu w sytuacjach problemowych	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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 zadanych wektorów	Uczeń: - rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach - wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych - wyznacza wektor siły tak, aby w danym układzie zaszła równowaga sił	Uczeń: - oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą lub różnicą dwóch zadanych wektorów prostopadłych a jego składowymi - wyznacza siłę będącą wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych	Uczeń: - stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania wartości sił - definiuje pęd - wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	- definiuje równowagę sił - podaje przykłady równowagi sił	prostopadłych - 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: - 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: - wskazuje masę jako miarę bezwładności - wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki - przedstawia graficznie siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki	Uczeń: stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach typowych	Uczeń: stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych	Uczeń: - definiuje środek masy - wyznacza środek masy - formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.3. Druga zasada dynamiki	Uczeń: formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę	Uczeń: zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia drugą zasadę	Uczeń: wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości	Uczeń: stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki w sytuacjach	Uczeń: stosuje ogólną postać drugiej zasady dynamiki w sytuacjach

	dynamiki definiuje jednostkę siły	dynamiki - opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI $[1N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}]$ - sformułuje słownie oraz zapisuje wzorem ogólną postać drugiej zasady dynamiki	siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły	problemowych	problemowych rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.4. Trzecia zasada dynamiki	Uczeń: - formułuje trzecią zasadę dynamiki - podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym	Uczeń: - wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki - formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - definiuje inercjalny i nieinercjalny układ odniesienia - podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia - definiuje siłę bezwładności - definiuje siły rzeczywiste i pozorne - podaje przykłady działania siły	Uczeń: - wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia - podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym - formułuje uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki	Uczeń: - oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych - demonstruje działanie siły bezwładności - wyjaśnia uogólnioną postać pierwszej zasady dynamiki	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

	bezwładności w życiu codziennym				
3.6. 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 dlaadanego 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 - bada doświadczalnie związek między siłą dośrodkową, a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu po okręgu zgodnie z instrukcją	Uczeń: - 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	Uczeń: - 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	Uczeń: - definiuje siły oporu - definiuje siłę tarcia - definiuje tarcie statyczne i kinetyczne - podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym - definiuje tarcie poślizgowe oraz tarcie toczne	Uczeń: - 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 kinetycznego oraz	Uczeń: - oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych - uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych - dostrzega działanie praw fizyki w życiu codziennym	Uczeń: - oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych - uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych - wyjaśnia znaczenie praw fizyki w życiu codziennym	Uczeń: - planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		zależność między nimi - wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia - podaje przykłady sytuacji, w których tarcie jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie			
3.8. Praca i moc	Uczeń: - definiuje pracę - zna jednostkę pracy - definiuje moc - zna jednostkę mocy - podaje przykłady wykonywania pracy w sensie fizycznym	Uczeń: - 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 jednostek podstawowych układu SI $[1W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{kg \cdot m}{s^3}]$	Uczeń: - 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: - 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: - wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem - wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.9. Energia kinetyczna	Uczeń: wyjaśnia pojęcie energii,	Uczeń: definiuje 1 džul	Uczeń: oblicza energię	Uczeń: oblicza energię	Uczeń: wyprowadza wzór na

	podaje jej jednostkę - definiuje energię mechaniczną - definiuje pojęcie energii kinetycznej - podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną - podaje wzór na energię kinetyczną	oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych	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	kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych	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	Uczeń: - definiuje pojęcie energii potencjalnej - definiuje energię potencjalną grawitacji, - definiuje energię potencjalną sprężystości - podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną - formułuje prawo Hooke'a	Uczeń: - 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 - wyjaśnia znaczenie prawa Hooke'a	Uczeń: - 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 o wartości dodatniej i ujemnej	Uczeń: oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych	Uczeń: rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.11. Zasada zachowania energii	Uczeń: definiuje całkowitą energię mechaniczną ciała	Uczeń: wyjaśnia związek między zmianą energii mechanicznej a	Uczeń: oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach	Uczeń: wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach	Uczeń: planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie

	- formułuje zasadę zachowania energii - podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy - podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym	wykonana praca oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych	problemowych - opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne - wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych	problemowych	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	Uczeń: - definiuje siłę grawitacji - formułuje prawo powszechnego ciążenia - podaje działania siły grawitacji	Uczeń: - zapisuje wzór na siłę grawitacji - wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji - oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych	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 wykraczające poza wymagania dopełniające
3.13. Ruch ciał niebieskich	Uczeń: - opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach - definiuje pierwszą prędkość kosmiczną - definiuje satelitę (sztucznego i naturalnego) - podaje przykłady satelitów Ziemi	Uczeń: - oblicza szybkość orbitalną satelitów, promień orbity oraz okres obiegu w sytuacjach typowych - wyjaśnia znaczenie pierwszej prędkości kosmicznej - oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla Ziemi	Uczeń: - oblicza pierwszą prędkość kosmiczną dla danego ciała niebieskiego - wyjaśnia położenie orbity geostacjonarnej nad równikiem Ziemi - oblicza promień orbity geostacjonarnej oraz	Uczeń: oblicza szybkość orbitalną i okres obiegu orbitalną satelity krążącego po zadanej orbicie i satelity geostacjonarnej w sytuacjach problemowych	Uczeń: - wyprowadza zależność opisującą pierwszą prędkość kosmiczną - rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	- definiuje satelitę geostacjonarnego - podaje przykłady zastosowań satelitów geostacjonarnych		szybkość orbitalną i okres obiegu satelity geostacjonarnego		
3.14. Przeciężenie i nieważkość	Uczeń: - opisuje zjawiska przeciężenia, niedociężenia i nieważkości - podaje przykłady występowania stanu przeciężenia, niedociężenia i nieważkości	Uczeń: - oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki - wykorzystuje zasadę działania wagi sprężynowej w sytuacjach typowych	Uczeń: - 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 przeciężenia, niedociężenia i nieważkości na podstawie zasad dynamiki	Uczeń: wykorzystuje zjawiska przeciężenia, niedociężenia i nieważkości w sytuacjach problemowych	Uczeń: - opisuje siły działające oraz stany przeciężenia, niedociężenia 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	Uczeń: - wymienia i definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostkę astronomiczną, rok świetlny - wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego - opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym	Uczeń: - podaje zależność pomiędzy jednostkami długości używanymi w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem - opisuje budowę Układu Słonecznego - podaje najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego	Uczeń: - posługuje się jednostkami długości używanymi w astronomii: jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym - zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry - opisuje obrazowo wielkości obiektów w	Uczeń: - opisuje pas Kuipera, pasy planetoid oraz planety karłowate jako obiekty Układu Słonecznego - definiuje komety, meteorolity, asteroidy	Uczeń: - wyjaśnia pojęcie ekliptyki - wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba - planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne

			Układzie Słonecznym i odległości między nimi		
3.16. Świat galaktyk	Uczeń: - definiuje galaktykę - wymienia główne rodzaje galaktyk	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 - podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki	- wyjaśnia pojęcia gromady gwiazd, gromady galaktyk - wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba - wymienia przykłady innych galaktyk
3.17. Ewolucja Wszechświata	Uczeń: - omawia historię badań mikro- i makroświata - wyjaśnia, czym zajmuje się kosmologia - formułuje prawa Hubble'a - jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata - definiuje promieniowanie reliktowe	Uczeń: - wyjaśnia znaczenie prawa Hubble'a - wyjaśnia znaczenie promieniowania reliktowego dla teorii na temat budowy wszechświata - podaje przybliżony wiek Wszechświata	Uczeń: - formułuje wnioski płynące z prawa Hubble'a - wyjaśnia znaczenie wartości stałej Hubble'a	Uczeń: - formułuje wnioski płynące ze zjawiska rozszerzania się Wszechświata - opisuje model Wielkiego Wybuchu	Uczeń: - definiuje ciemną materię i gęstość krytyczną - podaje hipotezy na temat natury ciemnej materii - opisuje i wyjaśnia model inflacyjny Wielkiego Wybuchu