

Plan wynikowy

*Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką.

**W kolumnie „Wymagania” nawiasami oznaczono wymagania odnoszące się do zapisów celów operacyjnych ujętych w nawias w kolumnie „Cele operacyjne”.

Symbolem ^R oznaczono treści spoza podstawy programowej.

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
1. Wprowadzenie (2 godziny)					
1.1. Przedmiot i metody badań fizyki	podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie	X			
	podaje rzędy wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk			X	
	posługuje się pojęciem roku świetlnego		X		
	przelicza wielokrotności i podwielokrotności	X			
	opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce		X		
	wymienia prowadzenie doświadczeń oraz modelowanie matematyczne obserwowanych zjawisk i obiektów jako metody badań fizyki	X			
	wyjaśnia, na czym polega prowadzenie doświadczeń fizycznych	X			
	wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne		X		
	wskazuje przykłady wzajemnego uzupełniania się doświadczenia i modelowania matematycznego w naukach ścisłych			X	
1.2. Pomiary i jednostki	rozdziela pojęcia: zjawiska fizycznego, obiektu, wielkości fizycznej	X			
	wyjaśnia, na czym polega pomiar; wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu	X			
	wyjaśnia przyczyny wprowadzenia międzynarodowego układu jednostek miar (układu SI)		X		
	określa sposób zapisu wyniku pomiaru (wraz z jednostką); wymienia podstawowe jednostki w układzie SI: długości, masy i czasu	X			
	określa miary wzorcowe w układzie SI: długości, masy i czasu			X	
	wyraża wielkości w podstawowych jednostkach układu SI; przelicza wielokrotności i podwielokrotności (korzystając z tabeli przedrostków) oraz jednostki czasu		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących miar wzorcowych i jednostek wielkości fizycznych			X	
	opracowuje i przedstawia prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych				X
1.3. Wstęp do analizy danych pomiarowych	przeprowadza pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; wyjaśnia, dlaczego wykonuje się pomiary wielokrotne; posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności	X			
	zapisuje w tabeli wyniki pomiarów	X			
	wyznacza średnią z wyników pomiarów wielokrotnych		X		
	przedstawia dane zamieszczone w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego)			X	
	rozróżnia błędy przypadkowe i błędy systematyczne, podaje ich przykłady		X		
	przeprowadza obliczenia (posługując się kalkulatorem) i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru	X	(X)		
	posługuje się pojęciami niepewności maksymalnej wartości średniej i niepewności względnej; oblicza te niepewności			X	
	posługuje się pojęciem niepewności standardowej wartości średniej; oblicza ją				X
1.4. Opisywanie zależności między wielkościami	rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą i podaje jej przykłady	X			
	odczytuje dane przedstawione w tabelach i na wykresach zależności liniowych	X			
	posługuje się pojęciami: proporcjonalności prostej, proporcjonalności odwrotnej, zależności liniowej (funkcja liniowa); podaje przykłady		X		
	posługuje się pojęciem współczynnika kierunkowego		X		
	interpretuje wzory opisujące zależności wielkości fizycznych			X	
	interpretuje wykresy zależności liniowych (nachylenie prostej)		X		
	sporządza wykresy zależności liniowych			X	
	opisuje – za pomocą wzorów – zależności liniowe przedstawione na wykresie			X	
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wykresów		X		
	rozwiązuje nietypowe zadania związane z opisywaniem zależności między wielkościami				X

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
2. Ruch prostoliniowy (10 godzin lekcyjnych + 2 godziny lekcyjne na powtórzenie i sprawdzian)					
2.1. Jak opisać położenie ciała	przeprowadza proste doświadczenie (badanie ruchu), korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu	X			
	projektuje i przeprowadza proste doświadczenie obrazujące ruch ciała; rejestruje je za pomocą kamery; modyfikuje jego przebieg			X	
	posługuje się pojęciem punktu materialnego	X			
	wyjaśnia, dlaczego punkt materialny jest modelem ciała		X		
	rozdziela wielkości wektorowe i wielkości skalarne; podaje przykłady	X			
	określa położenie punktu materialnego za pomocą współrzędnej położenia		X		
	określa cechy wektora	X			
	posługuje się pojęciem wektora położenia; określa położenie ciała za pomocą wektora położenia			X	
	wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę)		X		
	rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała		X		
2.2. Opis ruchu prostoliniowego	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy			X	
	definiuje ruch, posługując się pojęciem układu odniesienia	X			
	opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu	X			
	opisuje ruch względem różnych układów odniesienia		X		
	posługuje się pojęciem wektora przemieszczenia; rozróżnia pojęcia: położenia, przemieszczenia i drogi		X		
	opisuje ruch prostoliniowy, posługując się pojęciem wektora przemieszczenia		X		
	przedstawia graficznie wektory położenia i wektor przemieszczenia w wybranym układzie odniesienia		X		
	opisuje wektory przemieszczenia podczas ruchu ciał po prostej (określa współrzędną wektora przemieszczenia)		X		
	dodaje wektory przemieszczenia leżące na jednej prostej		X		
wykonuje działania na wektorach przemieszczenia			X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje typowe zadania związane z opisywaniem ruchów prostoliniowych		X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania związane z opisywaniem ruchów prostoliniowych			X	(X)
2.3. Prędkość w ruchu prostoliniowym	posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza wartość prędkości i przelicza jej jednostki	X			
	posługuje się pojęciem prędkości jako wielkości wektorowej		X		
	posługuje się pojęciami: współrzędnej wektora prędkości, prędkości średniej, prędkości chwilowej; oblicza ich wartości		X		
	rozdziela prędkość średnią i prędkość chwilową; podaje przykłady	X			
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy infografiki zamieszczonej w podręczniku (lub z innych materiałów źródłowych), dotyczącej prędkości występujących w przyrodzie		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i prędkości chwilowej	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i prędkości chwilowej			X	
2.4. Ruch jednostajny prostoliniowy	nazywa ruch po torze prostoliniowym ze stałą prędkością ruchem jednostajnym prostoliniowym; wskazuje przykłady; rysuje wykres $v(t)$	X			
	wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu; sporządza te wykresy na podstawie podanych informacji	X			
	przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego), korzystając z jego opisu; analizuje uzyskane wyniki; opisuje ruch ciała za pomocą tabeli i wykresu		X		
	projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia prędkości ciała; modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki			X	
	opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnością położenia od czasu (wyprowadza równanie tego ruchu)		X	(X)	
	posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności	X			
	wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach		X		
	sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu (z uwzględnieniem niepewności pomiarów); właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami		X	(X)	

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	zaznacza niepewności przy sporządzaniu wykresu zależności $x(t)$; dopasowuje prostą do punktów na wykresie, a na podstawie jej nachylenia wyznacza prędkość ciała (oraz niepewność pomiaru)			X	(X)
	oblicza parametry ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkość i drogę), wykorzystując równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność $x(t)$); zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych	X			
	szacuje wartość spodziewanego wyniku pomiaru lub obliczeń, interpretuje otrzymany wynik i ocenia jego realność			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania związane z ruchem jednostajnym prostoliniowym			X	(X)
2.5. Ruch prostoliniowy zmienny	posługuje się pojęciem średniej wartości prędkości	X			
	posługuje się pojęciem wartości wektora prędkości średniej		X		
	rozdziela pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej		X		
	rysuje i interpretuje wykresy dotyczące opisu ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i przy zmianach zwrotu prędkości		X		
	odróżnia wykres zależności położenia od czasu od wykresu zależności drogi od czasu	X			
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z ruchem prostoliniowym zmiennym, m.in. korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania związane z ruchem prostoliniowym zmiennym, m.in. korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu			X	(X)
2.6. Przyspieszenie w ruchu zmiennym	nazywa ruch po torze prostoliniowym, w którym wartość prędkości zmienia się ze stałym przyspieszeniem, ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym; wskazuje przykłady	X			
	nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość	X			
	posługuje się pojęciem przyspieszenia (jako wielkości wektorowej) wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego (rozdziela przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe)	X	(X)		
	opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	wyznacza wartości zmiany prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach		X		
	sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi		X		
	przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego); analizuje i opracowuje wyniki			X	
	opisuje spadek swobodny (i rzut pionowy) jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$		X	(X)	
	stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła	X			
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym			X	(X)
2.7. Położenie w ruchu jednostajnie zmiennym	opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów)		X		
	informuje, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało (zmianie położenia ciała)	X	(X)		
	wyprowadza i interpretuje wzór przedstawiający zależność położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym, korzystając z wykresu zależności $v(t)$; opisuje zależność drogi od czasu			X	
	przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu jednostajnie zmiennego), korzystając z jego opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki		X		
	sporządza i interpretuje wykresy zależności drogi od czasu i drogi od kwadratu czasu w ruchu jednostajnie zmiennym z uwzględnieniem niepewności; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu $s(t^2)$, interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami, wyznacza przyspieszenie ciała			X	
	projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia przyspieszenia ciała; modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki			X	
	stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym			X	(X)

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Powtórzenie (Powtórzenie wiedzy o ruchach prostoliniowych; rozwiązywanie zadań dotyczących ruchów prostoliniowych; sprawdzian <i>Ruch prostoliniowy</i>)	opisuje ruchy prostoliniowe jednostajny i jednostajnie zmienny, posługując się wielkościami wektorowymi: przemieszczeniem, prędkością i przyspieszeniem oraz zależnościami położenia, prędkości, przyspieszenia i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów)		X		
	analizuje (pod kierunkiem nauczyciela) tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; wyodrębnia z tekstów, tabel i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia je w różnych postaciach	X			
	przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych		X		
	samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu			X	
	wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań (lub problemów) dotyczących ruchu prostoliniowego		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z ruchem prostoliniowym jednostajnymi jednostajnie zmiennym, w szczególności: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności), posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik (przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych), sporządza i interpretuje wykresy	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Ruch prostoliniowy</i>			X	(X)
	rozwiązuje test (zestaw zadań) dotyczący treści rozdziału <i>Ruch prostoliniowy</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie; formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli jest to konieczne)			X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)	
3. Ruch krzywoliniowy (6 godzin lekcyjnych + 2 godziny lekcyjne na powtórzenie i sprawdzian)					
3.1. Ruch krzywoliniowy	rozdzieli pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych	X			
	posługuje się pojęciem wektora położenia; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia		X		
	posługuje się wektorem przemieszczenia wraz z jego jednostką w ruchu krzywoliniowym; określa cechy wektora przemieszczenia		X		
	wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego		X		
	wykorzystuje pojęcie wektora prędkości wraz z jej jednostką do opisu ruchu krzywoliniowego; rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; oblicza te prędkości		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i prędkości chwilowej w ruchu krzywoliniowym; określa cechy tych wektorów			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe zadania dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących ruchów krzywoliniowych			X	
3.2. Rzut poziomy	przeprowadza doświadczenia (badanie rzutu poziomego), korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski	X			
	wykazuje niezależność ruchu poziomego i ruchu pionowego w rzucie poziomym na podstawie doświadczenia; wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla przebiegu doświadczenia		X		
	opisuje rzut poziomy jako dwa niezależne ruchy: spadek swobodny (w pionie) i ruch jednostajny w poziomie		X		
	analizuje rzut poziomy; wykorzystuje równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej		X		
	przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru (rozkłada go na składowe poziomą i pionową)		X	(X)	
	zapisuje wzory na współrzędne x i y położenia ciała w dowolnej chwili w rzucie poziomym, wykorzystując równania ruchu jednostajnego i ruchu jednostajnie zmiennego		X		
	opisuje tor ruchu (zależność $y(x)$) w rzucie poziomym jako parabolę (wyznacza i interpretuje współczynnik a w równaniu paraboli $y = ax^2$)		X	(X)	
	^R opisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego				X
	(wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu); posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; przedstawia wybrane informacje z historii fizyki dotyczące badania spadku ciał przez Galileusza	(X)	X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z rzutem poziomym (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania związane z rzutem poziomym i R rzutem ukośnym			X	(X)
3.3. Prędkość w różnych układach odniesienia	wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu	X			
	przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia (korzystając z jego opisu); planuje i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski	(X)	X		
	opisuje składanie prędkości na wybranym przykładzie		X		
	analizuje ruch wzdłuż jednej prostej i ruch na płaszczyźnie względem różnych układów odniesienia; wykonuje schematyczne rysunki ilustrujące te ruchy		X		
	stosuje zasadę dodawania wektorów w celu graficznego wyznaczenia prędkości ciał względem różnych układów odniesienia			X	
	zapisuje i interpretuje zasadę składania prędkości		X		
	R analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące sytuacji, w których obserwator opisujący ruch jest w ruchu względem wybranego układu odniesienia				X
	wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania i problemy dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia			X	(X)	
3.4. Ruch po okręgu	opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej (oraz przemieszczenia kąтового, prędkości kątowej) wraz z ich jednostkami (posługuje się radianem jako miarą łukową kąta)	X	(X)		
	podaje i wykorzystuje zależności między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu		X		
	wyprowadza i interpretuje związek między prędkością liniową a prędkością kątową w ruchu po okręgu			X	
	stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową		X		
	opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozróżnia prędkość kątową średnią i prędkość kątową chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką			X	
	(wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu); rozwiązuje typowe (proste) zadania związane z ruchem jednostajnym po okręgu; wykonuje obliczenia	(X)	X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem				
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania związane z ruchem jednostajnym po okręgu z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową			X	(X)
3.5. Przyspieszenie dośrodkowe	opisuje zmiany prędkości w ruchu po okręgu; rozróżnia przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe	X			
	wyznacza graficznie wektor zmiany prędkości w ruchu po okręgu; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego		X		
	wykazuje graficznie, że wektor przyspieszenia dośrodkowego jest skierowany w stronę środka okręgu			X	
	wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym			X	
	rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kątowe; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie kątowe jest równe zero			X	
	stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania i problemy związane z ruchem jednostajnym po okręgu z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy związane z ruchem po okręgu			X	(X)
Powtórzenie (Powtórzenie wiedzy o ruchu krzywoliniowym; rozwiązywanie zadań dotyczących ruchu krzywoliniowego; sprawdzian <i>Ruchy krzywoliniowe</i>)	realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu opisany w podręczniku (lub własny)			X	(X)
	opisuje ruch krzywoliniowy na przykładach rzutu poziomego i ruchu po okręgu; posługuje się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej, przemieszczenia kąowego, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Ruch krzywoliniowy</i> , w szczególności: (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza wielokrotności i podwielokrotności oraz jednostki czasu), posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje graficznie działania na wektorach (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych)	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Ruch krzywoliniowy</i>			X	(X)
	Rozwiązuje test (lub zestaw zadań) dotyczący ruchów postępowych; ocenia stopień opanowania				

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	wymagań w tym zakresie; formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełniania osiągnięć (jeśli jest to konieczne)				
4. Ruch i siły (13 godzin lekcyjnych + 2 godziny lekcyjne na powtórzenie i sprawdzian)					
4.1. Oddziaływania	przeprowadza doświadczenia (badanie skutków oddziaływań, wyznaczanie wartości siły), korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski	X			
	wymienia i rozróżnia rodzaje oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), rozpoznaje je i wskazuje ich przykłady w otoczeniu; określa na przykładach skutki oddziaływań		X		
	wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań		X		
	opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły (jako wielkością wektorową) wraz z jej jednostką; przedstawia siłę za pomocą wektora; wskazuje cechy wektora siły (wartość, kierunek, zwrot)	X			
	analizuje siły na ilustracjach (rysunkach, zdjęciach); wyjaśnia na przykładzie, że skutek działania siły zależy od punktu jej przyłożenia		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących oddziaływań fundamentalnych			X	
4.2. Dodawanie sił i rozkładanie ich na składowe	rozróżnia siły wypadkową i równoważącą; posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związki między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym	X			
	wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą	X			
	przeprowadza doświadczenie – badanie równoważenia się sił, korzystając z jego opisu (planuje i modyfikuje jego przebieg); przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski	X		(X)	
	wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie		X		
	wyznacza siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie, oblicza wartość tej siły			X	
	rozkłada graficznie siły na składowe		X		
	rysuje (i wyznacza) składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi; opisuje je		X	(X)	
	wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił i rozkładania ich na składowe			X	
rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe (wyodrębnia z tekstów i rysunków informacje kluczowe); tworzy rysunki schematyczne; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X			

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe			X	(X)
4.3. Pierwsza i druga zasada dynamiki	analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki; doświadczalnie ilustruje pierwszą zasadę dynamiki; posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał; wskazuje w otoczeniu przykłady bezwładności ciał	X			
	rozpoznaje i nazywa siły oporów ruchu (tarcia, oporu powietrza)	X			
	analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem	X			
	stosuje zasady dynamiki pierwszą i drugą do opisu zachowania się ciał; wykorzystuje pojęcie siły (jako wielkości wektorowej) do opisu różnych możliwości ruchu ciał; wyjaśnia niezależność ruchów		X		
	przeprowadza doświadczenia – bada, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, korzystając z opisów doświadczeń (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń); przedstawia i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski		X	(X)	
	sporządza i interpretuje wykresy zależności przyspieszenia od siły $a(F)$ i masy $a(m)$ oraz odwrotności masy $a(\frac{1}{m})$ na podstawie wyników doświadczeń; uwzględnia niepewności pomiarów i opory ruchu; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu, interpretuje jej nachylenie i punkty przecięcia z osiami			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących zasad dynamiki, w tym historii ich formułowania		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania z wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej (wyodrębnia z tekstów, wykresów i rysunków informacje kluczowe); sporządza i interpretuje wykresy; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu			X	(X)	
4.4. Trzecia zasada dynamiki	opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki i pojęciem siły jako wielkości wektorowej; wskazuje w otoczeniu przykłady wzajemnego oddziaływania ciał	X			
	doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki (korzystając z opisu doświadczenia); opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i formułuje wnioski	(X)	X		
	planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia ilustrującego trzecią zasadę dynamiki, formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji			X	

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje na przykładzie skutki wzajemnego oddziaływania ciał		X		
	rysuje (przedstawia za pomocą wektorów), oznacza i opisuje siły wzajemnego oddziaływania ciał; wyjaśnia na przykładzie, dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą		X		
	analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał, przewiduje i uzasadnia skutki oddziaływań, posługując się trzecią zasadą dynamiki			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe)	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki			X	(X)
4.5. Siła tarcia	opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie); wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia	X			
	rozdzieli i opisuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne (poślizgowe i toczne); rozdzieli współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego; posługuje się tymi współczynnikami; informuje, od czego one zależą		X	(X)	
	opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia funkcję tarcia na wybranych przykładach		X		
	przeprowadza doświadczenia (bada zależność tarcia od przyłożonej siły, rodzaju powierzchni i siły nacisku), korzystając z ich opisu; przedstawia i analizuje wyniki (wykres zależności tarcia od przyłożonej siły zewnętrznej i siły nacisku), formułuje wnioski		X		
	sporządza i interpretuje wykres zależności tarcia od siły nacisku na podstawie wyników doświadczenia; uwzględnia niepewności pomiarów; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu, określa jej współczynnik kierunkowy i wyznacza współczynnik tarcia; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia			X	
	analizuje ruch ciała na równi pochyłej; wykonuje graficznie rozkład sił; wyznacza składowe siły ciężkości i siłę tarcia oraz wartość współczynnika tarcia			X	
	doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi		X		
	wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe	X			
	wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z ruchem, z uwzględnieniem sił tarcia, wykorzystując		(X)	X	

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	drugą zasadę dynamiki; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem				
	rozwiązuje złożone zadania lub problemy związane z ruchem, uwzględniając siły tarcia i wykorzystując drugą zasadę dynamiki				X
4.6. Siła dośrodkowa	wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej zwrot; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe	X			
	analizuje i opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu; wyjaśnia funkcję siły tarcia na wybranych przykładach ruchu po okręgu		X		
	opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej (prędkości kątowej, przyspieszenia dośrodkowego oraz siły dośrodkowej) wraz z ich jednostkami; stosuje zasady dynamiki drugą i trzecią do opisu ruchu po okręgu	X	(X)		
	przeprowadza doświadczenia (obserwuje ruch po okręgu); doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu; przedstawia i analizuje wyniki, formułuje wnioski	(X)	X		
	opracowuje wyniki doświadczenia, sporządza i interpretuje wykres zależności siły dośrodkowej od kwadratu prędkości liniowej; uwzględnia niepewności pomiarów; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; wyznacza, określa i interpretuje jej współczynnik kierunkowy			X	
	wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową			X	
	stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania i problemy związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy związane z ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową			X	(X)
4.7. Siły bezwładności	rozdzieli układy inercjalne i układy nieinercjalne (omawia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i układach nieinercjalnych)		X	(X)	
	posługuje się pojęciem siły bezwładności; wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły bezwładności, określa jej cechy, przedstawia na rysunku jej kierunek i zwrot; posługuje się pojęciem siły odśrodkowej		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	stosuje pojęcie sił bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych			X	
	doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących		X		
	stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)		X		
	doświadczalnie ilustruje stan nieważkości, działanie siły odśrodkowej i \vec{v} siły Coriolisa			X	
	opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia, podaje warunki i przykłady ich występowania (\vec{v} opisuje stan niedociążenia)		X	(X)	
	\vec{v} wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa; omawia siłę Coriolisa na Ziemi			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z siłami bezwładności (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone zadania lub problemy związane z siłami bezwładności i opisami zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych			X	(X)
Powtórzenie (Powtórzenie wiedzy o ruchu i siłach; rozwiązywanie zadań dotyczących ruchu i sił; sprawdzian <i>Ruch i siły</i>)	analizuje tekst popularnonaukowy <i>Czy można biegać po wodzie</i> ; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi (wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów)	X	(X)		
	samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu i sił, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu			X	
	dokonuje syntezy wiedzy o ruchu i siłach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Ruch i siły</i> , (w szczególności wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności), posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących)	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Ruch i siły</i>			X	(X)
	rozwiązuje test (lub zestaw zadań) dotyczący treści rozdziału <i>Ruch i siły</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli jest to konieczne)			X	(X)
5. Energia i pęd (12 godzin lekcyjnych + 2 godziny lekcyjne na powtórzenie i sprawdzian)					
5.1. Praca i moc jako	posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy wraz z ich jednostkami; stosuje w obliczeniach	X			

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
wielkości fizyczne	związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, oraz związek mocy z pracą i czasem, w jakim została ona wykonana; opisuje związki dżula i wata z jednostkami podstawowymi				
	analizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała; wyjaśnia na przykładach, że skutek działania siły zależy od tego kąta; przedstawia rozkład sił podczas przesuwania ciała		X		
	interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę (oblicza pracę na podstawie wykresów zależności $F(s)$ i $P(t)$)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy (wyodrębnia z tekstów i rysunków informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy			X	(X)
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących mocy różnych urządzeń			X	
5.2. Pojęcie energii. Energia potencjalna grawitacji	posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji, wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji	X			
	przeprowadza doświadczenie – bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia); opracowuje i przedstawia wyniki doświadczenia, formułuje wnioski		X	(X)	
	wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała		X		
	wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała			X	
	wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała		X		
	wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną		X		
	wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia; posługuje się informacjami dotyczącymi form energii, pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu	X		(X)	
rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią potencjalną (wyodrębnia z tekstów i rysunków informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X			

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z energią potencjalną			X	(X)
5.3. Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii	posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką; oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej	X			
	wykorzystuje zasadę zachowania energii do analizy ruchu ciał (oraz do opisu zjawisk); posługuje się pojęciem układu izolowanego	(X)	X		
	wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej			X	
	(wskazuje przykłady przemian energii w otoczeniu); analizuje przemiany energii na wybranych przykładach	(X)	X		
	stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej		X		
	posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności			X	
	posługuje się informacjami dotyczącymi sprawności różnych urządzeń, pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy, korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i z zasady zachowania energii (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii			X	(X)
5.4. Energia potencjalna sprężystości	doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej (korzystając z opisu doświadczenia); opracowuje wyniki doświadczenia; uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski	(X)	X		
	opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny, posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką		X		
	podaje warunki stosowania prawa Hooke'a			X	
	przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem liczbowo jest równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny		X		
	posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości	X			
	wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny; oblicza energię potencjalną sprężystości			X	
	analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na wybranym		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	przykładzie (np. skoku o tyczce)				
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią potencjalną sprężystości (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z energią potencjalną sprężystości			X	(X)
5.5. Pęd. Zasada zachowania pędu	posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką	X			
	doświadczalnie bada zderzenia ciał i wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski		X		
	(wykazuje zależność $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$), stosuje ją w obliczeniach; interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek zmiany pędu z popędem siły		X	(X)	
	doświadczalnie bada zjawisko odrzutu; przedstawia i analizuje wyniki, formułuje wnioski; wyznacza prędkości ciał po odrzucie (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)		X	(X)	
	wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał oraz wyjaśnienia zjawiska odrzutu; wskazuje przykłady zjawisk, w których spełniona jest zasada zachowania pędu		X		
	uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$ oraz trzeciej zasady dynamiki			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania pędu i zależności $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$			X	(X)
5.6. Zderzenia sprężyste i niesprężyste	rozdzieli zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe	X			
	analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych i obliczeń (wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu)		X	(X)	
	analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i obliczeń		X		
	doświadczalnie bada zderzenia ciał i wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając		X	(X)	

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	z zasady zachowania pędu ; przedstawia i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)				
	rozróżnia zderzenia centralne i niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)			X	
	analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania i problemy dotyczące zderzeń niesprężystych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem		(X)	X	
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy dotyczące zderzeń sprężystych			X	(X)
Powtórzenie (Powtórzenie wiedzy o energii i pędzie; rozwiązywanie zadań dotyczących energii i pędu; sprawdzian Energia i pęd)	analizuje tekst popularnonaukowy (przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego dotyczącego zderzeń pt. <i>Fizyk ogląda TV</i> lub innego); wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe i posługuje się nimi (wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów)	X	(X)		
	samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i> ; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów			X	
	dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i> , w szczególności (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności), posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących)	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Energia i pęd</i>			X	(X)
	rozwiązuje test (lub zestaw zadań) dotyczący treści rozdziału <i>Energia i pęd</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli jest to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
6. Bryła sztywne (11 godzin lekcyjnych + 2 godziny lekcyjne na powtórzenie i sprawdzian)					
6.1. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej	wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej	X			
	rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje ich przykłady w otoczeniu (opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych)	X	(X)		
	opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątowej, przyspieszenia kątowego, okresu, częstotliwości		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	demonstruje lub bada ruch bryły sztywnej, korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, formułuje wnioski (projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg)	X		(X)	
	opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji			X	
	posługuje się pojęciem środka masy; wyznacza i ilustruje na rysunkach schematycznych położenie środka masy bryły lub układu ciał; wskazuje środek masy dla brył jednorodnych mających środek symetrii		X		
	stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał (Ruzasadnia ten wzór)			X	(X)
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał (wyodrębnia z tekstów i rysunków informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy			X	(X)
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących ruchu brył sztywnych			X	
6.2. Moment siły	przeprowadza doświadczenia polegające na badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił, korzystając z ich opisu (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji); analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski	X		(X)	
	posługuje się pojęciem momentu siły wraz z jego jednostką; wyznacza i rysuje wektor momentu siły, określa jego cechy (kierunek i zwrot); oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)		X		
	stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił		X		
	formułuje i stosuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie		X		
	wyznacza wypadkowy moment siły; wskazuje i opisuje przykłady stosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego (wyodrębnia z tekstów i rysunków informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego			X	(X)
6.3. Środek ciężkości	posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
i energia potencjalna bryły sztywnej	przeprowadza doświadczenia polegające na wyznaczeniu środka ciężkości ciał płaskich, korzystając z ich opisu (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji); analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski	X		(X)	
	odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów nie można pominąć (opisuje na przykładzie, np. skoku o tyczce, wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości)		X	(X)	
	wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości			X	
	analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu (analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania)		X	(X)	
	stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą		X		
	opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną			X	
	wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała (realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu)			X	(X)
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z wyznaczeniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczeniem jej energii potencjalnej (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wyznaczeniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczeniem jej energii potencjalnej			X	(X)
6.4. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym	(rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności); posługuje się pojęciem momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z jego jednostką; interpretuje moment bezwładności jako miarę bezwładności ciała w ruchu obrotowym	(X)	X		
	doświadczalnie bada ruch ciał o różnych momentach bezwładności , korzystając z opisu doświadczenia (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji); analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski	X		(X)	
	(wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego); wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej		X	(X)	
	oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy		X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy				
	analizuje dane zawarte w tabeli <i>Momenty bezwładności brył</i> ; porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o wybranych kształtach, formułuje wnioski		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią ruchu bryły sztywnej (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z energią ruchu bryły sztywnej			X	(X)
6.5. Druga zasada dynamiki w ruchu obrotowym	(posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego wraz z jego jednostką); wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kąowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi	(X)	X		
	stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego do opisu ruchu obrotowego wybranej bryły; stosuje w obliczeniach związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kąowym		X		
	wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kąowym			X	
	przeprowadza doświadczenia polegające na wyznaczaniu momentu bezwładności brył sztywnych (korzystając z ich opisów); planuje i modyfikuje ich przebieg; przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczeń, uwzględnia niepewności pomiaru, formułuje wnioski		(X)	X	
	analizuje na wybranym przykładzie (np. kulki staczającej się z równi pochyłej) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki (ilustruje graficznie rozkład sił), wyznacza moment bezwładności bryły			(X)	X
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy, wykorzystując drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego			X	(X)
6.6. Moment pędu	posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot)		X		
	posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką (wyprowadza wzór na moment pędu bryły); stosuje w obliczeniach związek momentu pędu z prędkością kąową		X	(X)	
	doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu ; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)		X	(X)	
	(podaje zasadę zachowania momentu pędu), stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia,	(X)	X		

Zagadnienie (temat lekcji))	Cele operacyjne* Uczeń:	Wymagania**			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	z czego wynika ta zasada				
	analizuje na wybranych przykładach ruch obrotowy układu ciał wokół ustalonej osi na podstawie zasady zachowania momentu pędu (wyjaśnia zmiany prędkości kątowej przy zmianach momentu bezwładności)		X		
	wskazuje w otoczeniu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych) i opisuje przykłady wykorzystywania zasady zachowania momentu pędu, ilustruje je na rysunkach schematycznych			X	
	opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy (wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych)			X	(X)
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe); wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania i problemy z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu			X	(X)
Powtórzenie (Powtórzenie wiedzy o bryle sztywnej; rozwiązywanie zadań dotyczących bryły sztywnej; sprawdzian Bryła sztywna)	realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku (planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu oraz przebieg doświadczenia; formułuje i weryfikuje hipotezy)			X	(X)
	samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i> , posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów; wykorzystuje te informacje do rozwiązywania zadań lub problemów			X	
	dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i> , w szczególności (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności) posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących)	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i>			X	(X)
	rozwiązuje test (lub zestaw zadań) dotyczący treści rozdziału <i>Bryła sztywna</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli jest to konieczne)			X	
		X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			