

4 Przedmiotowy system oceniania (propozycja)

Uwaga! Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

Zasady ogólne

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający – łatwe; na stopień dostateczny – umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
2. Czynności wymagane na poziomach wymagań **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może jeszcze korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
3. W wypadku wymagań na stopnie **wyższym** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne).
4. Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.

Wymagania ogólne – uczeń:

- wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk i wskazuje ich przykłady w otoczeniu,
- rozwiązuje problemy, wykorzystując prawa i zależności fizyczne,
- planuje i przeprowadza obserwacje i doświadczenia, wnioskuje na podstawie ich wyników,
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Ponadto:

- sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dla fizyki,
- kreatywnie rozwiązuje problemy z dziedziny fizyki, **świadomie** wykorzystując metody i narzędzia wywodzące się z informatyki,
- posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi,
- samodzielnie dociera do informacji, dokonuje ich selekcji, syntezy i wartościowania; rzetelnie korzysta z różnych źródeł informacji, w tym z internetu,
- uczy się systematycznie, buduje prawidłowe związki przyczynowo-skutkowe, porządkuje i pogłębia zdobytą wiedzę,
- współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyki lub astronomii.

Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie

(wymagania na kolejne stopnie się **kumulują** – obejmują również wymagania na stopnie niższe)

Symbolem ^R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
1. Wprowadzenie			
Uczeń: • podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie • przelicza wielokrotności i podwielokrotności • wymienia prowadzenie doświadczeń oraz modelowanie matematyczne obserwowanych zjawisk i obiektów jako metody badań fizyki • wyjaśnia, na czym polega prowadzenie doświadczeń fizycznych • rozróżnia pojęcia: zjawiska fizycznego, obiektu, wielkości fizycznej • wyjaśnia, na czym polega pomiar; wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu • określa sposób zapisu wyniku pomiaru (wraz z jednostką); wymienia podstawowe jednostki układu SI: długości, masy i czasu • 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, uwzględniając informacje o niepewności • zapisuje wyniki pomiarów w tabeli • przeprowadza proste obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych • rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą i podaje jej przykłady • odczytuje dane przedstawione w tabelach i na wykresach zależności liniowych	Uczeń: • posługuje się pojęciem roku świetlnego • opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce • wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne • wyjaśnia przyczyny wprowadzenia międzynarodowego układu jednostek miar (układu SI) • wyraża wielkości w podstawowych jednostkach układu SI; przelicza wielokrotności i podwielokrotności (korzystając z tabeli przedrostków) oraz jednostki czasu • wyznacza średnią z wyników pomiaru wykonanego wielokrotnie • rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne, podaje ich przykłady • przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem • posługuje się pojęciami: proporcjonalności prostej, proporcjonalności odwrotnej, zależności liniowej (funkcja liniowa); podaje przykłady • posługuje się pojęciem współczynnika kierunkowego • interpretuje wykresy zależności liniowych (nachylenie prostej i punkty przecięcia z osiami) • rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wykresów	Uczeń: • podaje rzędy wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk • wskazuje przykłady wzajemnego uzupełniania się doświadczenia i modelowania matematycznego w naukach ścisłych • określa miary wzorcowe w układzie SI: długości, masy i czasu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych), dotyczących miar wzorcowych i jednostek wielkości fizycznych • przedstawia dane podane w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego) • posługuje się pojęciami: niepewności maksymalnej wartości średniej, niepewności względnej; oblicza te niepewności • interpretuje wzory opisujące zależności między wielkościami fizycznymi • sporządza wykresy zależności liniowych • opisuje za pomocą wzorów zależności liniowe przedstawione na wykresie	Uczeń: • przygotowuje i przedstawia prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych • posługuje się pojęciem niepewności standardowej wartości średniej; oblicza ją • rozwiązuje nietypowe zadania związane z opisywaniem zależności między wielkościami

2. Ruch prostoliniowy

Uczeń:

- posługuje się pojęciem punktu materialnego
- rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne; podaje przykłady
- określa cechy wektora
- definiuje ruch, posługując się pojęciem układu odniesienia
- opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu
- posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu prostoliniowego; oblicza wartość prędkości i przelicza jej jednostki
- rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową; podaje przykłady
- nazywa ruch po torze prostoliniowym ze stałą prędkością ruchem jednostajnym prostoliniowym; wskazuje przykłady; rysuje wykres $v(t)$
- wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu; rysuje te wykresy na podstawie podanych informacji
- posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, uwzględniając informacje o niepewności
- 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
- posługuje się pojęciem średniej wartości prędkości
- nazywa ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym ruch po torze prostoliniowym, w którym wartość prędkości zmienia się ze stałym przyspieszeniem; podaje przykłady
- nazywa ruchem jednostajnie przyspieszonym ruch, w którym wartość prędkości rośnie w jednostkowych przedziałach czasu o taką

Uczeń:

- wyjaśnia, dlaczego punkt materialny jest modelem ciała
- określa położenie punktu materialnego za pomocą współrzędnej położenia
- wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę)
- opisuje ruch względem różnych układów odniesienia; posługuje się pojęciem wektora przemieszczenia; rozróżnia pojęcia: położenia, przemieszczenia i drogi
- opisuje ruch prostoliniowy, posługując się pojęciem wektora przemieszczenia
- przedstawia graficznie wektory położenia oraz wektor przemieszczenia w wybranym układzie odniesienia
- opisuje wektory przemieszczenia podczas ruchu ciała po prostej (określa współrzędną wektora przemieszczenia)
- dodaje wektory przemieszczenia leżące na jednej prostej
- posługuje się pojęciem prędkości jako wielkości wektorowej
- posługuje się pojęciami: współrzędnej wektora prędkości, prędkości średniej, prędkości chwilowej; oblicza ich wartości
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy infografiki zamieszczonej w podręczniku, dotyczącej prędkości występujących w przyrodzie
- opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnością położenia od czasu
- wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach
- sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami
- posługuje się pojęciem wartości wektora

Uczeń:

- wykonuje działania na wektorach przemieszczenia
- wyprowadza równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego (zależność położenia od czasu)
- uwzględnia niepewności pomiarów przy sporządzaniu i interpretowaniu wykresów zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego od czasu
- zaznacza niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresu zależności $x(t)$; dopasowuje prostą do punktów na wykresie, a na podstawie jej nachylenia wyznacza prędkość ciała
- szacuje wartość spodziewanego wyniku pomiaru lub obliczeń, interpretuje otrzymany wynik i ocenia jego realność
- opisuje rzut pionowy jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$
- wyprowadza i interpretuje wzór przedstawiający zależność położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym, korzystając z wykresu zależności $v(t)$; opisuje zależność drogi od czasu
- 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
- projektuje i przeprowadza proste doświadczenie obrazujące ruch ciała; rejestruje je za pomocą kamery; modyfikuje jego przebieg; przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego); analizuje i opracowuje wyniki

Uczeń:

- wyznacza niepewność pomiaru prędkości ciała wyznaczonej na podstawie nachylenia prostej dopasowanej do punktów na wykresie zależności $x(t)$ w ruchu jednostajnym prostoliniowym
- projektuje i przeprowadza doświadczenie (inne niż opisane w podręczniku) w celu zbadania ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; opracowuje wyniki; prezentuje i ocenia badanie
- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z:
 - opisywaniem ruchów prostoliniowych,
 - ruchem jednostajnym prostoliniowym,
 - ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym

samą wartość, a ruchem jednostajnie opóźnionym – ruch, w którym wartość prędkości maleje w jednostkowych przedziałach czasu o taką samą wartość • posługuje się pojęciem przyspieszenia wraz z jego jednostką do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego • stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła • informuje, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe drodze przebytej przez ciało • 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 • przeprowadza proste doświadczenie (badanie ruchu), korzystając z jego opisu; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; formułuje wnioski; rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, w szczególności: przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	prędkości średniej • rozróżnia pojęcia średniej wartości prędkości i wartości wektora prędkości średniej • rysuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu przy skokowych zmianach wartości prędkości i zwrotu prędkości • posługuje się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej; rozróżnia przyspieszenia średnie i chwilowe • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami wartości prędkości i przyspieszenia od czasu • wyznacza wartości zmiany prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w tabelach i wykresach sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu; właściwe skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi • opisuje spadek swobodny jako przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; rysuje wykresy $v(t)$ • opisuje ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami: położenia, wartości prędkości i drogi od czasu (za pomocą wzorów i wykresów) • wyjaśnia, że pole pod wykresem zależności $v(t)$ jest liczbowo równe zmianie położenia ciała • stosuje w obliczeniach zależność położenia od czasu (równanie ruchu) w ruchu jednostajnie zmiennym • przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań dotyczących ruchu prostoliniowego • przeprowadza doświadczenia: – badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego, – badanie ruchu jednostajnie zmiennego, korzystając z ich opisu; analizuje i opracowuje uzyskane wyniki • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała	• projektuje i przeprowadza doświadczenie w celu wyznaczenia: – prędkości ciała, – przyspieszenia ciała, – modyfikuje jego przebieg; prezentuje wyniki • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących cykloidy oraz prędkości występujących w przyrodzie • samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu • wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów dotyczących ruchu prostoliniowego • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: – opisywaniem ruchów prostoliniowych, – obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, – ruchem jednostajnym prostoliniowym, – ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym	
--	---	---	--

	- rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: - opisywaniem ruchów prostoliniowych, - obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, - ruchem jednostajnym prostoliniowym, korzystając z równania ruchu jednostajnego, wzoru na drogę i wykresów zależności parametrów ruchu od czasu, - ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; sporządza i interpretuje wykresy - przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego tekstu popularnonaukowego dotyczącego ruchów prostoliniowych		
3. Ruch krzywoliniowy			
Uczeń: - rozdziela pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych - wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu - opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami - opisuje zmiany prędkości w ruchu po okręgu; rozdziela przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe - przeprowadza doświadczenia: - badanie rzutu poziomego, - badanie ruchu względem różnych układów odniesienia, korzystając z ich opisów; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski - rozwiązuje proste zadania lub problemy: - dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej,	Uczeń: - posługuje się pojęciem wektora położenia; opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia - posługuje się wektorem przemieszczenia wraz z jego jednostką w ruchu krzywoliniowym; określa cechy wektora przemieszczenia - wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego - wykorzystuje do opisu ruchu krzywoliniowego pojęcie wektora prędkości wraz z jej jednostką; rozdziela prędkość średnią i prędkość chwilową; oblicza te prędkości - wykazuje niezależność ruchu poziomego i ruchu pionowego w rzucie poziomym na podstawie doświadczenia; wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla przebiegu doświadczenia - opisuje rzut poziomy jako dwa niezależne ruchy: spadek swobodny (w pionie) i ruch jednostajny (w poziomie)	Uczeń: - przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej w ruchu krzywoliniowym; określa cechy tych wektorów - rozkłada wektor prędkości w różnych punktach toru ciała w rzucie poziomym na składowe: poziomą i pionową - opisuje zależność $y(x)$ w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza i interpretuje współczynnik w równaniu paraboli $y = ax^2$ - stosuje zasadę dodawania wektorów do graficznego wyznaczania prędkości ciała względem różnych układów odniesienia - wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie - wyprowadza i interpretuje związek pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową w ruchu po okręgu - opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozdziela prędkość kątową średnią	Uczeń: - opisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego - analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące sytuacji, w których obserwator opisujący ruch jest w ruchu względem wybranego układu odniesienia - rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: - związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym, - dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, - związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym - realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu

– związane z rzutem poziomym, – dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	• analizuje rzut poziomy; wykorzystuje równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej • przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru • zapisuje wzory na współrzędne x i y położenia ciała w dowolnej chwili w rzucie poziomym, wykorzystując równania ruchu jednostajnego i ruchu jednostajnie zmiennego • opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę • wskazuje, opisuje i analizuje przykłady względności ruchu • opisuje składanie prędkości na wybranym przykładzie • analizuje ruch wzdłuż jednej prostej i ruch na płaszczyźnie względem różnych układów odniesienia; wykonuje schematyczne rysunki w celu zilustrowania tych ruchów • zapisuje i interpretuje zasadę składania prędkości • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami przemieszczenia kąowego i prędkości kątowej wraz z ich jednostkami; posługuje się radianem jako miarą łukową kąta • wymienia i wykorzystuje zależności między wielkościami opisującymi ruch jednostajny po okręgu • wyznacza graficznie wektor zmiany prędkości w ruchu po okręgu; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości liniowej, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami • stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • przedstawia wybrane informacje z historii fizyki dotyczące badania spadania ciał przez Galileusza • przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia; planuje	i prędkość chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kąowego wraz z jego jednostką • wykazuje graficznie, że wektor przyspieszenia dośrodkowego jest skierowany w stronę środka okręgu • wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kąowe; wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kąowym a przyspieszeniem dośrodkowym; wykazuje, że w ruchu jednostajnym po okręgu przyspieszenie kąowe jest równe zero • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (w tym tekstów popularnonaukowych) dotyczących ruchów krzywoliniowych • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: – dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: przemieszczenia, prędkości średniej i prędkości chwilowej, – związane z rzutem poziomym i rzutem ukośnym, – dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, – związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową, – związane z ruchem po okręgu, realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku - realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu, opisany w podręczniku	
---	--	--	--

	i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i formułuje wnioski - rozwiązuje typowe zadania lub problemy: - związane z rzutem poziomym, - dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia, - związane z ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem		
4. Ruch i siły			
Uczeń: - opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły (jako wielkości wektorowej) wraz z jej jednostką; przedstawia siłę za pomocą wektora; wskazuje cechy wektora siły (wartość, kierunek, zwrot) - rozdziela siły wypadkową i równoważącą; posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym - wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą - 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 - rozpoznaje i nazywa siły oporów ruchu (tarcia, oporu powietrza) - analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a	Uczeń: - wymienia i rozróżnia rodzaje oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjne, elektromagnetyczne, jądrowe), rozpoznaje je i wskazuje w otoczeniu ich przykłady; określa na przykładach skutki oddziaływań - wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań - analizuje siły na przedstawionych ilustracjach (rysunkach, zdjęciach); wyjaśnia na przykładzie, że skutek działania siły zależy od punktu jej przyłożenia - wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie - wykonuje graficznie rozkładanie siły na składowe - rysuje składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi; opisuje je - stosuje zasady dynamiki pierwszą i drugą do opisu zachowania się ciał; wykorzystuje pojęcie siły jako wielkości wektorowej do opisu różnych możliwości ruchu ciał; opisuje ruch ciał na równi pochyłej, wyjaśnia niezależność ruchów - doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki;	Uczeń: - posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących oddziaływań fundamentalnych - wyznacza siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; oblicza wartość tej siły - wyznacza składowe siły ciężkości na równi pochyłej, działające równoległe i prostopadłe do powierzchni równi - wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił rozkładania ich na składowe - analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał; przewiduje i uzasadnia ich skutki, posługując się trzecią zasadą dynamiki - rozdziela i opisuje tarcie poślizgowe i tarcie toczne - analizuje ruch ciała na równi pochyłej; wykonuje graficznie rozkład sił, wyznacza składowe siły ciężkości i siłę tarcia oraz	Uczeń: - rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z: - dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, - wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu, - wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, - ruchem, z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, - ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową, - siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych - realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem i siłami

przyspieszeniem • opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki oraz pojęciem siły jako wielkości wektorowej; wskazuje w otoczeniu przykłady wzajemnego oddziaływania ciał • doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia • opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie); wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia • wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej zwrot; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami; stosuje drugą i trzecią zasadę dynamiki do opisu ruchu po okręgu • analizuje tekst popularnonaukowy <i>Czy można biegać po wodzie?</i>; wyodrębnia z niego informacje kluczowe i posługuje się nimi • przeprowadza doświadczenia: – badanie skutków oddziaływań, wyznaczanie wartości siły, – badanie równoważenia się sił, – obserwacje ruchu po okręgu, korzystając z ich opisu; przedstawia wyniki doświadczeń i formułuje wnioski • rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z: – dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, – wykorzystaniem pierwszej i drugiej zasady dynamiki, – wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, – ruchem jednostajnym po okręgu, – siłami bezwładności, w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel, wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie	opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i formułuje wnioski • stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje na przykładzie skutki wzajemnego oddziaływania ciał • 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 • rozróżnia i opisuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego, posługuje się tymi współczynnikami, wyjaśnia, od czego one zależą • opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach • analizuje i opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu; wyjaśnia rolę siły tarcia na wybranych przykładach ruchu po okręgu • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości kątowej, przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej wraz z ich jednostkami • stosuje w obliczeniach związku między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową • rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne • 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 • stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza) • opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia, podaje warunki i przykłady ich występowania • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących zasad dynamiki, w tym historii ich formułowania	wartość współczynnika tarcia • wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia • wyprowadza i interpretuje związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową, przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową • omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych • stosuje pojęcie sił bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych • opisuje stan niedociążenia • wyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa; omawia działanie siły Coriolisa na Ziemi • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: – badania równoważenia się sił, – badania, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, – doświadczenia ilustrującego trzecią zasadę dynamiki, – badania zależności tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku, - formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji • sporządza i interpretuje wykresy zależności: – przyspieszenia od siły $a(F)$ i masy $a(m)$ oraz odwrotności masy $a(1/m)$, – tarcia od siły nacisku (wyznacza współczynnik tarcia), – siły dośrodkowej od kwadratu prędkości liniowej, - 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, wyznacza, określa i interpretuje jej współczynnik kierunkowy • opracowuje wyniki doświadczenia – badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu	
--	--	---	--

z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	- wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego <i>Czy można biegać po wodzie</i> do rozwiązywania zadań lub problemów - przeprowadza doświadczenia: - bada, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, - bada zależność tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły nacisku, doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi, doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu, doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących, - korzystając z ich opisu; przedstawia, analizuje i opracowuje uzyskane wyniki, formułuje wnioski - rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: - dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, - wykorzystaniem zasad dynamiki, pierwszej i drugiej, - wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, - ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, ruchem jednostajnym po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową - siłami bezwładności, - w szczególności: tworzy rysunki schematyczne, sporządza i interpretuje wykresy, posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem - dokonuje syntezy wiedzy o ruchu i siłach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	- doświadczalnie ilustruje stan nieważkości i działanie siły odśrodkowej oraz siły Coriolisa - samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu i sił, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu - rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: - dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe, - wykorzystaniem zasad dynamiki pierwszej i drugiej oraz równań ruchu, - wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki, - ruchem – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki, - ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związków między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym i siłą dośrodkową, - siłami bezwładności oraz opisem zjawisk (ruchu ciała) w układach inercjalnych i nieinercjalnych	
---	--	--	--

5. Energia i pęd

Uczeń:

- posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy wraz z ich jednostkami; stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, oraz związek mocy z pracą i czasem, w jakim została wykonana; opisuje związki dżuła i wata z jednostkami podstawowymi
- posługuje się pojęciem energii, w tym energii potencjalnej grawitacji wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji
- wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady z otoczenia
- posługuje się pojęciem energii kinetycznej wraz z jej jednostką, oblicza energię kinetyczną; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii kinetycznej
- wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk
- wskazuje w otoczeniu przykłady przemian energii
- posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości wraz z jej jednostką; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii sprężystości
- posługuje się pojęciem pędu i jednostką pędu
- rozróżnia zderzenia sprężyste i zderzenia niesprężyste; wskazuje w otoczeniu przykłady zderzeń
- analizuje artykuł popularnonaukowy dotyczący zderzeń; wyodrębnia informacje kluczowe i posługuje się nimi
- doświadczalnie bada zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, korzystając z opisu doświadczenia
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
 - związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,
 - związane z energią potencjalną,

Uczeń:

- 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
- interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę
- wyjaśnia na przykładzie, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości nie zależy od sposobu przemieszczania ciała
- wyjaśnia na wybranym przykładzie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała
- wyjaśnia, jak zmienia się energia, jeśli siła wykonuje pracę dodatnią, a jak, jeśli siła wykonuje pracę ujemną
- analizuje przemiany energii na wybranych przykładach
- stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej
- opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką
- przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny; wykazuje, że pole pod wykresem jest liczbowo równe pracy wykonanej podczas rozciągania sprężyny
- analizuje na wybranym przykładzie (np. skoku o tyczce) przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości
- stosuje w obliczeniach zależność $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
- interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły
- 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
- analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń

Uczeń:

- oblicza pracę na podstawie wykresów zależności $F(s)$ i $P(t)$
- wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała
- wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą siłę podczas rozpędzania ciała jest równa przyrostowi jego energii kinetycznej
- posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; stosuje w obliczeniach pojęcie sprawności
- podaje warunki stosowania prawa Hooke'a
- wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości; wykazuje doświadczalnie związek między energią potencjalną sprężystości a wydłużeniem sprężyny oblicza energię potencjalną sprężystości
- analizuje przemiany energii z uwzględnieniem energii potencjalnej sprężystości na przykładach innych niż opisane w podręczniku
- wykazuje zależność $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
- uzasadnia zasadę zachowania pędu, korzystając z zależności oraz trzeciej zasady dynamiki
- wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się ciał przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu
- rozróżnia zderzenia centralne i zderzenia niecentralne, ilustruje je graficznie; opisuje je na przykładach (np. z różnych dyscyplin sportu)
- analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach, ilustruje je na rysunkach schematycznych; wykazuje doświadczalnie i wyznacza zmiany prędkości
- posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub

Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane:
 - z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy,
 - z energią potencjalną,
 - z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii,
 - z energią potencjalną sprężystości,
 - z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta p = \vec{F} \Delta p$
 - ze zderzeniami sprężystymi
- realizuje i prezentuje własny projekt związany z energią i pędem

– korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, – związane z energią potencjalną sprężystości, – związane wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta p$ – dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	niesprężystych i w obliczeniach • analizuje zderzenia sprężyste na wybranych przykładach; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu w opisach zderzeń sprężystych i w obliczeniach • przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego dotyczącego zderzeń pt. <i>Fizyk ogląda TV</i>; wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tego tekstu do rozwiązywania zadań lub problemów • doświadczalnie bada: – od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia, – zależność wydłużenia sprężyny od siły odkształcającej, – zderzenia ciał; wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu, – zjawisko odrzutu oraz wyznacza prędkości ciał po odrzucie, • przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski • rozwiązuje typowe zadania lub problemy: – związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, – związane z energią potencjalną, – korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i zasady zachowania energii, – związane z energią potencjalną sprężystości, – związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta p$ – dotyczące zderzeń niesprężystych, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem • dokonuje syntezy wiedzy o energii i pędzie; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	zaczepniętych z internetu, dotyczącymi: – mocy i sprawności różnych urządzeń, – form energii • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: – związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy, – związane z wykorzystaniem zasad dynamiki i zasady zachowania energii, – związane z energią potencjalną sprężystości, – związane z wykorzystaniem zasady zachowania pędu oraz zależności $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta p$ – dotyczące zderzeń sprężystych. • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących: – badania, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, – badania zjawiska odrzutu, – badania zderzeń ciał oraz wyznaczania masy lub prędkości jednego z ciał, z wykorzystaniem zasady zachowania pędu, 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	
---	--	--	--

6. Bryła sztywna

Uczeń:

- wyjaśnia i stosuje pojęcie bryły sztywnej; wskazuje na przykładach granice stosowania modeli punktu materialnego i bryły sztywnej
- rozróżnia ruchy postępowy i obrotowy bryły sztywnej, wskazuje w otoczeniu ich przykłady
- rozróżnia pojęcia masy i momentu bezwładności
- posługuje się pojęciem przyspieszenia kąтового wraz z jego jednostką
- podaje zasadę zachowania momentu pędu
- przeprowadza doświadczenia polegające na:
 - demonstrowaniu lub badaniu ruchu bryły sztywnej,
 - badaniu zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił,
 - wyznaczaniu środka ciężkości ciał płaskich,
 - **badaniu ruchu ciał o różnych momentach bezwładności**, korzystając z opisu doświadczeń; analizuje i przedstawia wyniki doświadczeń, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy związane z:
 - opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,
 - wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,
 - energią ruchu bryły sztywnej,
 - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu,
 w szczególności: wyodrębnia z tekstów, tabel,

Uczeń:

- opisuje na wybranym przykładzie ruch złożony bryły sztywnej jako sumę ruchów prostych
- opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątovej, przyspieszenia kątovej, okresu i częstotliwości
- 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
- 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)
- stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił
- formułuje i stosuje pierwszą zasadę zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; analizuje równowagę brył sztywnych w sytuacji, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie
- posługuje się pojęciem środka ciężkości; rozróżnia środek masy i środek ciężkości; wyjaśnia, kiedy znajdują się one w tym samym punkcie
- odróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciała, którego wymiarów niemożna pominąć
- analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu
- stosuje w obliczeniach pojęcie momentu siły i warunki statyki bryły sztywnej oraz związek zmiany energii potencjalnej z wykonaną pracą
- 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
- wyjaśnia, od czego zależy energia kinetyczna

Uczeń:

- projektuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące ruch bryły sztywnej; modyfikuje jego przebieg
- opisuje ruch wokół ruchomej osi – precesję – na wybranym przykładzie (np. ruchu bączka); wskazuje przykłady zjawiska precesji
- stosuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał
- wyznacza wypadkowy moment siły; wskazuje i opisuje przykłady zastosowania dodawania momentów sił (np. dźwignie); analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod działaniem momentu siły
- opisuje na przykładzie (np. skoku o tyczce) wykorzystanie związku energii potencjalnej ciała z położeniem środka ciężkości
- wyznacza i oblicza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości
- analizuje zmiany energii potencjalnej ciała podczas jego obracania
- opisuje na wybranym przykładzie wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; rozróżnia równowagi: obojętną, trwałą i chwiejną
- wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady sytuacji, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność konstrukcji) oraz sposoby zwiększania stabilności ciała
- wyprowadza wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego
- wykazuje związek między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym
- analizuje (na przykładzie kulki staczającej się z równi pochyłej) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; ilustruje graficznie rozkład sił

Uczeń:

- uzasadnia wzór na wektor położenia środka masy układu ciał
- analizuje (na wybranym przykładzie, innym niż opisany w podręczniku) zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły na podstawie drugiej zasady dynamiki; wyznacza moment bezwładności bryły
- wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami wynikającymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych
- rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy związane z:
 - opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,
 - wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,
 - energią ruchu bryły sztywnej,
 - wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego,
 - wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu
- planuje i modyfikuje wykonanie przyrządu (wahadła Oberbecka) oraz przebieg doświadczenia z zastosowaniem tego przyrządu – według projektu opisanego w podręczniku (*Wahadło Oberbecka*); formułuje i weryfikuje hipotezy
- realizuje projekt związany ze statyką ciał, np. projektuje wybrany przedmiot i bada jego stabilność, korzystając

wykresów i rysunków informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych	w ruchu obrotowym; stosuje w obliczeniach wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej • oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy 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 • wyjaśnia, od czego zależy przyspieszenie kątowe bryły poruszającej się ruchem obrotowym wokół stałej osi • 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 kątowym • doświadczalnie wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z opisów doświadczeń • posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego wraz z jego jednostką; określa cechy wektora momentu pędu (wartość, kierunek, zwrot) • posługuje się pojęciem momentu pędu bryły i układu ciał wraz z jego jednostką; stosuje w obliczeniach związek między momentem pędu i prędkością kątową • stosuje zasadę zachowania momentu pędu do wyjaśniania zjawisk i obliczeń; wyjaśnia, z czego ta zasada wynika • doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu; przedstawia, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz formułuje wnioski • 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) • rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z: – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał,	• wyprowadza wzór na moment pędu bryły • wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych); ilustruje je na rysunkach schematycznych • opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi ruchu brył sztywnych • planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń: – badanie zachowania się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił, – wyznaczanie środka ciężkości ciał płaskich, – badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności, – wyznaczanie momentu bezwładności brył sztywnych, – demonstracja zasady zachowania momentu pędu, formułuje hipotezy i prezentuje kroki niezbędne do ich weryfikacji • 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 i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów • rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy związane z: – opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu ciał, – wyznaczaniem momentów sił i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej,	z informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych lub internetu • realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału <i>Bryła sztywna</i>
--	--	---	--

	– wyznaczaniem momentów sił oraz stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej i pierwszej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej, – energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem • dokonuje syntezy wiedzy o bryle sztywnej; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności	– energią ruchu bryły sztywnej, – wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego, – wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu • realizuje i prezentuje projekt <i>Wahadło Oberbecka</i> opisany w podręczniku	
--	---	--	--

Sposoby sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia

Osiągnięcia edukacyjne ucznia są sprawdzane:

- ustnie (waga 0,2),
- pisemnie (waga 0,5),
- praktycznie, tzn. w trakcie wykonywania doświadczeń (waga 0,3). Ocena klasyfikacyjna jest średnią ważoną ocen częściowych.

$$ocena = \frac{\text{suma ocen „ustne”} \cdot 0,2 + \text{suma ocen „pisemne”} \cdot 0,5 + \text{suma ocen „praktyczne”} \cdot 0,3}{\text{liczba ocen „ustne”} \cdot 0,2 + \text{liczba ocen „pisemne”} \cdot 0,5 + \text{liczba ocen „praktyczne”} \cdot 0,3}$$

Na ocenę klasyfikacyjną wpływają również aktywność na lekcji i zaangażowanie w naukę. Te czynniki są brane pod uwagę zwłaszcza wtedy, gdy ocena jest pośrednia (np. 4,5).

Warunki i tryb uzyskiwania oceny wyższej niż przewidywana

Zgodne z zapisami w **statucie** szkoły.

Starając się o podwyższenie przewidywanej oceny klasyfikacyjnej, uczeń powinien się wykazać umiejętnościami w zakresie tych elementów oceny, w których jego osiągnięcia nie spełniały wymagań. Jeśli np. jego słabą stroną były oceny „ustne”, sprawdzanie odbywa się ustnie.