

Wymagania edukacyjne dla uczniów klas pierwszych liceum po szkole podstawowej – poziom rozszerzony

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
1.1. Przedmiot i metody badań fizyki	<ul style="list-style-type: none"> • orientuje się w rzędach wielkości rozmiarów i mas obiektów, którymi zajmuje się fizyka, oraz czasu trwania wybranych zjawisk • opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce • wie, że fizyka opiera się na doświadczeniach i modelowaniu matematycznym obserwowanych zjawisk i obiektów • posługuje się pojęciem roku świetlnego; przelicza wielokrotności i podwielokrotności
1.2. Pomiary i jednostki	<ul style="list-style-type: none"> • zna podstawowe wielkości mierzone podczas badań ruchu • wie, na czym polega pomiar; wynik pomiaru lub obliczeń zapisuje wraz z jednostką • wie, dlaczego wprowadzono międzynarodowy układ jednostek miar (układ SI) • zna miary wzorcowe i podstawowe jednostki długości, masy i czasu w układzie SI • posługuje się tabelą przedrostków wielokrotności i podwielokrotności
1.3. Wstęp do analizy danych pomiarowych	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów • posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; zapisuje wynik pomiaru wraz z jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności • rozróżnia błędy przypadkowe i systematyczne • zapisuje wyniki pomiarów w tabeli; przedstawia dane podane w tabeli za pomocą histogramu (wykresu słupkowego) • wyznacza średnią i jej niepewność z wyników powtarzanego pomiaru • posługuje się pojęciami: niepewność względna, niepewność maksymalna i niepewność standardowa wartości średniej
1.4. Opisywanie zależności między wielkościami	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami: proporcjonalność prosta, proporcjonalność odwrotna, zależność liniowa (funkcja liniowa), współczynnik kierunkowy • interpretuje wzory opisujące zależności wielkości fizycznych • interpretuje wykresy zależności liniowych • sporządza wykresy zależności liniowych • opisuje za pomocą wzorów zależności liniowe przedstawione na wykresie
2.1. Jak opisać położenie ciała	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenie (badanie ruchu); opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu • posługuje się pojęciem punktu materialnego • określa położenie punktu materialnego

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne; określa cechy wektora • posługuje się pojęciem wektora położenia • wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przez liczbę) • rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach i określaniem położenia ciała
2.2. Opis ruchu prostoliniowego	<ul style="list-style-type: none"> • rozumie, co to znaczy, że ruch jest pojęciem względnym • posługuje się pojęciami: układ odniesienia, wektor przemieszczenia, opisując ruch • rozróżnia pojęcia: wektor położenia ciała, wektor przemieszczenia, droga • przedstawia graficznie w wybranym układzie odniesienia wektory położenia i wektor przemieszczenia • opisuje wektory przemieszczeń podczas ruchu ciał po prostej • wykonuje działania na wektorach przemieszczeń • rozwiązuje zadania dotyczące opisu przemieszczeń podczas ruchu prostoliniowego
2.3. Prędkość w ruchu prostoliniowym	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem prędkości (wraz z jednostką) jako wielkości wektorowej; przelicza jednostki prędkości • posługuje się pojęciami: współrzędna wektora prędkości, prędkość średnia, prędkość chwilowa • analizuje na wybranych przykładach prędkości występujące w przyrodzie • rozwiązuje zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i chwilowej, posługując się kalkulatorem
2.4. Ruch jednostajny prostoliniowy	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego • sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkości, położenia, drogi) od czasu; dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami • oblicza parametry ruchu jednostajnego prostoliniowego (prędkość i drogę), wykorzystując równanie tego ruchu (zależność $x(t)$) • opisuje ruch jednostajny prostoliniowy, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi od czasu • wyznacza położenie, wartość prędkości i drogę w ruchu jednostajnym na podstawie danych przedstawionych w postaci tabel i wykresów • posługuje się pojęciem niepewności pomiaru; • uwzględnia niepewności przysporządzaniu wykresów; • wyznacza niepewność pomiaru prędkości • rozwiązuje zadania związane z ruchem jednostajnym prostoliniowym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
2.5. Ruch prostoliniowy	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia prędkość chwilową i prędkość średnią

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
zmienny	<ul style="list-style-type: none"> • zna i stosuje pojęcie średniej wartości prędkości • rozróżnia pojęcia: średnia wartość prędkości i wartość wektora prędkości średniej • rysuje i interpretuje wykresy ruchu przy skokowych zmianach prędkości i przy zmianach zwrotu prędkości
2.6. Przyspieszenie w ruchu zmiennym	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem przyspieszenia (wraz z jednostką) jako wielkością wektorową • 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 przedstawionych w postaci tabel i wykresów • sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu • przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego; analizuje jego wyniki • rozwiązuje zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
2.7. Położenie w ruchu jednostajnie zmiennym	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje za pomocą wzorów i wykresów ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości oraz drogi od czasu • wyznacza położenie, wartość prędkości, wartość przyspieszenia i drogę w ruchu jednostajnie zmiennym na podstawie danych przedstawionych w postaci tabel i wykresów • przeprowadza doświadczenie – badanie ruchu jednostajnie zmiennego; analizuje jego wyniki • sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnie zmiennego (prędkości, położenia, drogi) od czasu; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów • oblicza parametry ruchu jednostajnie zmiennego, wykorzystując zależności położenia, wartości prędkości oraz drogi od czasu (zależność $x(t)$) • rozwiązuje zadania związane z ruchem prostoliniowym jednostajnie zmiennym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących ruchów prostoliniowych • rozwiązuje zadania lub problemy, wykorzystując informacje pochodzące z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących ruchów prostoliniowych
3.1. Ruch krzywoliniowy	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia pojęcia toru i drogi; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchów krzywoliniowych

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni za pomocą współrzędnych i wektora położenia • wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie) o różnych kierunkach; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego • opisuje ruch krzywoliniowy, posługując się wielkościami wektorowymi: przemieszczeniem i prędkością (wraz z jednostkami) • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących ruchów krzywoliniowych • rozwiązuje zadania dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami: prędkości średniej, prędkości chwilowej i przemieszczenia; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
3.2. Rzut poziomy	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje doświadczalnie niezależność ruchów w rzucie poziomym (ruchu poziomego i ruchu pionowego) • opisuje ruchy złożone (rzut poziomy, rzut ukośny) jako sumę ruchów prostych; analizuje rzut poziomy jako przykład ruchu dwuwymiarowego • przedstawia graficznie tor ciała w rzucie poziomym; zaznacza wektor prędkości w różnych punktach toru; rozkłada go na składowe: poziomą i pionową <ul style="list-style-type: none"> • opisuje położenie ciała w rzucie poziomym za pomocą współrzędnych x i y • opisuje tor ruchu (zależność $y(x)$) w rzucie poziomym jako parabolę • Ropisuje i analizuje rzut ukośny; wyznacza zasięg rzutu ukośnego • rozwiązuje zadania dotyczące rzutu poziomego i Rrzutu ukośnego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
3.3. Prędkość w różnych układach odniesienia	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch względem różnych układów odniesienia • wie, jak prędkość ciała w różnych układach odniesienia zależy od wzajemnej prędkości tych układów • przeprowadza doświadczenia – badanie ruchu względem różnych układów odniesienia, korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; przedstawia wyniki doświadczeń i wyciąga wnioski • wyznacza prędkość ciała względem różnych układów odniesienia; graficznie ilustruje i oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej i na płaszczyźnie • rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące ruchu względem różnych układów odniesienia; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
3.4. Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej oraz przemieszczenia kąowego, prędkości kątowej (wraz z jednostkami)

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową i prędkością liniową • opisuje ruch niejednostajny po okręgu; rozróżnia prędkości kątowe średnią i chwilową; posługuje się pojęciem przyspieszenia kątowego (wraz z jednostką) • rozwiązuje zadania związane z ruchem jednostajnym po okręgu, wykorzystując związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową; prowadzi obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
3.5. Przyspieszenie dośrodkowe	<ul style="list-style-type: none"> • wie, że przyspieszenie dośrodkowe wiąże się ze zmianą kierunku wektora prędkości; określa kierunek i zwrot przyspieszenia dośrodkowego; rozróżnia przyspieszenie dośrodkowe i przyspieszenie kątowe • opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: prędkości liniowej, prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego (wraz z jednostkami) • stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym • rozwiązuje zadania związane z ruchem jednostajnym po okręgu, wykorzystując związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
4.1. Oddziaływania	<ul style="list-style-type: none"> • zna rodzaje oddziaływań fundamentalnych, wskazuje ich przykłady w otoczeniu • wyjaśnia na przykładach wzajemność oddziaływań • przeprowadza doświadczenia – badanie skutków oddziaływań, wyznaczanie wartości siły • opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siły jako wielkości wektorowej (wraz z jednostką) • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących oddziaływań fundamentalnych (grawitacyjnych, elektromagnetycznych, jądrowych)
4.2. Dodawanie sił i rozkładanie ich na składowe	<ul style="list-style-type: none"> • wyznacza i rysuje siłę wypadkową w przypadku sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą • przeprowadza doświadczenie – badanie równoważenia się sił, korzystając z jego opisu; planuje i modyfikuje jego przebieg; przedstawia wyniki doświadczenia i wyciąga wnioski • wyznacza graficznie siłę wypadkową w przypadku sił działających na płaszczyźnie w dowolnych kierunkach • wykonuje graficznie rozkładanie siły na składowe; wyznacza składowe siły ciężkości na równi pochyłej

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia na przykładach praktyczne wykorzystanie dodawania sił i rozkładania ich na składowe • rozwiązuje zadania lub problemy związane z dodawaniem sił i rozkładaniem ich na składowe; prowadzi obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
4.3. Pierwsza i druga zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki; posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał • analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki; stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem • stosuje pierwszą i drugą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; opisuje ruch ciał na równi pochyłej • przeprowadza doświadczenia – bada, jak przyspieszenie zależy od siły i masy, korzystając z ich opisu; planuje i modyfikuje ich przebieg; przedstawia i analizuje ich wyniki, wyciąga wnioski • sporządza i interpretuje wykresy zależności przyspieszenia od siły $a(F)$ i masy $a(m)$ oraz odwrotności masy $a\left(\frac{1}{m}\right)$ na podstawie wyników doświadczeń; uwzględnia niepewności pomiarów i opory ruchu • posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących zasad dynamiki, m.in. historii ich formułowania • rozwiązuje zadania lub problemy związane z wykorzystaniem pierwszej i drugiej zasady dynamiki oraz równań ruchu
4.4. Trzecia zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki oraz pojęciem siły (jako wielkości wektorowej) • doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu, przedstawia jego wyniki i wyciąga wnioski • stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał; rysuje (przedstawia za pomocą wektorów) i opisuje siły wzajemnego oddziaływania ciał • analizuje wzajemne oddziaływanie i zachowanie się ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki • rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki
4.5. Siła tarcia	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie statyczne, tarcie kinetyczne); rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego i tarcia statycznego, posługuje się nimi • opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siły tarcia; zaznacza wektor siły tarcia i określa jego cechy; omawia rolę siły tarcia na wybranych przykładach • wyjaśnia mikroskopową przyczynę występowania sił tarcia • przeprowadza doświadczenia – bada zależność tarcia od przyłożonej siły i rodzaju powierzchni oraz siły

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<p>nacisku, korzystając z ich opisu; przedstawia i analizuje wyniki doświadczenia (wykres zależności tarcia od przyłożonej siły zewnętrznej oraz siły nacisku), wyciąga wnioski i wyznacza współczynnik tarcia</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna metody wyznaczania współczynnika tarcia; doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi • wyodrębnia informacje kluczowe z tekstów, tabel, wykresów i rysunków • rozwiązuje zadania lub problemy związane z ruchem ciał – z uwzględnieniem sił tarcia i wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
4.6. Siła dośrodkowa	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu; podaje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej • analizuje i opisuje zależność między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu, z wykorzystaniem drugiej i trzeciej zasady dynamiki • doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu w ruchu jednostajnym po okręgu; opracowuje wyniki doświadczenia i wyciąga wnioski • opisuje ruch po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej, prędkości kątowej oraz przyspieszenia dośrodkowego i siły dośrodkowej • stosuje w obliczeniach związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową i przyspieszeniem dośrodkowym a siłą dośrodkową; oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu oraz wartość siły dośrodkowej • rozwiązuje zadania lub problemy związane z ruchem po okręgu, z wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem okręgu
4.7. Siły bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych • posługuje się pojęciem siły bezwładności; stosuje to pojęcie do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych • doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących • stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza) • doświadczalnie ilustruje stan nieważkości i działanie siły odśrodkowej oraz ^Rsiły Coriolisa • opisuje stan nieważkości, stan przeciążenia i stan ^Rniedociążenia; podaje warunki i przykłady ich występowania • ^Rwyjaśnia na przykładach przyczynę działania siły Coriolisa • rozwiązuje zadania lub problemy związane z siłami bezwładności oraz opisami zjawisk (ruchu ciał) w układach inercjalnych i nieinercjalnych

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
5.1. Praca i moc jako wielkości fizyczne	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciami pracy mechanicznej i mocy (wraz z jednostkami) • analizuje zależność pracy od kąta między kierunkiem wektora siły a kierunkiem ruchu ciała • interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę • rozwiązuje zadania lub problemy związane z obliczaniem pracy mechanicznej i mocy; prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
5.2. Pojęcie energii. Energia potencjalna grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem energii potencjalnej grawitacji (wraz z jednostką); opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji • wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez siłę równoważącą siłę ciężkości jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała • określa, jak zmienia się energia w przypadku pracy dodatniej, a jak – w przypadku pracy ujemnej • wykazuje, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała; ilustruje to doświadczalnie • wie, że energia potencjalna ciała zależy od poziomu odniesienia; oblicza energię potencjalną ciała • wymienia różne formy energii, podaje ich przykłady w otoczeniu • rozwiązuje zadania lub problemy związane z energią potencjalną; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
5.3. Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem energii kinetycznej (wraz z jednostką); opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; • wyznacza zmianę energii kinetycznej • wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk i analizy ruchu ciał • analizuje przemiany energii na wybranych przykładach; posługuje się pojęciem układu izolowanego • stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej • posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych; umie obliczyć sprawność • rozwiązuje zadania lub problemy, korzystając ze wzoru na energię kinetyczną i z zasady zachowania energii; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
5.4. Energia potencjalna sprężystości	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem siły sprężystości; wie, od czego zależy siła sprężystości • opisuje i wykazuje doświadczalnie proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości (wraz z jednostką) • przedstawia i interpretuje wykres zależności siły sprężystości od wydłużenia sprężyny • posługuje się pojęciem energii potencjalnej sprężystości (wraz z jednostką); opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii; wyznacza zmianę energii potencjalnej sprężystości • wie, od czego zależy energia potencjalna sprężystości; oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	<p>przemian energii rozwiązuje zadania lub problemy, korzystając z: prawa Hooke’a, wzoru na energię potencjalną sprężystości i zasady zachowania energii mechanicznej; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>
5.5. Pęd. Zasada zachowania pędu	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem pędu (wraz z jednostką) • interpretuje drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły; posługuje się drugą zasadą dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$; wykorzystuje ją w obliczeniach • doświadczalnie bada zderzenia ciał oraz wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu • wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał • wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i odrzutu • rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania pędu i drugiej zasady dynamiki w postaci $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta p$; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
5.6. Zderzenia sprężyste i niesprężyste	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste; podaje przykłady zderzeń sprężystych i niesprężystych • analizuje zderzenia niesprężyste; stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych; wykorzystuje ją w obliczeniach • wyjaśnia, dlaczego suma energii kinetycznych zderzających się ciał jest większa przed zderzeniem niesprężystym niż po nim • doświadczalnie bada zderzenia ciał oraz wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu • analizuje zderzenia sprężyste; stosuje zasadę zachowania energii kinetycznej i zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych; wykorzystuje ją w obliczeniach • analizuje i opisuje zderzenia sprężyste ciał o różnych masach • rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące zderzeń sprężystych i niesprężystych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.1. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> • wie, co to jest bryła sztywna; stosuje pojęcie bryły sztywnej; zna granice stosowalności modeli punktu materialnego i bryły sztywnej • rozróżnia ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej; opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi, stosując pojęcia: prędkości kątowej, przyspieszenia kątowego, okresu, częstotliwości • doświadczalnie demonstruje lub bada ruch bryły sztywnej; opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu • zna pojęcie środka masy i posługuje się nim; wyznacza położenie środka masy bryły lub układu ciał • wykorzystuje w obliczeniach wzór na wektor położenia środka masy układu ciał; uzasadnia ten wzór • rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisywaniem ruchu brył sztywnych i wyznaczaniem położenia środka masy układu

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
	ciał; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.2. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> • postępuje się pojęciem momentu sił (wraz z jednostką); wyznacza moment siły i określa jego cechy) • doświadczalnie bada zachowanie się ciał w zależności od sposobu przyłożenia sił; przedstawia wyniki doświadczeń, wyciąga wnioski; analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej • stosuje warunki statyki bryły sztywnej; wykorzystuje w obliczeniach warunek równowagi momentów sił • zna i stosuje pierwszą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego • rozwiązuje 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 ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.3. Środek ciężkości i energia potencjalna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> • wie, co to jest środek ciężkości i kiedy znajduje się on w tym samym punkcie co środek masy • doświadczalnie wyznacza środek ciężkości ciał płaskich; przedstawia wyniki doświadczeń, wyciąga wnioski • rozróżnia energię potencjalną grawitacji ciała traktowanego jako punkt materialny i energię potencjalną ciała, którego wymiarów nie można pominąć; wyznacza energię potencjalną bryły sztywnej z uwzględnieniem położenia jej środka ciężkości • analizuje warunki równowagi ciała stojącego na podłożu; analizuje zmiany energii potencjalnej podczas obracania ciała • opisuje wpływ położenia środka ciężkości na stabilność ciała; wskazuje sposoby zwiększania stabilności ciała • rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem środka ciężkości i stosowaniem warunków statyki bryły sztywnej oraz wyznaczaniem jej energii potencjalnej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.4. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym	<ul style="list-style-type: none"> • postępuje się pojęciem momentu bezwładności (wraz z jednostką) jako wielkości zależnej od rozkładu mas • doświadczalnie bada ruch ciał o różnych momentach bezwładności • wie, od czego zależy energia kinetyczna 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 • porównuje wzory na moment bezwładności dla brył o jednorodnej gęstości i wybranych kształtach • rozwiązuje zadania lub problemy związane z energią ruchu bryły sztywnej; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.5. Druga zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • postępuje się pojęciem przyspieszenia kątownego (wraz z jednostką); wie, od czego zależy przyspieszenie kątowe w ruchu

Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia Uczeń:
w ruchu obrotowym bryły sztywnej	<p>obrotowym bryły sztywnej</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna i stosuje drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego; wykorzystuje w obliczeniach związki między momentem siły i momentem bezwładności a przyspieszeniem kątowym do obliczeń • przeprowadza doświadczenia – wyznacza moment bezwładności brył sztywnych, korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; przedstawia i opracowuje wyniki doświadczeń, uwzględniając niepewności pomiaru; wyciąga wnioski • analizuje na wybranym przykładzie zachowanie się bryły pod działaniem momentu siły • rozwiązuje zadania lub problemy związane z wyznaczaniem momentu bezwładności i stosowaniem drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem
6.6. Moment pędu	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego i bryły (wraz z jednostką); stosuje w obliczeniach związki między momentem pędu i prędkością kątową • zna zasadę zachowania momentu pędu, wykorzystuje ją do analizowania ruchu obrotowego układu ciał wokół ustalonej osi i wyjaśniania zjawisk oraz do obliczeń • doświadczalnie demonstruje zasadę zachowania momentu pędu, opisuje i wyjaśnia wyniki doświadczenia oraz wyciąga wnioski • wskazuje i opisuje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w otoczeniu (np. w sporcie, urządzeniach technicznych) • opisuje i ilustruje doświadczalnie efekt żyroskopowy; wyjaśnia na przykładach zastosowania żyroskopu, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych • rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem