**Szczegółowe wymagania na poszczególne stopnie – fizyka klasa 1.**

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 do- stateczny 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 **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **dodatkowe** (na stopień dobry - umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry - trudne).
4. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry, a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program na- uczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z róż- nych źródeł; poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub w olim- piadzie fizycznej).

# **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** |
| **Wprowadzenie** |
| **Uczeń**:* wyjaśnia, jakie obiekty stanowią przedmiot zainteresowania fizyki i astronomii; wskazuje ich przykłady
* przelicza wielokrotności i podwielokrotności, korzystając z tabeli przedrostków jednostek
* wskazuje podstawowe sposoby badania otaczającego świata w fizyce i innych naukach przyrodniczych; wyjaśnia na przykładach różnicę między obserwacją a doświadczeniem
* wymienia, posługując się wybranym przykładem, podstawowe etapy doświadczenia; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania
* posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności
* rozwiązuje proste zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych
* analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący zastosowań fizyki w wielu dziedzinach nauki i życia (pod kierunkiem nauczyciela); wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe i przedstawia je w różnych postaciach
 | **Uczeń**:* porównuje rozmiary i odległości we Wszechświecie, korzystając z infografiki zamieszczonej w podręczniku
* opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; opisuje inne galaktyki
* opisuje budowę materii
* wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania zadań
* wymienia podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki w układzie SI, wskazuje przyrządy służące do ich pomiaru
* wyjaśnia (na przykładzie) podstawowe metody opracowywania wyników pomiarów
* wykonuje wybrane pomiary wielokrotne (np. długości ołówka) i wyznacza średnią jako końcowy wynik pomiaru
* rozwiązuje zadania związane z opracowaniem wyników pomiarów; wykonuje obliczenia

i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych* przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu (zamieszczonego w podręczniku) *Fizyka – komu się przydaje* lub innego o podobnej tematyce
* wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań
 | **Uczeń**:* podaje rząd wielkości rozmiarów wybranych obiektów i odległości we Wszechświecie
* wykorzystuje informacje o rozmiarach i odległościach we Wszechświecie do rozwiązywania problemów
* wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania problemów
 | **Uczeń**:* samodzielnie wyszukuje (np. w internecie) i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący powiązań fizyki z innymi dziedzinami nauki; przedstawia wyniki analizy; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tego tekstu
 |
| **1. Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego** |
| **Uczeń**:* rozróżnia wielkości wektorowe i wielkości skalarne; wskazuje ich przykłady
* posługuje się pojęciem siły wraz z jej jednostką; określa cechy wektora siły; wskazuje przyrząd służący do pomiaru siły; przedstawia siłę za pomocą wektora
* doświadczalnie ilustruje trzecią zasadę dynamiki, korzystając z opisu doświadczenia
* opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki
* rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości, nacisku, sprężystości, wyporu, oporów ruchu); rozróżnia siłę wypadkową i siłę równoważącą
	+ posługuje się pojęciem siły wypadkowej; wyznacza i rysuje siłę wypadkową dla sił o jednakowych kierunkach; opisuje i rysuje siły, które się równoważą
* opisuje i wskazuje przykłady względności ruchu; rozróżnia pojęcia: tor i droga
* stosuje w obliczeniach związek prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta; przelicza jednostki prędkości
* nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym droga przebyta w jednostkowych przedziałach czasu jest stała i tor jest linią prostą; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu jednostajnego prostoliniowego
* wyznacza wartość prędkości i drogę z wykresów zależności prędkości i drogi od czasu dla ruchu prostoliniowego odcinkami jednostajnego; sporządza te wykresy na podstawie podanych informacji
* analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki
* 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
* stosuje w obliczeniach związek przyspieszenia ze zmianą prędkości i czasem, w jakim ta zmiana nastąpiła $∆v = a ∙ ∆t$
* posługuje się pojęciem masy jako miary bezwładności ciał
* wskazuje stałą siłę jako przyczynę ruchu jednostajnie zmiennego; formułuje drugą zasadę dynamiki
* stosuje w obliczeniach związek między siłą i masą a przyspieszeniem
* analizuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki
* rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); opisuje, jak siła tarcia i opory ośrodka wpływają na ruch ciał
* wskazuje w otoczeniu przykłady szkodliwości i użyteczności tarcia
* wskazuje przykłady zjawisk będących skutkami działania sił bezwładności
* analizuje tekst *Przyspieszenie pojazdów* lub inny o podobnej tematyce; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach
* przeprowadza doświadczenia:
	+ jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo kiedy wszystkie działające nań siły się równoważą
	+ bada czynniki wpływające na siłę tarcia; bada, od czego zależy opór powietrza, korzystając z opisu doświadczenia; przedstawia wyniki doświadczenia, formułuje wnioski
* rozwiązuje proste zadania lub problemy:
	+ z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki
	+ związane z wyznaczaniem siły wypadkowej
	+ z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
	+ związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki
	+ związane z ruchem jednostajnie zmiennym
	+ z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
* związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu i wykorzystując drugą zasadę dynamiki
* związane z siłami bezwładności,

 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych | **Uczeń**:* przedstawia doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki na schematycznym rysunku
* wyjaśnia na przykładach z otoczenia wzajemność oddziaływań; analizuje i opisuje siły na przedstawionych ilustracjach
* stosuje trzecią zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
* wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
* rozróżnia pojęcia: położenie, tor i droga
* posługuje się do opisu ruchów wielkościami wektorowymi: przemieszczenie i prędkość wraz z ich jednostkami; przestawia graficznie i opisuje wektory prędkości i przemieszczenia
* porównuje wybrane prędkości występującew przyrodzie na podstawie infografiki *Prędkości w przyrodzie* lub innych materiałów źródłowych
* rozróżnia prędkość średnią i prędkość chwilową
* nazywa ruchem jednostajnym prostoliniowym ruch, w którym nie zmieniają się wartość, kierunek i zwrot prędkości
* opisuje ruch prostoliniowy jednostajny, posługując się zależnościami położenia i drogi od czasu
* analizuje wykresy zależności $s(t) i x(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego
* stosuje pierwszą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
* analizuje tekst z podręcznika *Zasada bezwładności*; na tej podstawie przedstawia informacje z historii formułowania zasad dynamiki, zwłaszcza pierwszej zasady
* opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się pojęciem przyspieszenia jako wielkości wektorowej, wraz z jego jednostką; określa cechy wektora przyspieszenia, przedstawia go graficznie
* opisuje ruch jednostajnie zmienny, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i drogi od czasu
* wyznacza zmianę prędkości i przyspieszenie z wykresów zależności prędkości od czasu dla ruchu prostoliniowego jednostajnie zmiennego (przyspieszonego lub opóźnionego)
* interpretuje związek między siłą i masą a przyspieszeniem; opisuje związek jednostki siły (1 N) z jednostkami podstawowymi
* stosuje drugą zasadę dynamiki do opisu zachowania się ciał
* rozróżnia i porównuje tarcie statyczne i tarcie kinetyczne; wyjaśnia, jakie czynniki wpływają na siłę tarcia i od czego zależy opór powietrza
* omawia rolę tarcia na wybranych przykładach
* analizuje wyniki doświadczalnego badania czynników wpływających na siłę tarcia; zaznacza na schematycznym rysunku wektor siły tarcia i określa jego cechy; opracowuje wyniki doświadczenia domowego, uwzględniając niepewności pomiarowe; przedstawia wyniki na wykresie
* posługuje się pojęciem siły bezwładności, określa cechy tej siły
* **doświadczalnie demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie gwałtownie hamujących pojazdów**
* rozróżnia układy inercjalne i układy nieinercjalne
* wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu popularnonaukowego do rozwiązywania zadań lub problemów
* doświadczalnie bada:
	+ równoważenie siły wypadkowej, korzystając z opisu doświadczenia
	+ jak porusza się ciało, kiedy nie działa na nie żadna siła albo wszystkie działające nań siły się równoważą; analizuje siły działające na ciało
	+ (za pomocą programów komputerowych) ruch ciała pod wpływem niezrównoważonej siły, korzystając z jego opisu
	+ (za pomocą programów komputerowych) zależność przyspieszenia od masy ciała i wartości siły oraz obserwuje skutki działania siły, korzystając z ich opisów;
	+ przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski
* rozwiązuje typowe zadania i problemy:
	+ z wykorzystaniem trzeciej zasady dynamiki
	+ związane z wyznaczaniem siły wypadkowej
	+ z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
	+ związane z opisem ruchu jednostajnego prostoliniowego, z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki
* związane z ruchem jednostajnie zmiennym
* z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
* związane z ruchem ciał, uwzględniając opory ruchu
* związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych,

 w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi i kalkulatorem, tworzy teksty i rysunki schematyczne w celu zilustrowania zjawiska lub problemu, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik* dokonuje syntezy wiedzy o przyczynach i opisie ruchu prostoliniowego, uwzględniając opory ruchu i układ odniesienia; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
 | **Uczeń**:* wyznacza wartość siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
* wyjaśnia na wybranym przykładzie praktyczne wykorzystanie wyznaczania siły wypadkowej dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie
* wyjaśnia na wybranym przykładzie sposób określania prędkości chwilowej
* wyjaśnia, dlaczego wykresem zależności $x(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego jest linia prosta
* porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
* sporządza i interpretuje wykresy zależności wartości prędkości i przyspieszenia w ruchu prostoliniowym jednostajnie zmiennym od czasu
* analizuje siły działające na spadające ciało, na przykładzie skoku na spadochronie; ilustruje je schematycznym rysunkiem
* wyjaśnia na przykładach różnice między opisami zjawisk obserwowanych w pojazdach poruszających się ruchem jednostajnie zmiennym, w układach inercjalnych i nieinercjalnych
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub zaczerpniętych z internetu, dotyczących:
	+ oddziaływań
	+ prędkości występujących w przyrodzie
	+ występowania i skutków sił bezwładności
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy:
	+ związane z wyznaczaniem siły wypadkowej
	+ z wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
	+ związane z opisem ruchu jednostajnego, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki
	+ związane z ruchem jednostajnie zmiennym
	+ związane z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki

związane z ruchem, uwzględniając opory ruchu– związane z siłami bezwładności i opisem zjawisk w układach inercjalnych i nieinercjalnych* planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń dotyczących:
	+ badania równoważenia siły wypadkowej; Rprzedstawia graficznie i opisuje rozkład sił w doświadczeniu
	+ badania ruchu ciała pod wpływem niezrównoważonej siły (za pomocą programów komputerowych)
	+ badania zależności przyspieszenia od masy ciała i wartości działającej siły (za pomocą programów komputerowych) oraz obserwacji skutków działania siły
	+ badania czynników wpływających na siłę tarcia
	+ demonstracji działania siły bezwładności
* samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące treści rozdziału *Przyczyny i opis ruchu prostoliniowego*, np. historii formułowania zasad dynamiki; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
* realizuje i prezentuje projekt związany z badaniem ruchu (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego
 | **Uczeń**:* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:
	+ wyznaczaniem siły wypadkowej
	+ wykorzystaniem związku prędkości z drogą i czasem, w jakim ta droga została przebyta
	+ opisem ruchu jednostajnego,
	+ z wykorzystaniem pierwszej zasady dynamiki
	+ ruchem jednostajnie zmiennym
	+ wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
	+ ruchem, z uwzględnieniem oporów ruchu
	+ siłami bezwładności oraz opisami zjawisk w układach inercjalnychi nieinercjalnych
	+ realizuje i prezentuje własny projekt związany z badaniem ruchu (inny niż opisany w podręczniku)
 |
| **2. Ruch po okręgu i grawitacja** |
| **Uczeń**:* rozróżnia ruchy prostoliniowy i krzywoliniowy; wskazuje w otoczeniu przykłady ruchu krzywoliniowego, w szczególności ruchu po okręgu
* posługuje się pojęciami okresu i częstotliwości wraz z ich jednostkami; opisuje związek jednostki częstotliwości (1 Hz) z jednostką czasu (1 s)
* wyjaśnia (na przykładach), jaki skutek wywołuje siła działająca prostopadle do kierunku ruchu
* wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu
* posługuje się pojęciem siły ciężkości; stosuje w obliczeniach związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym
* wskazuje w otoczeniu i opisuje przykłady oddziaływania grawitacyjnego
* stwierdza, że funkcję siły dośrodkowej w ruchu ciał niebieskich pełni siła grawitacji; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę ruchu krzywoliniowego ciał niebieskich (planet, księżyców); określa wpływ siły grawitacji na tor ruchu tych ciał
* wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu satelitów wokół Ziemi
* Rwie, jak i gdzie można przeprowadzać obserwacje astronomiczne; wymienia i przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas obserwacji nieba
* stwierdza, że wagi sprężynowa i elektroniczna bezpośrednio mierzą siłę nacisku ciała, które się na nich znajduje
* opisuje, jak poruszają się po niebie gwiazdy i planety, gdy obserwujemy je z Ziemi; wskazuje przyczynę pozornego ruchu nieba
* przeprowadza obserwacje i doświadczenia, korzystając z ich opisów:
* obserwację skutków działania siły dośrodkowej
* doświadczenia modelowe lub obserwacje faz Księżyca i ruchu Księżyca wokół Ziemi;

opisuje wyniki doświadczeń i obserwacji* rozwiązuje proste zadania i problemy związane z:
	+ opisem ruchu jednostajnego po okręgu
	+ wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu
	+ opisem oddziaływania grawitacyjnego
	+ ruchem planet i księżyców
	+ ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
	+ opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia
	+ konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym

– budową Układu Słonecznego, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych* analizuje tekst *Nieoceniony towarzysz*; wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach
 | **Uczeń**:* opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości i prędkości liniowej, wraz z ich jednostkami
* rysuje i opisuje wektor prędkości liniowej w ruchu jednostajnym po okręgu, określa jego cechy
* oblicza okres i częstotliwość w ruchu jednostajnym po okręgu; opisuje związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością
* porównuje okresy i częstotliwości w ruchu po okręgu wybranych ciał; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych (infografiki zamieszczonej w podręczniku)
* wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu, określa jej cechy (kierunek i zwrot); wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej
* ilustruje na schematycznym rysunku wyniki obserwacji skutków działania siły dośrodkowej
* interpretuje związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu (na podstawie wyników doświadczenia); zapisuje wzór na wartość siły dośrodkowej
* analizuje jakościowo (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej, np. siły: tarcia, elektrostatyczną, naprężenia nici
* nazywa obracający się układ odniesienia układem nieinercjalnym
* wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał
* formułuje prawo powszechnego ciążenia; posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego
* podaje i interpretuje wzór na siłę grawitacji w postaci $F=G\frac{m\_{1}∙m\_{2}}{r^{2}}$; posługuje się pojęciem stałej grawitacji; podaje jej wartość, korzystając z materiałów pomocniczych
* wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; wyjaśnia, dlaczego planety krążą wokół Słońca, a księżyce – wokół planet, a nie odwrotnie
* wyjaśnia, dlaczego Księżyc nie spada na Ziemię; ilustruje na rysunku schematycznym siły oddziaływania grawitacyjnego między tymi ciałami
* przedstawia wybrane informacje z historii odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstów z podręcznika: *Jak można zmierzyć masę Ziemi i Działo Newtona*
* Ropisuje wygląd nieba nocą oraz widomy obrót nieba w ciągu doby, wyjaśnia z czego on wynika; posługuje się pojęciami: Gwiazda Polarna, gwiazdozbiory
* omawia ruch satelitów wokół Ziemi; posługuje się pojęciem satelity geostacjonarnego, omawia jego ruch i możliwości wykorzystania
* podaje i interpretuje wzór na prędkość satelity; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu
* przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych i wymienia przykłady zastosowania satelitów (na podstawie informacji zamieszczonych w podręczniku)
* opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia; podaje warunki i przykłady ich występowania
* Ropisuje warunki i i podaje przykłady występowania stanu niedociążenia
* opisuje wygląd powierzchni Księżyca oraz jego miejsce i ruch w Układzie Słonecznym
* wyjaśnia mechanizm powstawania faz Księżyca i zaćmień jako konsekwencje prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym
* opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego
* opisuje budowę planet Układu Słonecznego oraz innych obiektów Układu Słonecznego
* opisuje rozwój astronomii od czasów Kopernika do czasów Newtona
* przeprowadza doświadczenia i obserwacje:
	+ **doświadczalnie bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu**
	+ obserwuje stan przeciążenia i stan nieważkości oraz pozorne zmiany ciężaru w windzie,

 korzystając z ich opisu; przedstawia, opisuje, analizuje i opracowuje wyniki doświadczeń i obserwacji, uwzględniając niepewności pomiarów; formułuje wnioski* rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z:
	+ opisem ruchu jednostajnego po okręgu
	+ wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością liniową ciała oraz promieniem okręgu
	+ oddziaływaniem grawitacyjnym oraz ruchem planet i księżyców
	+ Robserwacjami nieba
	+ ruchem satelitów wokół Ziemi,
	+ z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
* opisywaniem stanów nieważkości i przeciążenia
* konsekwencjami prostoliniowego rozchodzenia się światła oraz ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
* budową Układu Słonecznego,

 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; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem* wykorzystuje informacje pochodzące z analizy tekstu *Nieoceniony towarzysz* do rozwiązywania zadań i problemów
* dokonuje syntezy wiedzy o ruchu po okręgu i grawitacji; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
 | **Uczeń**:* Rstosuje w obliczeniach związek między prędkością liniową a promieniem okręgu i okresem lub częstotliwością
* wyjaśnia (na wybranym przykładzie), jak wartość siły dośrodkowej zależy od masy i prędkości ciała oraz promienia okręgu
* analizuje (na wybranych przykładach ruchu) siły pełniące funkcję siły dośrodkowej
* Rstosuje w obliczeniach związek między siłą dośrodkową a masą ciała, jego prędkością liniową i promieniem okręgu
* posługuje się pojęciem siły odśrodkowej jako siły bezwładności działającej w układzie obracającym się
* Ropisuje siły w układzie nieinercjalnym związanym z obracającym się ciałem; Romawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych na przykładzie obracającej się tarczy
* stosuje w obliczeniach wzór na siłę gwawitacji w postaci $F=G\frac{m\_{1}∙m\_{2}}{r^{2}}$
* przedstawia wybrane z historii informacje odkryć związanych z grawitacją, w szczególności teorię ruchu Księżyca, na podstawie analizy tekstu wybranego samodzielnie
* ilustruje właściwości siły grawitacji, posługując się analogią – porównuje ruch piłeczki przyczepionej do sznurka z ruchem Księżyca wokół Ziemi
* opisuje wzajemne okrążanie się dwóch przyciągających się ciał na przykładzie podwójnych układów gwiazd
* Rkorzysta ze stron internetowych pomocnych podczas obserwacji astronomicznych
* Rwyjaśnia, jak korzystać z papierowej lub internetowej mapy nieba wyprowadza wzór na prędkość satelity; rozróżnia prędkości kosmiczne pierwszą i drugą
* przedstawia najważniejsze fakty z historii lotów kosmicznych; podaje przykłady zastosowania satelitów (na podstawie samodzielnie wybranych materiałów źródłowych)
* wyjaśnia, czym jest nieważkość panująca w statku kosmicznym
* analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie windy); ilustruje je na schematycznym rysunku Ropisuje jakościowo stan niedociążenia, opisuje warunki i podaje przykłady jego występowania
* analizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w górę
* wyjaśnia, kiedy następuje zaćmienie Księżyca, a kiedy – zaćmienie Słońca; ilustruje to na rysunkach schematycznych
* Rwymienia prawa rządzące ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i internetu, dotyczącymi:
	+ ruchu po okręgu
	+ występowania faz Księżyca oraz zaćmień Księżyca i Słońca
	+ rozwoju astronomii
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z:
	+ opisem ruchu jednostajnego po okręgu
	+ wykorzystaniem zależności między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu
	+ opisem oddziaływania grawitacyjnego
	+ ruchem planet i księżyców
	+ ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
	+ opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia
	+ konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
	+ budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca, a księżyców – wokół planet
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu
* przeprowadza obserwacje astronomiczne, np. faz Wenus, księżyców Jowisza i pierścieni Saturna; opisuje wyniki obserwacji
* realizuje i prezentuje projekt *Satelity* (opisany w podręczniku)
* samodzielnie wyszukuje i analizuje tekst popularnonaukowy dotyczący ruchu po okręgu i grawitacji, posługuje się informacjami pochodzącymi z jego analizy
 | **Uczeń**:* Romawia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych (na przykładzie innym niż obracająca się tarcza)
* analizuje siły działające na ciało poruszające się z przyspieszeniem skierowanym pionowo (na przykładzie innym niż poruszająca się winda)
* Ranalizuje i oblicza wskazania wagi w windzie ruszającej w dół
* Rprzeprowadza wybrane obserwacje nieba za pomocą smartfona lub korzystając z mapy nieba i ich opisu; (planuje i modyfikuje ich przebieg)
* Rstosuje w obliczeniach trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych; interpretuje to prawo jako konsekwencję powszechnego ciążenia
* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:

– opisem ruchu jednostajnego po okręgu* wykorzystaniem związku między siłą dośrodkową a masą i prędkością ciała oraz promieniem okręgu
* opisem oddziaływania grawitacyjnego
* ruchem planet i księżyców
* ruchem satelitów wokół Ziemi, z wykorzystaniem wzoru na prędkość satelity
* opisywaniem stanów: nieważkości, przeciążenia i Rniedociążenia
* konsekwencjami ruchu Księżyca i Ziemi w Układzie Słonecznym
* budową Układu Słonecznego oraz ruchem planet wokół Słońca i ruchem księżyców wokół planet
* realizuje i prezentuje własny projekt związany z ruchem po okręgu i grawitacją
 |
| **3. Praca, moc, energia** |
| **Uczeń**:* posługuje się pojęciami: pracy mechanicznej, energii kinetycznej, energii potencjalnej grawitacji, energii potencjalnej sprężystości, energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami; wskazuje przykłady wykonywania pracy w życiu codziennym i w sensie fizycznym; opisuje wykonaną pracę jako zmianę energii
* stosuje w obliczeniach związek pracy z siłą i drogą, na jakiej ta praca została wykonana, gdy kierunek działania siły jest zgodny z kierunkiem ruchu ciała
* doświadczalnie wyznacza wykonaną pracę, korzystając z opisu doświadczenia
* opisuje różne formy energii, posługując się przykładami z otoczenia; wykazuje, że energię wewnętrzną układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując doń energię w postaci ciepła
* posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej i energii mechanicznej, wraz z ich jednostkami
* opisuje sposoby obliczania energii potencjalnej i energii kinetycznej; wyznacza zmianę energii potencjalnej grawitacji
* posługuje się pojęciami: energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii mechanicznej i energii wewnętrznej, wraz z ich jednostkami
* formułuje zasadę zachowania energii
* formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej; wyjaśnia, kiedy można ją stosować
* wskazuje i opisuje przykłady przemian energii na podstawie własnych obserwacji oraz infografiki *Przykłady przemian energii* (lub innych materiałów źródłowych)
* posługuje się pojęciem mocy wraz z jej jednostką; porównuje moce różnych urządzeń
* podaje i interpretuje wzór na obliczanie mocy; stosuje w obliczeniach związek mocy z pracą i czasem, w jakim ta praca została wykonana
* analizuje tekst *Nowy rekord zapotrzebowania na moc*; wyodrębnia z niego informacje kluczowe, posługuje się nimi i przedstawia je w różnych postaciach
* rozwiązuje proste zadania i problemy związane z:
	+ energią i pracą mechaniczną
	+ obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
	+ przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem,

 w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności oraz jednostki czasu, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub danych | **Uczeń**:* wykazuje na przykładach, że siła działająca przeciwnie do kierunku ruchu wykonuje pracę ujemną, a gdy siła jest prostopadła do kierunku ruchu, praca jest równa zero
* opracowuje i analizuje wyniki doświadczalnego wyznaczania wykonanej pracy, uwzględniając niepewności pomiarowe
* analizuje przekazywanie energii (na wybranym przykładzie)
* stosuje w obliczeniach wzory na energię potencjalną i energię kinetyczną oraz związek między siłą ciężkości, masą i przyspieszeniem grawitacyjnym
* porównuje ciężar i energię potencjalną na różnych ciałach niebieskich, korzystając z tabeli wartości przyspieszenia grawitacyjnego
* wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk zachodzących w otoczeniu
* stosuje w obliczeniach zasadę zachowania energii mechanicznej; wykazuje jej użyteczność w opisie spadku swobodnego
* analizuje przemiany energii (na wybranym przykładzie)
* opisuje związek jednostki mocy z jednostkami podstawowymi
* wyjaśnia związek energii zużytej przez dane urządzenie w określonym czasie z mocą tego urządzenia, $E = P ∙ t$stosuje ten związek w obliczeniach; posługuje się pojęciem kilowatogodziny
* wykorzystuje informacje zawarte w tekście *Nowy rekord zapotrzebowania na moc* do rozwiązywania zadań lub problemów
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy zamieszczonych w podręczniku tekstów dotyczących mocy i energii
* przeprowadza doświadczenia:
	+ bada przemiany energii mechanicznej
	+ bada przemiany energii,

 korzystając z ich opisów; przedstawia i analizuje wyniki doświadczeń, formułuje wnioski* rozwiązuje typowe zadania i problemy związane z:
	+ energią i pracą mechaniczną
	+ obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
	+ przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem,

 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 liczbowe, posługując się kalkulatorem* dokonuje syntezy wiedzy o pracy, mocy i energii; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności, porównuje ruchy jednostajny i jednostajnie zmienny
 | **Uczeń**:* Ranalizuje zależność pracy od kąta między wektorem siły a kierunkiem ruchu ciała
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, dotyczących energii, przemian energii i pracy mechanicznej oraz historii odkryć z nimi związanych
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania i problemy związane z:
	+ energią i pracą mechaniczną
	+ obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
	+ przemianami energii, z wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem
* planuje i modyfikuje przebieg doświadczalnego badania przemian energii mechanicznej
* planuje i przeprowadza doświadczenie – wyznacza moc swojego organizmu podczas rozpędzania się na rowerze; opracowuje wyniki doświadczenia, uwzględniając niepewności pomiarowe
* samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe dotyczące mocy i energii; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów
* realizuje i prezentuje projekt *Pożywienie to też energia* (opisany w podręczniku); prezentuje wyniki doświadczenia domowego *Moc rowerzysty*
 | **Uczeń**:* rozwiązuje nietypowe, złożone zadania i problemy związane z:
	+ energią i pracą mechaniczną
	+ obliczaniem energii potencjalnej i energii kinetycznej
	+ przemianami energii i wykorzystaniem zasady zachowania energii mechanicznej
	+ mocą i wykorzystaniem związku mocy z pracą lub energią i czasem
* realizuje i prezentuje własny projekt związany z pracą, mocą i energią (inny niż opisany w podręczniku)
 |